

**INAIL**

Direzione Regionale per le Marche

# SOLAIO SICURO

**Analisi del rischio di caduta dall'alto verso l'interno  
durante la realizzazione dei solai in laterocemento**

**Edizione 2010**

**Gruppo di lavoro**

Giuseppe Semeraro (INAIL Direzione regionale Marche - responsabile del progetto)  
Pierfrancesco Giorgi (CPT Pesaro - rappresentante CPT Ancona, Ascoli Piceno,  
Macerata e Pesaro)  
Gabriele Caimano (rappresentate EDILART Marche)

**Collaborazioni**

Nicoletta Santelli (Regione Marche)  
Francesca Campanella (INAIL Direzione regionale Marche)  
Elisabetta Merli (INAIL Direzione regionale Marche)

**Ringraziamenti**

Laura Legnani e Massimo Maffezzoli (DOKA Italia SpA)  
Roberto Ragozzini (Ruredil S.p.A.)

**Disegni**

Marco Ragno (INAIL Sede di Ascoli Piceno)  
Giuseppe Semeraro (INAIL Direzione regionale Marche)

**SOLAIO SICURO****Copyright © 2010 INAIL**

*Proprietà letteraria e diritti riservati all' INAIL. La struttura e il contenuto della presente pubblicazione, non possono essere riprodotti, neppure parzialmente, salvo autorizzazione dell'INAIL. Non è consentita altresì la memorizzazione su qualsiasi supporto (magnetico, magneto-ottico, ottico, fotocopie, ...).*

## Sommario

PRESENTAZIONE.....	6
<b>CAPITOLO 1 - LA SPERIMENTAZIONE .....</b>	<b>7</b>
IL PROGETTO, I PROMOTORI E I PARTNERS .....	9
IL LUOGO E IL CANTIERE DELLA SPERIMENTAZIONE .....	12
IL PROGRAMMA DELLA SPERIMENTAZIONE .....	17
TIPOLOGIA SOLAI .....	19
INTRODUZIONE .....	19
SOLAI GETTATI IN OPERA .....	20
SOLAI A TRAVETTI PREFABBRICATI.....	22
SOLAI A PANNELLI O LASTRE .....	23
SPERIMENTAZIONE DEL SOLAIO A TRAVETTI PREFABBRICATI REALIZZATO DAL BASSO .....	26
DESCRIZIONE .....	26
PROCEDURA DI MONTAGGIO DEI TRAVETTI E DELLE PIGNATTE DAL BASSO.....	27
OSSERVAZIONI .....	28
SPERIMENTAZIONE DEL SOLAIO A TRAVETTI O A PANNELLI/LASTRE REALIZZATO CON L'USO DI RETI DI SICUREZZA .....	33
DESCRIZIONE .....	33
PROCEDURA D'INSTALLAZIONE DELLA RETE DI SICUREZZA .....	34
PROVA DI TENUTA DELLA RETE DI SICUREZZA .....	34
OSSERVAZIONI .....	35
SOLAIO A TRAVETTI E A LASTRE O PANNELLI PREFABBRICATI CON L'USO DI D.P.I. ANTICADUTA CON LINEA DI ANCORAGGIO .....	41
DESCRIZIONE .....	41
DESCRIZIONE DELLA PROCEDURA D'INSTALLAZIONE DEL SISTEMA ANTICADUTA .....	42
OSSERVAZIONI .....	45

SOLAIO A PANNELLI O LASTRE PREFABBRICATE CON L'USO DI D.P.I. ANTICADUTA AGGANCIATI DIRETTAMENTE AI PANNELLI O ALLE LASTRE.....	52
DESCRIZIONE .....	52
PROCEDURA DI POSA DEL SOLAIO A LASTRE/PANNELLI PREFABBRICATI CON L'USO DEL CORDINO DI POSIZIONAMENTO .....	53
OSSERVAZIONI .....	53
SPERIMENTAZIONE DEL SOLAIO REALIZZATO SU TAVOLATO CONTINUO.....	56
DESCRIZIONE .....	56
PROCEDURA DI MONTAGGIO DEL TAVOLATO .....	57
OSSERVAZIONI .....	58
<b>CAPITOLO 2 - I COSTI DELLA SICUREZZA .....</b>	<b>63</b>
I MAGGIORI COSTI.....	65
POSA DEI SOLAI DAL BASSO .....	65
USO DI D.P.I. ANTICADUTA CON LINEA DI ANCORAGGIO .....	65
USO DI D.P.I. ANTICADUTA SENZA LINEA DI ANCORAGGIO (SOLAI CON PANNELLI O LASTRE).....	66
USO DELLE RETI DI SICUREZZA .....	66
TAVOLATO CONTINUO IN LUOGO DEL TAVOLATO DISCRETO.....	67
<b>APPENDICE: LE SCHEDE DELLE PROCEDURE .....</b>	<b>69</b>
SOMMARIO DELLE PROCEDURE.....	69
S1.1 - Solaio gettato in opera su tavolato continuo tradizionale montato dal piano inferiore .....	70
S1.2 - Solaio gettato in opera su tavolato continuo con sistema di cassetta prefabbricata montato dal piano inferiore.....	73
S2.1- Solaio a travetti prefabbricati con posa travetti e pignatte dal piano inferiore .....	76
S2.2 - Solaio a travetti prefabbricati con posa travetti e pignatte dall'alto con l'uso di reti di sicurezza .....	79
S2.3 - Solaio a travetti e pignatte o a pannelli o a lastre prefabbricate con l'uso di D.P.I. anticaduta e linea di ancoraggio .....	82
S3.1 - Solaio a travetti e pignatte o a pannelli o a lastre prefabbricate con l'uso di reti di sicurezza.....	85
S3.2 - Solaio a pannelli o lastre prefabbricate con posa mediante l'uso D.P.I. e linea di ancoraggio.....	88
S3.3 - Solaio a pannelli o lastre prefabbricate con l'uso di D.P.I. anticaduta agganciati ai pannelli o alle lastre.....	91

<b>ALLEGATI ALLE PROCEDURE .....</b>	<b>94</b>
Allegato 1 - Protezione aperture nei solai .....	95
Allegato 2 - Protezioni contro la caduta dall'alto dai bordi del piano di imposta. ....	96
Allegato 3 - Progettazione armature provvisionali per grandi opere .....	97
Allegato 4 - Puntelli metallici telescopici.....	97
Allegato 5 - Puntelli metallici non telescopici.....	99
Allegato 6 - Protezioni delle forometrie di banchinaggio.....	99
Allegato 7 - Protezioni contro la caduta dall'alto dai bordi del solaio in costruzione .....	99
Allegato 8 - Uso di scale per lavori non in quota.....	101
Allegato 9 - Uso di ponti su cavalletti per lavori non in quota .....	103
Allegato 10 - Uso di ponti su ruote per lavori in quota .....	104
Allegato 11 - Disarmo .....	106
Allegato 12 - Disarmo opere provvisionali prefabbricate.....	107
Allegato 13 - Documentazione grafica e manuali d'uso di montaggio e smontaggio delle opere provvisionali prefabbricate .....	108
Allegato 14 - Documentazione grafica delle opere di cassetta con tecnologia tradizionale.....	110
Allegato 15 - Reti di sicurezza.....	111
Allegato 16 - Montaggio sistema anticaduta linea vita .....	114
Allegato 17 - Imbracatura anticaduta .....	115
Allegato 18 - Posa pannelli o lastre dal basso .....	116
Allegato 19 - Conformità dei Sistemi Anticaduta .....	116
Allegato 20 - Posa pannelli o lastre solaio con uso di sistemi di protezione contro la caduta dall'alto .....	117
Allegato 21 - Cordini.....	119
Allegato 22 - Sistema di protezione contro la caduta dall'alto.....	120

## ***PRESENTAZIONE***

“Solaio sicuro” è l’ennesima testimonianza dell’impegno convergente, nelle Marche, di amministrazioni pubbliche ed enti bilaterali verso la diffusione - nelle imprese e tra i lavoratori - della cultura della sicurezza.

INAIL, Regione Marche, Direzione regionale del lavoro, enti bilaterali del settore industriale (C.P.T. provinciali) e di quello artigianale delle costruzioni (EDILART) hanno collaborato a questo primo prodotto, dedicato allo studio del rischio di caduta dall’alto verso l’interno delle costruzioni durante la realizzazione di solai in laterocemento.

Nella sintesi del progetto, illustrata nelle pagine seguenti, viene opportunamente rilevato come i suddetti solai siano i più diffusi in Italia, a conferma dell’estrema attualità e concretezza dell’iniziativa.

Anche perché l’edilizia sarà, verosimilmente, uno dei settori di attività maggiormente interessati dalla ripresa economico-produttiva, che tutti auspichiamo sia più prossima e piena possibile.

Questa prospettiva è un ulteriore elemento di forza di “Solaio sicuro”, che va riguardato come l’espressione della volontà di contribuire alla massima serenità possibile della necessaria ripresa, nel senso di preconstituire tutte le condizioni idonee - nello specifico settore analizzato - ad una organizzazione del lavoro in cui l’adozione delle misure di sicurezza sia ampia e generalizzata.

Sia, in altre parole, di reale supporto alle imprese ed ai lavoratori, al fine di garantire che la loro operosa e quotidiana attività si caratterizzi per la massima rispondenza possibile all’interesse collettivo generale di un vero e sostanziale progresso, piuttosto che di un indistinto sviluppo, a volte non scevro da più o meno gravi ricadute sul piano sociale ed economico.

In tale direzione è sicuramente rivolto l’impegno di tutti i partner sopra citati, fondato sulla consapevolezza, da tempo acquisita largamente nelle Marche, dell’altissima rilevanza sociale ed umana della sicurezza nei luoghi di lavoro e del connesso obiettivo di assicurarne la conciliazione con le esigenze di economicità e di produttività.

Bruno Adinolfi  
(INAIL - Direttore regionale Marche)

# **CAPITOLO 1 – LA SPERIMENTAZIONE**



## ***IL PROGETTO, I PROMOTORI E I PARTNERS***

Da alcuni anni è operativo nella regione Marche il *Tavolo tecnico per l'edilizia*, comitato tecnico costituito dall'INAIL - Direzione regionale Marche, che lo coordina, dalla Regione Marche, in quanto coordinatrice di tutte le Aziende sanitarie locali marchigiane, dalla Direzione regionale del Lavoro, dai CPT provinciali (enti bilaterali del settore industriale delle costruzioni) e dall'EDILART (ente bilaterale del settore artigianale delle costruzioni). Lo scopo del Tavolo è intraprendere iniziative condivise per promuovere la cultura della sicurezza sul territorio, anche attraverso studi e ricerche. Nell'ambito del Tavolo è istituita un'iniziativa, denominata "*Cantiere laboratorio*", che intende studiare, sperimentare e promuovere buone pratiche, coerenti con la legislazione e le norme tecniche, in ambiti in cui permangono rischi inaccettabili per la salute e la sicurezza sul lavoro. La prima iniziativa, avviata nel 2007 dal Tavolo, mira allo studio del rischio di caduta dall'alto verso l'interno delle costruzioni durante la realizzazione di solai in laterocemento, i più diffusi in Italia, nei vari processi costruttivi usualmente adoperati. Questa iniziativa è stata denominata "*Solaio Sicuro*". Al progetto ha partecipato, apportando proprie specifiche competenze e tecnologie nel settore dei sistemi di cassetta industriale, Doka Italia S.p.A. e collaborato, fornendo attrezzature per la realizzazione delle linee di ancoraggio, Ruredil S.p.A..

## **PROGETTO CANTIERE LABORATORIO**

### **OBIETTIVI**

- Sperimentazione e divulgazione di buone pratiche nel settore delle costruzioni.

### **DESCRIZIONE PROGETTO**

- Il cantiere scuola è un progetto che mira a sperimentare in un cantiere laboratorio procedure di lavoro sicuro, coerenti con la legislazione, allo scopo di studiare buone pratiche in alcune attività lavorative edilizie nelle quali tutt'oggi permangono rischi inaccettabili.

Il progetto è attuato per tappe successive:

- individuazione dei "fattori di rischio" su cui indagare e, tra questi, selezionare quello o quelli a cui dare priorità;
- raccolta legislativa, delle buone prassi e buone pratiche già esistenti sugli argomenti oggetto d'indagine e conseguentemente definizione di una o più procedure di lavoro condivise e da sperimentare;
- sperimentazione delle procedure di lavoro presso il "cantiere laboratorio" prescelto, attrezzato allo scopo;
- divulgazione, anche a stampa e su supporti informatici, dei risultati ottenuti.

### **COMPONENTI**

- Designati dal Tavolo tecnico per l'edilizia regionale, costituito dall'INAIL – Direzione regionale Marche, che lo coordina, dalla Regione Marche, in quanto coordinatrice di tutte le Aziende sanitarie locali marchigiane, dalla Direzione Regionale del Lavoro, dai CPT provinciali (enti bilaterali del settore industriale delle costruzioni) e dall'EDILART (ente bilaterale del settore artigianale delle costruzioni).

### **PARTNERS**

- Eventuali aziende di produzione o imprese di primaria importanza a livello nazionale.

## SPERIMENTAZIONE SOLAIO SICURO

### OBIETTIVI

- Studio, sperimentazione e divulgazione di buone pratiche nella realizzazione di solai in laterocemento.

### DESCRIZIONE PROGETTO

- Analisi del rischio di *caduta dall'alto verso l'interno* delle costruzioni durante la realizzazione di solai in laterocemento, i più diffusi in Italia, con i vari processi costruttivi usualmente adoperati e delle relative procedure di lavoro.

Il progetto è attuato per tappe successive:

- raccolta legislativa, delle buone prassi e buone pratiche già esistenti sugli argomenti oggetto d'indagine e conseguentemente definizione di una o più procedure di lavoro condivise e da sperimentare;
- sperimentazione delle procedure di lavoro presso il "cantiere laboratorio", identificato nell'ambito della Scuola Edile di Pesaro;
- divulgazione dei risultati ottenuti.

### COMPONENTI

- INAIL – Direzione Regionale Marche
- Regione Marche
- CPT di Ancona
- CPT di Ascoli Piceno
- CPT di Macerata
- CPT di Pesaro
- EDILART Marche

### PARTNERS E COLLABORAZIONI

- Doka Italia S.p.A.
- Ruredil S.p.A.

## ***IL LUOGO E IL CANTIERE DELLA SPERIMENTAZIONE***

Il luogo prescelto dai componenti del gruppo di lavoro per effettuare le varie sperimentazioni è stato individuato in un'area attrezzata della Scuola Edile di Pesaro (figura 1). L'area, per motivi scolastici, è dotata di una piccola struttura in conglomerato cementizio armato costituita da fondazioni, pilastri del primo piano di spiccato e massetto in calcestruzzo di base. La struttura ben si prestava ad effettuare azioni di montaggio e successivo smontaggio di opere provvisorie (ponteggi, casserrature e banchinaggi), necessari a realizzare le condizioni base per rendere possibile sperimentare in successione nelle medesime situazioni delle diverse tecniche prevenzionistiche per la realizzazione dei solai delle tipologie in laterocemento più diffuse sul territorio nazionale (figura 2).

Prima della sperimentazione è stata realizzata una recinzione di cantiere a delimitare l'area di cantiere ed è stato montato su tutto il perimetro dell'opera un ponteggio di facciata del tipo a telai prefabbricati, di altezza tale da offrire idonea protezione contro la caduta dall'alto dai bordi esterni del solaio oltre a ponti di servizio per i lavoratori (figura 3).

Il luogo ha richiesto un solo adattamento: il prolungamento di 40 centimetri dei pilastri, necessario per rendere l'interpiano dei solai di altezza più usuali nelle costruzioni di edilizia civile (circa 2,90 m) e per poter inserire sulle testate dei medesimi pilastri, quando il calcestruzzo era ancora fresco, le boccole per il fissaggio delle aste per realizzare le linee di ancoraggio, necessarie alla sperimentazione di una delle procedure di sicurezza previste.

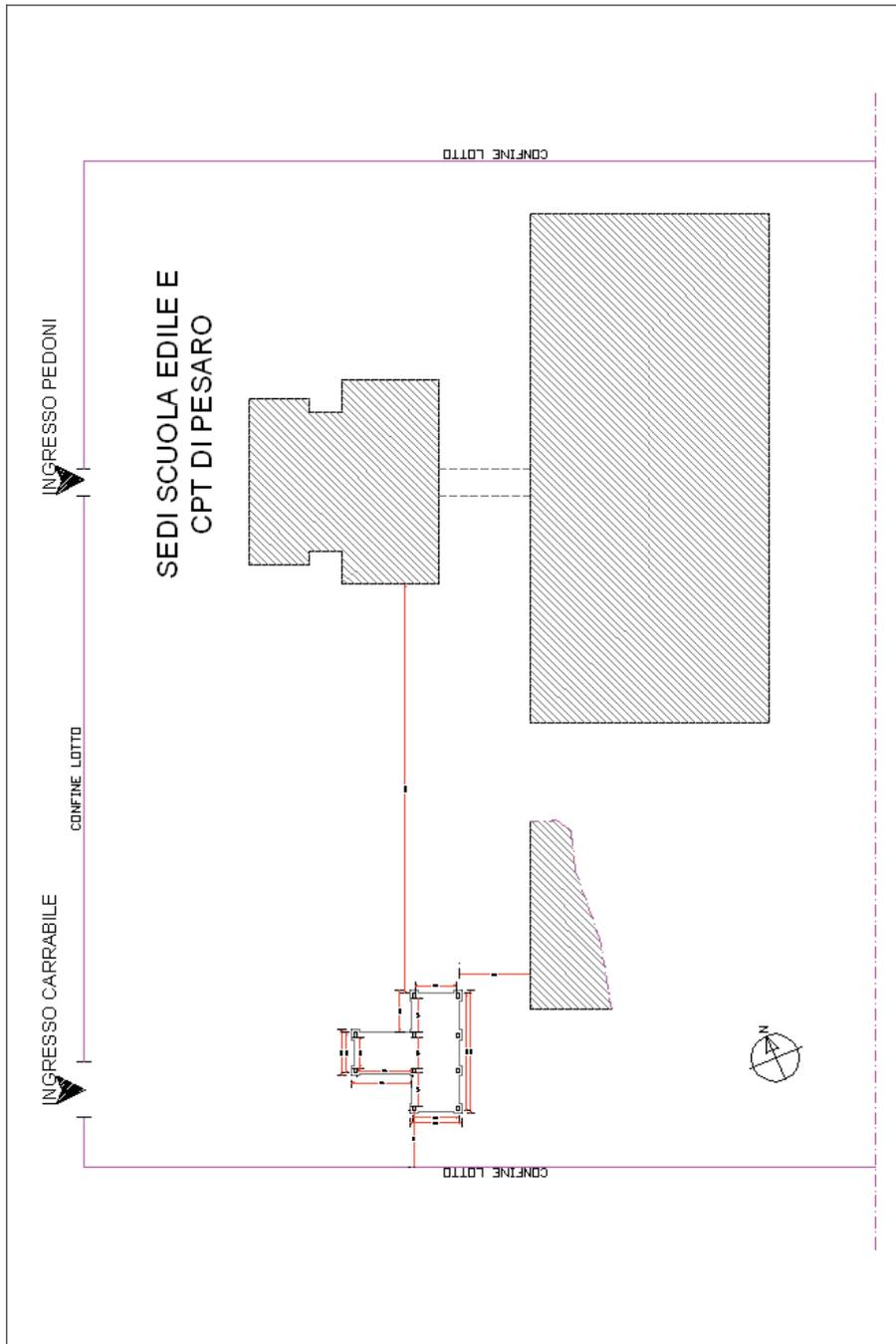


Figura 1 - Planimetria generale del luogo della sperimentazione

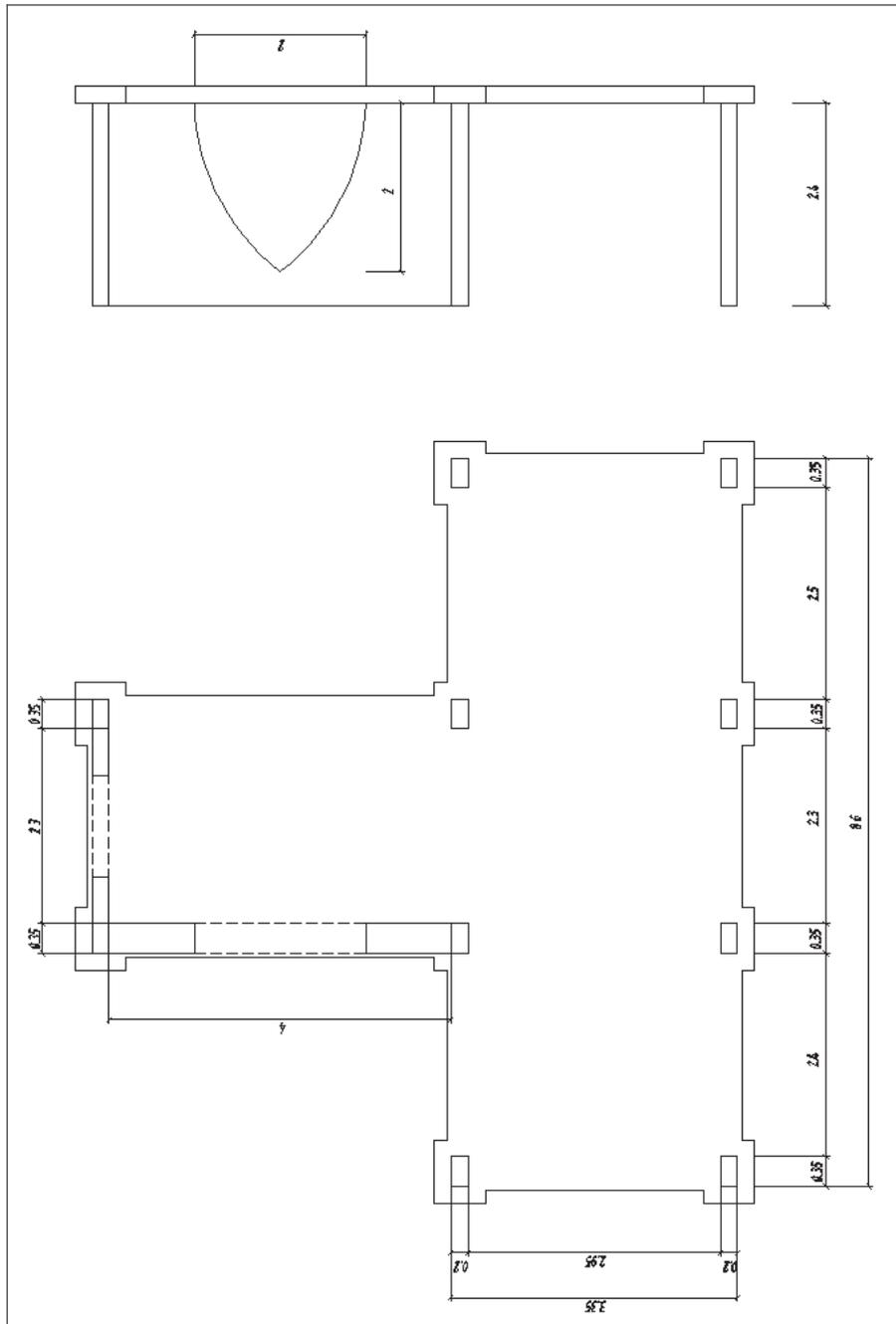


Figura 2 - Pianta e prospetti della struttura oggetto della sperimentazione

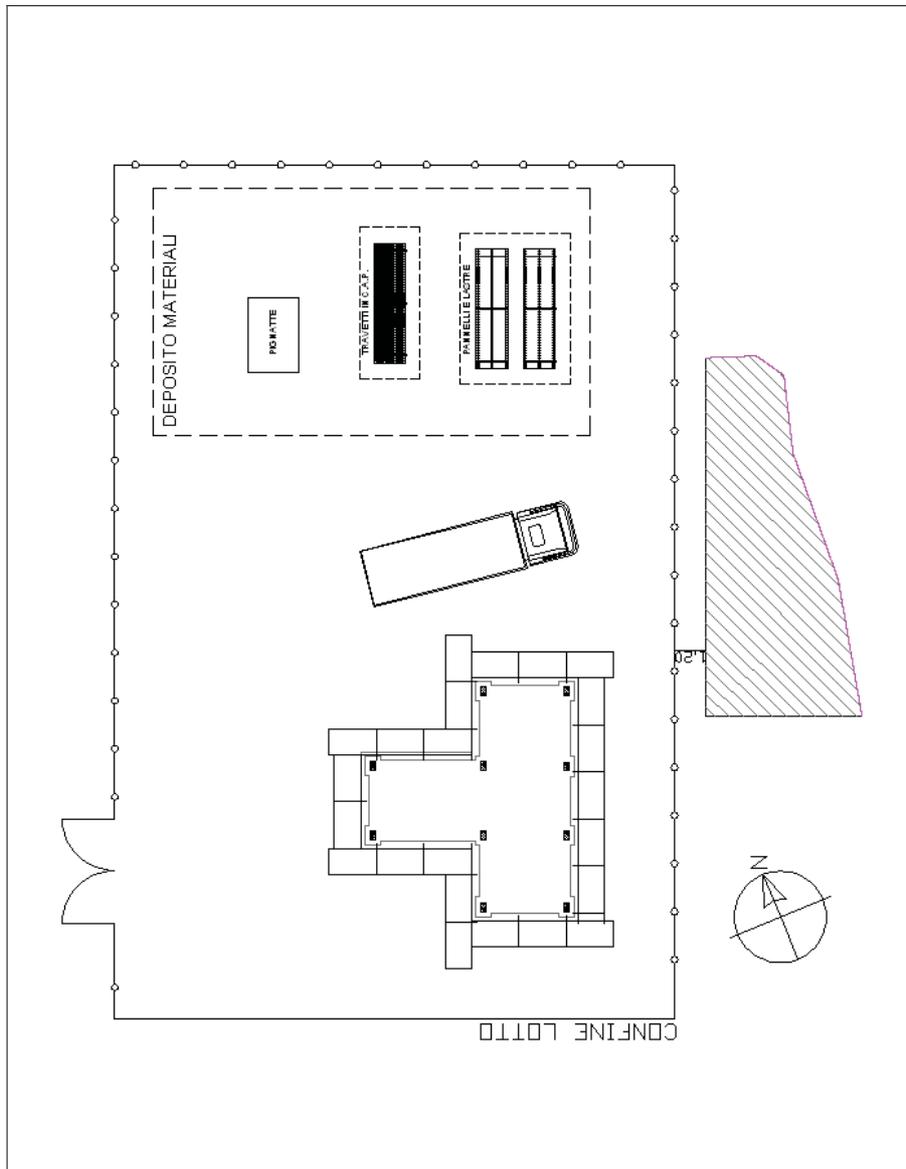
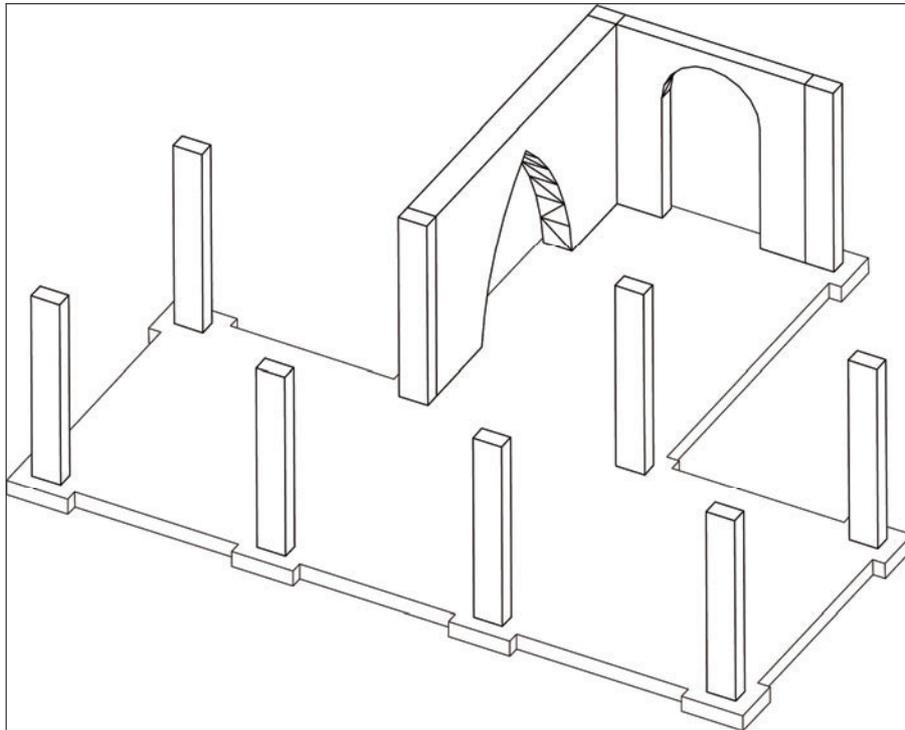


Figura 3 - Il cantiere della sperimentazione



**Figura 4 - Assonometria della struttura esistente**



**Figura 5 - Foto del cantiere di sperimentazione**

## ***IL PROGRAMMA DELLA SPERIMENTAZIONE***

La sperimentazione è stata attentamente pianificata in sede di studio ed ha previsto l'attuazione delle seguenti attività:

1. **Organizzazione del cantiere:**
  - Incontro preliminare formativo;
  - Recinzione di cantiere;
  - Montaggio del ponteggio di facciata;
  - Completamento dell'organizzazione del cantiere in sicurezza.
2. **Prolungamento dei pilastri di 40 cm:**
  - Incontro preliminare formativo;
  - Posizionamento delle armature di ripresa costituita da 4 $\Phi$ 20 e staffe da  $\Phi$  8/20
  - Posa in opera di aggrappante per ripresa del getto con applicazione a pennello, su cls, prodotto a base di resine epossidiche a due componenti pre-dosati per assicurare un'adesione perfettamente monolitica di getti in cls freschi sopra a getti già induriti, al fine di creare un consistente legame strutturale. Caratteristiche tecniche minime del prodotto: (da certificare) - resistenza a compressione  $\geq 40$  N/mm<sup>2</sup>; - resistenza a trazione per flessione  $\geq 20$  N/mm<sup>2</sup>; - resistenza a trazione diretta  $\geq 15$  N/mm<sup>2</sup>; - adesione al calcestruzzo (rottura cls)  $\geq 3$  N/mm<sup>2</sup>; - adesione al ferro  $\geq 15$  N/mm<sup>2</sup>;
  - Casseratura;
  - Posizionamento del tubo forma per alloggiamento linea di ancoraggio;
  - Getto con calcestruzzo di classe di esposizione XC4 e Rck 40 MPa.
3. **Lavorazione: solaio a travetti prefabbricati con banchinaggio discreto con posa travetti e pignatte dal piano inferiore:**
  - Incontro preliminare formativo;
  - Casseratura e banchinaggio dal basso;
  - Posa travetti e pignatte dal basso;
  - Rimozione travetti e pignatte posate.
4. **Lavorazione: solaio a travetti prefabbricati con l'uso di D.P.I. anticaduta e linea di ancoraggio:**
  - Incontro preliminare formativo;
  - Casseratura e banchinaggio dal basso;
  - Montaggio linea vita da ponteggio;
  - Posa travetti e pignatte dal basso;
  - Collaudo sistema con manichino prova in fase di posa travetti e in fase di posa delle pignatte in mezzera;
  - Rimozione travetti e pignatte posate.
5. **Lavorazione: solaio a lastre con l'uso di D.P.I. anticaduta – con cordino agganciato:**
  - Incontro preliminare formativo;
  - Posa in opera della prima lastra dai trabattelli;
  - Montaggio del D.P.I. sulla prima lastra da ponteggio;
  - Collaudo dei D.P.I. anticaduta tramite l'uso di un manichino di prova imbracato e ancorato alla lastra precedentemente posata;
  - Posa in opera delle lastre con D.P.I. anticaduta;
  - Rimozione delle lastre.

6. **Lavorazione: solaio a pannelli con l'uso di D.P.I. anticaduta – con cordino agganciato al pannello:**
  - Incontro preliminare formativo;
  - Posa in opera del primo pannello dal ponteggio;
  - Montaggio del D.P.I. sugli inserti del primo pannello dal ponteggio;
  - Collaudo di D.P.I. anticaduta tramite l'uso di un manichino di prova imbracato e ancorato al pannello precedentemente posato;
  - Posa in opera dei pannelli con il sistema di D.P.I. anticaduta;
  - Rimozione dei pannelli.
7. **Lavorazione: solaio con l'uso di reti di sicurezza:**
  - Incontro preliminare formativo;
  - Inserimento dei punti attacco della rete e dei tiranti ai pilastri;
  - Montaggio rete di sicurezza;
  - Montaggio rompitratta e puntelli centrali;
  - Collaudo rete secondo le norme UNI;
  - Posa in opera travetti e pignatte;
  - Rimozione travetti e pignatte.
  - Smontaggio rompitratta e puntelli centrali;
  - Rimozione rete di sicurezza.
8. **Lavorazione: solaio gettato in opera tradizionale:**
  - Incontro preliminare formativo;
  - Montaggio orditura secondaria;
  - Montaggio tavolato continuo;
  - Posa in opera di pignatte e armature;
  - Rimozione tavolato e orditura.
9. **Lavorazione: solaio gettato in opera non tradizionale:**
  - Incontro preliminare formativo;
  - Montaggio orditura secondaria (sistema DOKA);
  - Montaggio tavolato continuo (sistema DOKA);
  - Posa in opera di pignatte e armature;
  - Rimozione tavolato orditura e puntelli.
10. **Smantellamento cantiere:**
  - Smontaggio ponteggi di facciata;
  - Allontanamento materiali ed attrezzature;
  - Rimozione recinzione di cantiere;
  - Pulizia dell'area.

La sperimentazione è stata affidata alla ditta SCR Italia Srl di Pesaro. Le attività sono state effettuate nell'estate del 2009, sulla base del programma elaborato in sede di studio (figura 6).

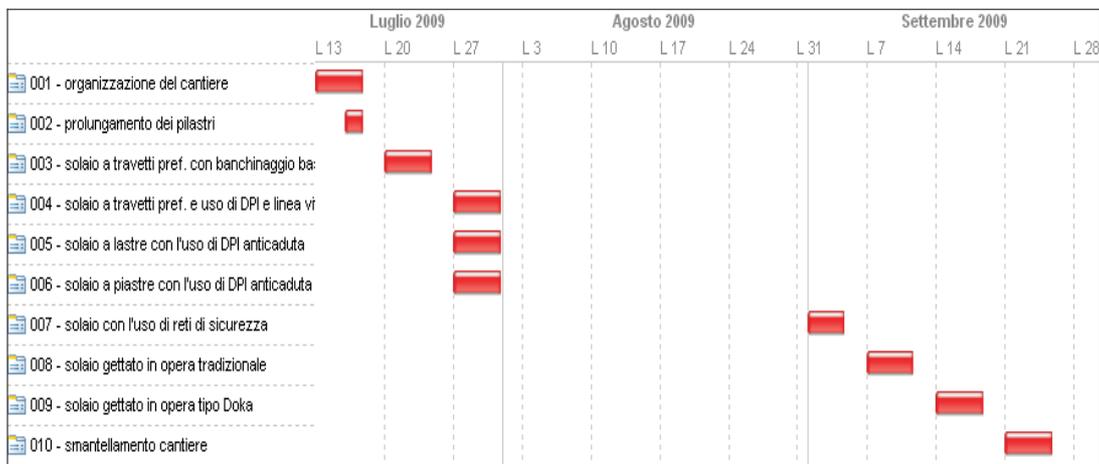


Figura 6 – Programma iniziale delle attività della sperimentazione

## TIPOLOGIA SOLAI

### INTRODUZIONE

I solai sono strutture bidimensionali piane caricate ortogonalmente al proprio piano, con prevalente comportamento resistente monodirezionale.

Sotto il profilo strutturale la normativa vigente distingue i solai nelle seguenti tre categorie:

1. misti di c.a. e c.a.p. e blocchi forati in laterizio;
2. misti di c.a. e c.a.p. e blocchi diversi dal laterizio;
3. realizzati con l'associazione di componenti prefabbricati in c.a. e c.a.p..

Nei solai misti in calcestruzzo armato normale e precompresso e blocchi forati in laterizio, i blocchi in laterizio hanno funzione di alleggerimento e di aumento della rigidità flessionale del solaio. Essi si suddividono in blocchi collaboranti e non collaboranti.

Nei solai misti di c.a. e c.a.p. e blocchi diversi dal laterizio, sono utilizzati blocchi in calcestruzzo leggero di argilla espansa, calcestruzzo normale sagomato, polistirolo, materie plastiche, elementi organici mineralizzati.

Nella terza categoria di solai i componenti in c.a. e c.a.p. sono prefabbricati.

Sotto il profilo costruttivo, classificazione più utile allo scopo della presente pubblicazione, i solai si possono distinguere in tre tipologie:

- a) solai gettati in opera in laterocemento;
- b) solai in laterocemento a travetti prefabbricati (a traliccio o precompressi) e blocchi in laterizio (pignatte);
- c) solai a pannelli in laterocemento o a lastre tralicciate o nervate alleggerite con blocchi di laterizio o polistirolo.

## ***SOLAI GETTATI IN OPERA***

I solai gettati in opera o completamente gettati in opera, in quanto anche altre tipologie di solaio hanno necessità di getti di conglomerato cementizio di completamento o integrativi, sono tra quelli in laterocemento i più antichi. Col tempo, l'industria a servizio dell'edilizia ha prodotto elementi strutturali prefabbricati (dai travetti ai pannelli e alle lastre) che pian piano hanno soppiantato tale tecnologia. Ad ogni buon conto, il solaio gettato in opera è ancora utilizzato, soprattutto in opere di una certa importanza e complessità, poiché offre vantaggi che gli altri sistemi costruttivi non possiedono, come la totale adattabilità a qualsiasi conformazione geometrica dell'opera da realizzare.

È una struttura mista in laterocemento, di altezza variabile in funzione delle luci, realizzato con elementi singoli di laterizio collaboranti/non collaboranti accostati tra loro in opera per la formazione di nervature strutturali parallele e soletta, armate con barre di acciaio tipo B450C, reso monolitico con getto di solidarizzazione con calcestruzzo di classe non inferiore a C20/C25 (UNI EN 2061:2006 e UNI 11104:2004).

La realizzazione avviene posando su di un tavolato continuo i blocchi di laterizio secondo file nel senso dell'orditura del solaio e ad una distanza laterale tale da realizzare nervature di larghezza costante. All'interno di queste ultime sono alloggiato le armature previste dal calcolo strutturale. Il successivo getto di calcestruzzo rende solidale l'insieme.

Il solaio è in grado di autoportarsi solo dopo la maturazione del calcestruzzo e la sua stabilità temporanea è affidata al banchinaggio. Questo tipo di opera provvisoria richiede un tavolato continuo che interessi tutto il vano da coprire. Questa operazione, complicata e onerosa, rappresenta il motivo principale per cui al solaio gettato in opera si preferiscano sistemi costruttivi che prevedono l'uso di elementi strutturali prefabbricati (travetti, pannelli e lastre).

Il banchinaggio è effettuato mediante puntelli in legno o metallici, normalmente ad interesse variabile da 100 a 300 centimetri, di sostegno dell'orditura primaria ad interesse variabile da 150 a 200 centimetri, costituita normalmente da travi in legno di sezione da cm 10x10 a cm 20x12, ortogonale alla tessitura del solaio, e al di sopra di queste travi secondarie (travicelli) normalmente di sezione inferiore a quella principale, ad interesse variabile da 70 a 100 centimetri (figure 7 e 8). Sopra i travicelli è posato ed inchiodato il tavolato costituito normalmente da pannelli in legno da cassetta di spessore di 3 centimetri.

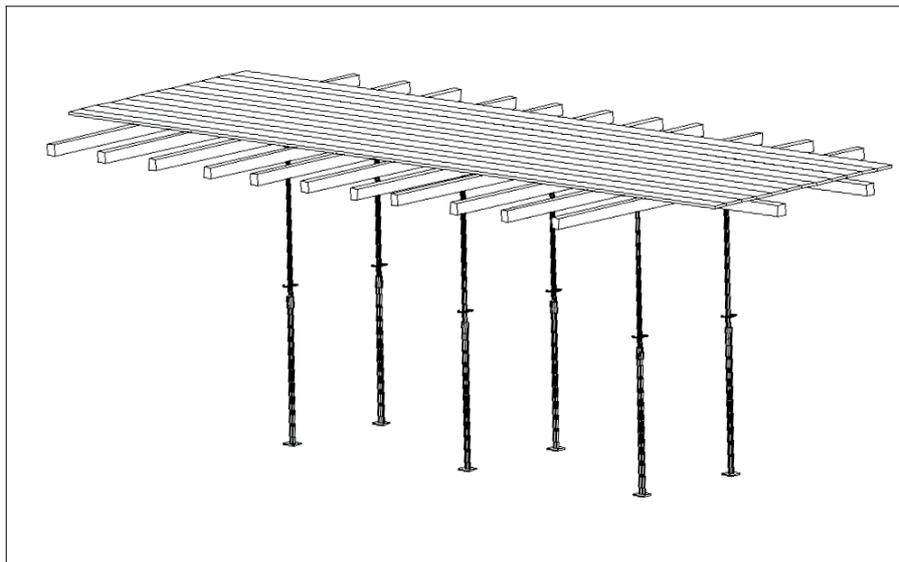


Figura 7 - Rappresentazione grafica assonometrica di un banchinaggio con tavolato piano e continuo

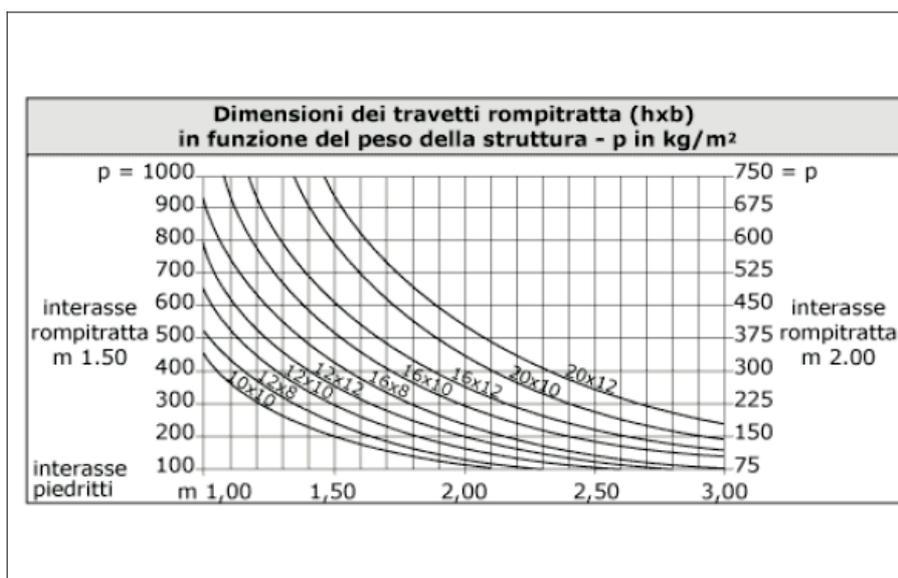


Figura 8 - Normogramma per il dimensionamento delle travi principali (ropitratta) di banchinaggio (fonte RDB)

## ***SOLAI A TRAVETTI PREFABBRICATI***

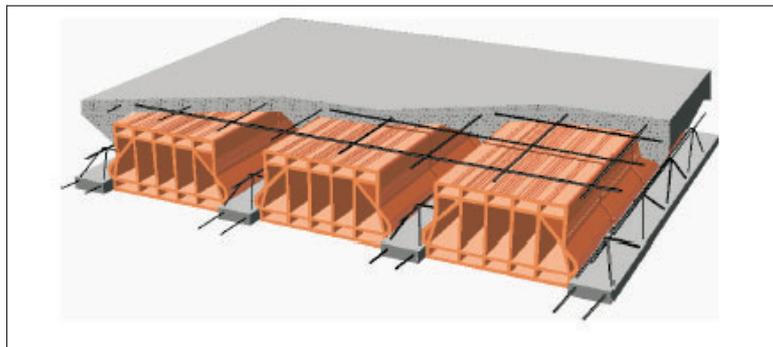
I solai a travetti prefabbricati possono distinguersi in solai:

- a) con travetti a traliccio (figura 9);
- b) con travetti in c.a.p. (figura 10).

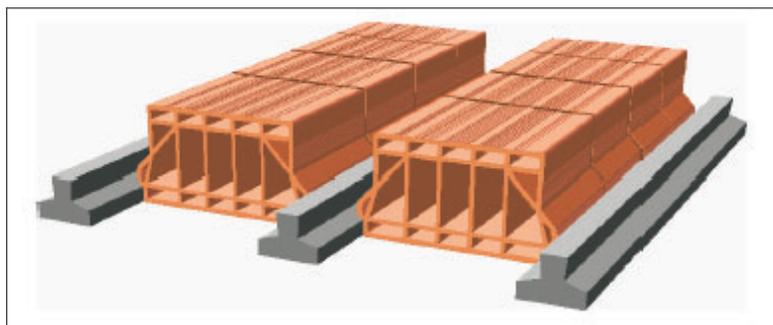
I travetti a traliccio sono travetti di calcestruzzo armato irrigiditi da un traliccio metallico, possono essere provvisti di fondello di laterizio. Coprono luci di solaio anche ragguardevoli (oltre 8,5 metri).

I travetti in c.a.p. sono in calcestruzzo armato precompresso di dimensioni variabili (cm 9x12, 13x14, 14x17). Possono coprire luci di solaio ancora maggiori rispetto a quelli a traliccio (oltre 10,0 metri).

Sono solai a struttura mista in laterocemento, di altezza variabile in funzione delle luci, realizzati con travetti prefabbricati (a traliccio o in c.a.p.) ed interposti blocchi di laterizio collaboranti/non collaboranti accostati tra loro in opera. Richiedono armate integrative, con barre di acciaio tipo B450C, e getti di completamento e solidarizzazione, con calcestruzzo di classe non inferiore a C20/C25 (UNI EN 2061:2006 e UNI 11104:2004). Il solaio può prevedere, per motivi strutturali, fasce piene e nervature trasversali di ripartizione.



**Figura 9 – Spaccato solaio in laterocemento a travetti tralicciati (fonte Laterizificio Pugliese)**

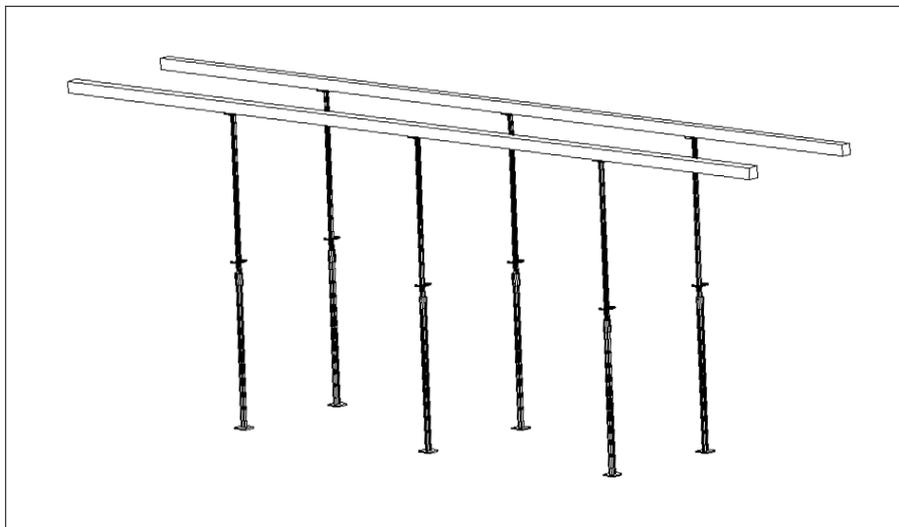


**Figura 10 – Spaccato solaio in laterocemento a travetti in c.a.p. (fonte Laterizificio Pugliese)**

La realizzazione avviene posando i travetti, con gli appoggi terminali sulla cassatura delle travi o dei cordoli e intermedia su rompitratta, i blocchi in laterizio, dotati di appositi dentelli laterali per essere posati in aderenza ai travetti, l'armatura integrativa e quella dell'eventuale soletta superiore. Il successivo getto di calcestruzzo di completamento rende solidale l'insieme.

Il solaio è in grado di autoportarsi solo dopo la maturazione del calcestruzzo e la sua stabilità temporanea è affidata al banchinaggio. Questo tipo di opera provvisoria, sotto il profilo strutturale, non richiede un tavolato continuo, come per i solai gettati in opera, essendo sufficiente realizzare semplici rompitratta per frazionare la luce del travetto. L'impalcatura provvisoria, dunque, è discontinua e la sua realizzazione è meno complicata e onerosa di quella continua dei solai gettati in opera.

I rompitratta sono in legno di sezione variabile da cm 10x10 a cm 20x12, disposti ad interasse variabile da 150 a 200 centimetri, poggiati su puntelli in legno o metallici, normalmente ad interasse variabile da 100 a 300 centimetri (figura 11).

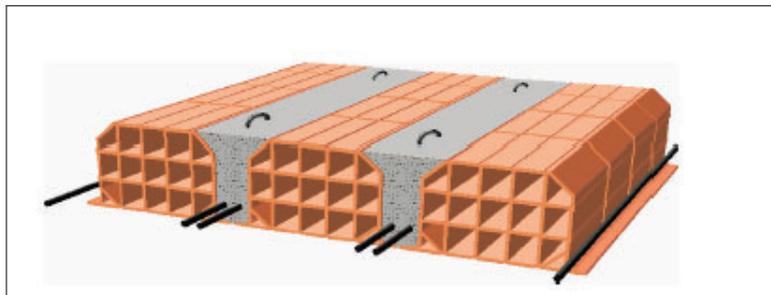


**Figura 11 – Esempificazione di rompitratta nel banchinaggio per solai a travetti prefabbricati**

### ***SOLAI A PANNELLI O LASTRE***

I solai a pannelli prefabbricati sono solai a struttura mista in laterocemento, di altezza variabile in funzione delle luci da coprire, di larghezza variabile generalmente da cm 80 a 120, ottenute in stabilimento da due o tra file di blocchi di laterizio con nervature centrali in calcestruzzo di classe non inferiore a C30/C35, armate con barre di acciaio di tipo B450C (figura 12). Il solaio richiede comunque un getto di solidarizzazione in opera con calcestruzzo di classe non inferiore a C20/C25.

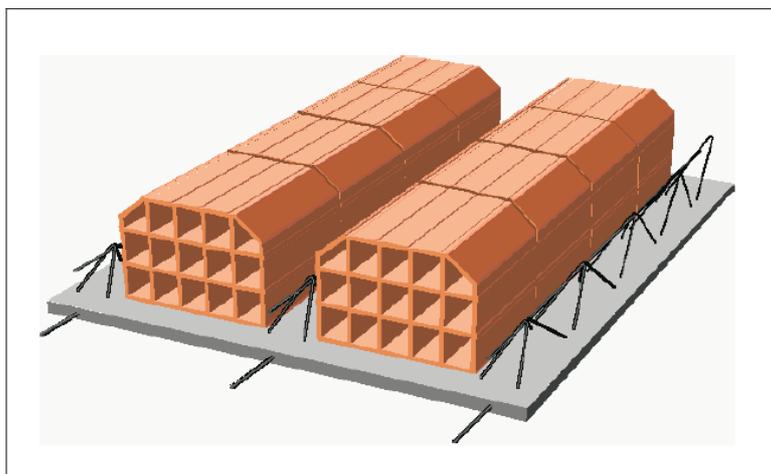
La realizzazione dei solai avviene posando in adiacenza i pannelli prefabbricati, con le teste poggiate sulle impalcature provvisorie per almeno 5 centimetri, con o senza rompitratta intermedi di sostegno, in funzione delle luci di solaio.



**Figura 12 – Pannello soletto in laterocemento (fonte Laterizificio Pugliese)**

I solai a lastre prefabbricate sono solai a struttura mista in laterocemento o polistirolo e cemento, di altezza variabile in funzione delle luci da coprire, di larghezza cm 120, ottenute in stabilimento con lastre in calcestruzzo normale o precomprese, irrigidite da tralicci metallici o con nervature in calcestruzzo ed alleggerite con blocchi di calcestruzzo o in polistirolo (figure 13 e 14). Il solaio richiede un getto di solidarizzazione in opera con calcestruzzo di classe non inferiore a C20/C25.

La realizzazione dei solai avviene posando in adiacenza le lastre prefabbricate, con le teste poggiate sulle impalcature provvisorie per almeno 5 centimetri, con o senza rompitratta intermedi di sostegno, in funzione delle luci di solaio. Il successivo getto di calcestruzzo di completamento rende solidale l'insieme.



**Figura 13 – Lastra soletto a travetti tralicciati e blocchi di laterizio (fonte Laterizificio Pugliese)**

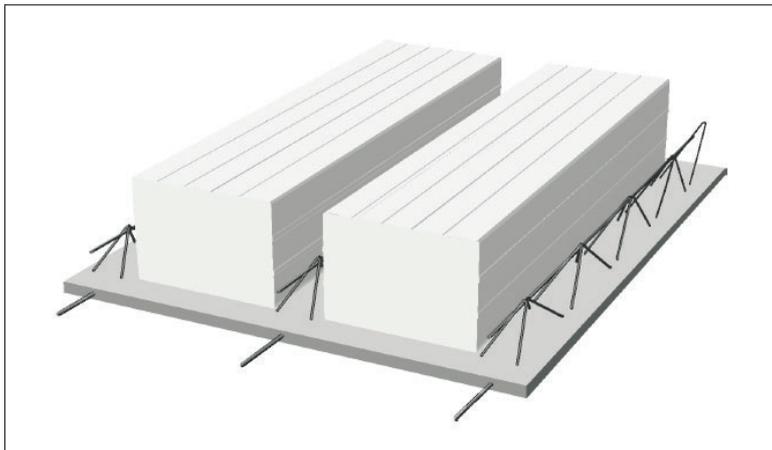


Figura 14 – Lastra solaio a travetti tralicciati e blocchi di polistirolo (fonte Laterizificio Pugliese)

## ***SPERIMENTAZIONE DEL SOLAIO A TRAVETTI PREFABBRICATI REALIZZATO DAL BASSO***

### ***DESCRIZIONE***

In questa sperimentazione si è trattato di mettere a punto alcune procedure che permettessero di effettuare in sicurezza, limitatamente al rischio di caduta dall'alto verso l'interno, la realizzazione di solai in laterocemento con operazioni effettuate dal basso sino alla posa in opera di travetti e pignatte.

Le fasi considerate sono state: montaggio cassetture e banchinaggio discontinuo, posa di travetti e pignatte, posa del ferro, getto e vibratura del calcestruzzo, disarmo.

Tra le attività necessarie alla realizzazione del solaio quelle che presentano maggior pericolo di caduta dall'alto sono il montaggio del banchinaggio e la posa di travetti e pignatte, in quanto nelle successive lavorazioni la protezione è assicurata dal solaio medesimo. La sperimentazione, pertanto, si è concentrata sull'analisi delle misure ed azioni preventive e protettive al fine di ridurre al minimo il rischio di caduta dall'alto.

Le attrezzature ed i materiali adoperati sono riportati nella tabella 1.

La squadra di montaggio è composta da cinque operatori, di cui due addetti posizionati sui trabattelli e uno a terra col compito del passaggio delle pignatte, un addetto alla movimentazione meccanizzata dei carichi per il passaggio di travetti, un preposto con compiti di controllo e coordinamento delle operazioni (tabella 2).

**Tabella 1 – Attrezzature e materiali adoperati**

<p><b>Attrezzature adoperate:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>– Trabattelli marca Frigerio Carpentiere Spa modello Indoor</li><li>– Ponti su cavalletti: impalcato costituito da tavole 5X20 e coppia di cavalletti metallici</li></ul> <p><b>Materiali utilizzati per il banchinaggio:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>– Puntelli: di tipo per solaio Doka Eurex 20 350</li><li>– Travetti in legno per rompitratte: Doka H20 top</li></ul> <p><b>Materiali utilizzati per il solaio:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>– Travetti precompressi: di tipo a T armati con trefoli di acciaio armonico di dimensioni 12X12</li><li>– Pignatte: in laterizio di dimensioni 38X20X25</li><li>– Armatura in acciaio tipo B450C</li><li>– Calcestruzzo di classe non inferiore a C20/25</li></ul>
---

**Tabella 2 . Composizione squadra**

<p><b>Composizione squadra:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>– Preposto</li><li>– Un operaio qualificato (addetto gru)</li><li>– Due operai specializzati (carpentieri)</li><li>– Un operaio comune (aiuto carpentiere)</li></ul>
--

### ***PROCEDURA DI MONTAGGIO DEI TRAVETTI E DELLE PIGNATTE DAL BASSO***

La tecnica adottata per il montaggio del banchinaggio discontinuo dal basso, ritenuta più sicura, ha previsto l'utilizzo di trabattelli e/o ponti su cavalletti regolamentari.

Il banchinaggio discontinuo è stato montato sulla base di un progetto esecutivo (fig. 15).

Dal piano del solaio di base si è iniziato con il posizionare i puntelli delle armature delle travi perimetrali e dei rompitratta, regolandone le altezze mediante le staffe di fissaggio. Per consentire una maggiore speditezza del montaggio dei puntelli e per garantirne un'adeguata stabilità sono stati utilizzati treppiedi amovibili. Di seguito, sono state inserite le travi dei rompitratta nelle teste di disarmo dei puntelli, mediante forche di montaggio con livellamento dell'orditura mediante la regolazione dell'altezza dei puntelli. Il montaggio è stato effettuato con l'uso di forche dal piano inferiore e, solo per il fissaggio di tavole di contrasto trasversale dei rompitratta, tramite l'uso di trabattelli.

Per la fase di montaggio di travetti e pignatte si è reso necessario posizionare due trabattelli parallelamente tra loro, a distanza reciproca di circa 1 m, in modo da consentire ai due addetti di movimentare congiuntamente i travetti (fig. 16). L'altezza del trabattello è stata regolata a circa 1,70 m da terra in modo da permettere una migliore posizione ergonomica agli operatori, poiché si garantiva un franco di circa 1,20 m tra i piedi dell'operatore ed il piano del solaio da allestire.

La sequenza di montaggio è stata la seguente:

- a) l'addetto alla gru consegna dall'alto due travetti per volta agli operatori su trabattello, i quali li posizionano ad una distanza reciproca utile alla successiva collocazione delle pignatte (fig. 17);
- b) l'operatore a terra passa una alla volta ai due addetti le pignatte che saranno posizionate, per file parallele, tra i due travetti (fig. 18 e 19);
- c) una volta posizionate due file di pignatte, i due operatori che stazionano sul trabattello, scendono a terra per ricollocarlo nell'area immediatamente adiacente a quella precedente;
- d) le operazioni procedono in questa maniera, fino al posizionamento della penultima fila di pignatte e travetti;
- e) l'ultima fila di pignatte è posizionata dall'alto, operando dal ponteggio perimetrale o, nell'eventualità che avvenga dal solaio incompleto, adoperando idonei D.P.I. anticaduta.

Va sottolineato che, per evitare possibili infortuni dovuti al ribaltamento dei ponti su ruote durante il loro spostamento, gli operatori devono discendere dallo stesso prima di spostarlo e successivamente devono procedere a bloccare nuovamente le ruote prima di risalirci.

Per compiere le operazioni sopra descritte è possibile utilizzare al posto dei trabattelli ponti su cavalletti regolamentari (fig. 20). Questa soluzione riduce il numero degli spostamenti dei ponti, ma richiede un maggior impegno per movimentarli. Un ulteriore vantaggio dell'utilizzo dei ponti su cavalletti è la velocizzazione delle lavorazioni attraverso la possibilità di realizzare un temporaneo deposito di pignatte lungo l'impalcato stesso, evitando i singoli passaggi di pignatte tra gli operatori a terra e quelli in quota.

### ***OSSERVAZIONI***

Questo tipo di montaggio risulta molto efficace e facilmente praticabile. Occorre tuttavia segnalare alcune criticità.

Una di esse è dovuta all'uso del trabattello, il quale dovendo avere dimensioni contenute per l'uso specifico, richiede una maggiore attenzione da parte degli operatori, al fine di evitare oscillazioni pericolose e/o ribaltamenti. A tale proposito si consiglia, ove possibile, di predisporre comunque sul trabattello il parapetto regolamentare di altezza pari a 1 m. anche ad altezze inferiori ai 2 m. da terra.

Un'altra situazione di pericolo si è poi verificata nei confronti dell'operatore di terra che passa le pignatte agli operatori sul trabattello. Questo operatore, infatti, è esposto al pericolo di caduta di materiali dall'alto. Pertanto, è obbligato all'uso costante dell'elmetto protettivo e comunque deve evitare di stazionare al di sotto dell'area con pericolo di caduta di materiali dall'alto.

Un altro aspetto delicato, riguarda le operazioni di movimentazione dei carichi soprattutto da parte degli operatori su trabattello, i quali devono prelevare le pignatte chinandosi e sollevare e posizionare le medesime, anche con operazioni di torsione del tronco. Accanto a ciò, è rilevante anche la ripetitività dei movimenti, che amplifica nel tempo le conseguenze connesse alle operazioni di movimentazione manuale dei carichi.

Infine, non è da sottovalutare l'incremento dei costi di realizzazione dei solai, dovuto al maggior tempo necessario alle operazioni di posa dei travetti e delle pignatte dal basso.

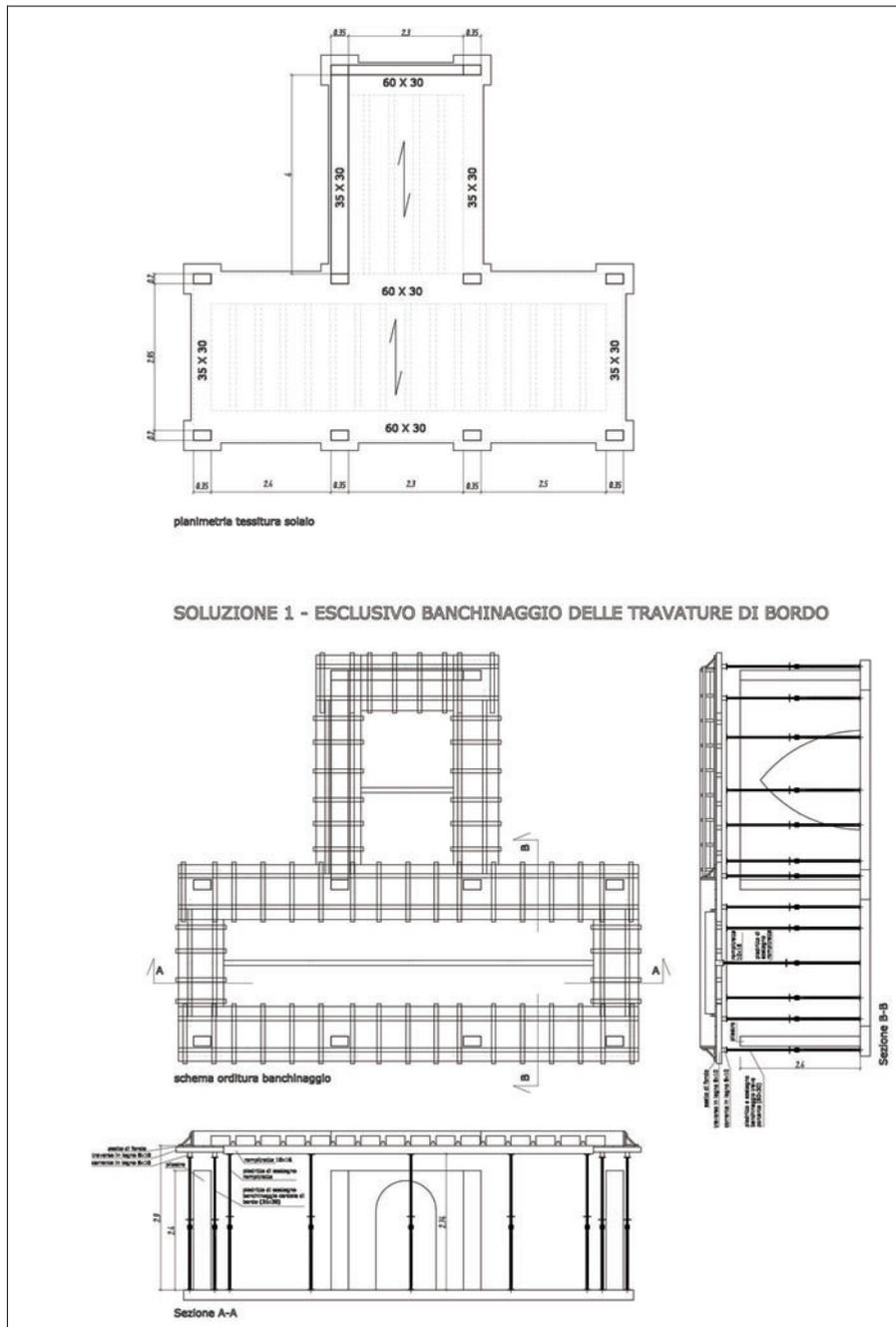


Figura 15 - Progetto del banchinaggio discontinuo



Figura 16 – Uso di ponti su ruote di ridotte dimensioni per la posa di travetti e pignatte dal basso



Figura 17 – Fase di posa in opera dei travetti



Figura 18 – Fase del passaggio delle pignatte dal basso

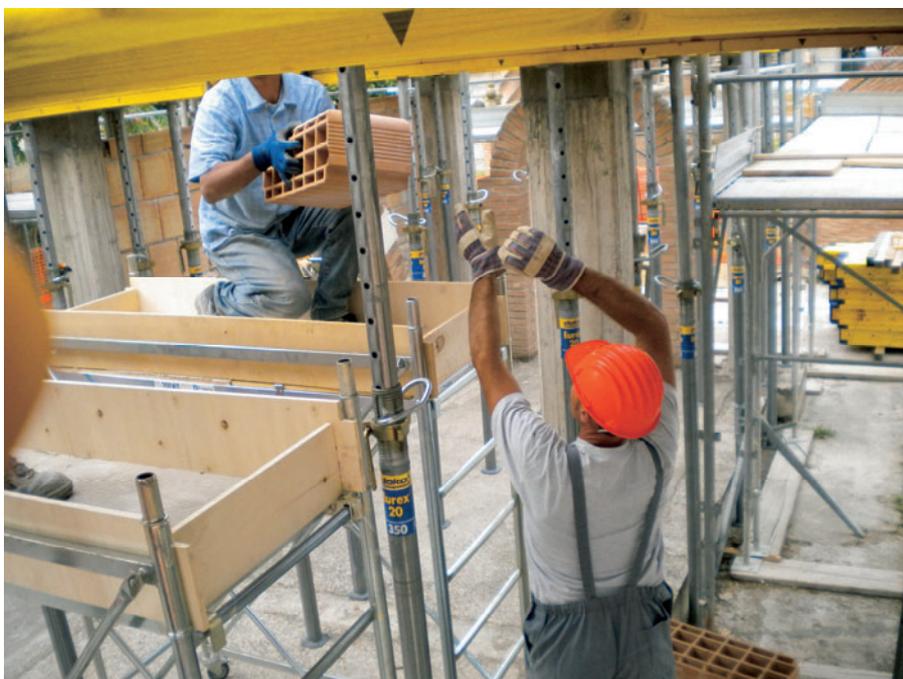


Figura 19 – Fase del passaggio delle pignatte dal basso



Figura 20 – Uso di ponti su cavalletti

## **SPERIMENTAZIONE DEL SOLAIO A TRAVETTI O A PANNELLI/LASTRE REALIZZATO CON L'USO DI RETI DI SICUREZZA**

### **DESCRIZIONE**

In questa sperimentazione si è proceduto a verificare l'efficacia sotto il profilo prevenzionistico, limitatamente al rischio di caduta dall'alto verso l'interno, dell'utilizzo di reti di sicurezza.

Le fasi considerate sono state: montaggio parziale del banchinaggio discontinuo, messa in opera delle reti di sicurezza anticaduta, completamento del banchinaggio con il montaggio dei rompitratta, posa di travetti e pignatte, posa del ferro, getto e vibratura del calcestruzzo, disarmo.

Tra le attività necessarie alla realizzazione del solaio è stata analizzata quella relativa alla posa di travetti e pignatte dall'alto, verificando l'efficacia del sistema di protezione collettiva costituito dalle reti di sicurezza.

Le attrezzature ed i materiali adoperati sono riportati nella tabella 3.

La squadra di montaggio è composta da cinque operatori, di cui due addetti in quota, un addetto alla gru e un addetto all'imbracatura di travetti e pignatte, un preposto con compiti di controllo e coordinamento delle operazioni (tabella 4).

**Tabella 3 – Attrezzature e materiali adoperati**

<p><b>Attrezzature adoperate:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>– Rete di sicurezza: tipo AN 0401 classe B2 certificata EN 1263-1 e EN 1263-2 della ditta Ribolla Giovanni snc. Dimensioni m 8X3</li><li>– Corda laterale: fune in fibra tessile sintetica ad alta resistenza ed elevato modulo elastico <math>\varnothing</math> 8 mm con carico di rottura <math>\geq</math> 25,5 kN</li><li>– Tasselli di ancoraggio: di tipo con anelli a "golfare" <math>\varnothing</math> 23 12x150 con tassello M12 e barra filettata</li></ul> <p><b>Materiali utilizzati per il banchinaggio:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>– Puntelli: di tipo per solaio Doka Eurex 20 350</li><li>– Travetti in legno per rompitratta: Doka H20 top</li></ul> <p><b>Materiali utilizzati per il solaio:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>– Travetti precompressi: di tipo a T armati con trefoli di acciaio armonico di dimensioni 12X12</li><li>– Pignatte: in laterizio di dimensioni 38X20X25</li><li>– Armatura in acciaio tipo B450C</li><li>– Calcestruzzo di classe non inferiore a C20/25</li></ul>
---

**Tabella 4 . Composizione squadra**

<p><b>Composizione squadra:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>– Preposto</li><li>– Un operaio specializzato (addetto gru)</li><li>– Un operaio specializzato (carpentiere)</li><li>– Un operaio qualificato (aiuto carpentiere)</li><li>– Un operaio comune (imbracatore e manovale)</li></ul>
--

### ***PROCEDURA D'INSTALLAZIONE DELLA RETE DI SICUREZZA***

La rete di sicurezza utilizzata, di dimensioni di m 8.00 x 3.00 (pari alle dimensioni del solaio da realizzare), è conforme alle specifiche della norma tecnica UNI EN1263-1 ed è stata installata nel rispetto della norma UNI EN1263-2 (figg. 21 e 22).

La sequenza di montaggio della rete di sicurezza è stata la seguente:

- f) tre operai montano le cassature delle travi e dei cordoli dal basso con l'uso di forche di fissaggio;
- g) tre operai fissano sulla superficie interna di ognuno dei pilastri su due lati opposti del solaio da realizzare, ad un'altezza prossima alla sommità del pilastro, tasselli ad espansione del tipo a "golfare" Ø 23 mm 12X150, aventi caratteristiche tecniche di tenuta conforme alla norma UNI EN 1263-2:2003 (6kN per punti di ancoraggio) (fig. 23);
- h) due operai applicano ai tasselli una fune in fibra tessile sintetica (fig. 24). La fune è indispensabile per ricondurre a meno di 2,50 metri, distanza sempre ampiamente superata dagli interassi dei pilastri degli ordinari solai, la distanza di ancoraggio della rete di sicurezza, così come richiesto dalla norma UNI EN 1263-2;
- i) la rete di sicurezza è agganciata per il mezzo della propria corda perimetrale alla fune utilizzando moschettoni in acciaio, con punti di ancoraggio ad una distanza di circa 1,30 m (fig. 25 e 26);
- j) due operai montano i puntelli che sostengono il rompitratta centrale, facendo passare al di sopra la rete di sicurezza.

### ***PROVA DI TENUTA DELLA RETE DI SICUREZZA***

Le reti di sicurezza certificate CE sono garantite per resistere alla caduta di un carico di 100 kg, di forma sferica, lasciato cadere da un'altezza di un metro al di sopra del piano di ancoraggio della rete, con deformazioni massime inferiori a quelle massime riportate al punto 5.4 della norma UNI EN 1263-2:2003.

Per verificare la tenuta del sistema di ancoraggio della rete di sicurezza in sito è stata effettuata analogo prova, utilizzando un peso di 100 kg di forma cilindrica, lasciato cadere da un metro al di sopra del piano d'imposta della rete (fig. 27).

La sperimentazione è stata effettuata in tre condizioni differenti:

- a) con puntelli telescopici Doka Eurex 20 350 muniti di treppiedi alla base;
- b) con puntelli telescopici Doka Eurex 20 350;
- c) con puntelli di tipo tradizionale.

In tutti e tre i casi si sono ottenuti gli stessi risultati. La rete di sicurezza ha fornito prestazioni conformi alla citata norma UNI EN 1263-2:2003, punto 5.4 (figg. 28 e 29).

I dati geometrici della prova di carico sono i seguenti:

- $h$  = altezza d'imposta della rete = 255 cm;
- $Q_i$  = altezza di caduta del carico riferita al piano d'imposta della rete = 100 cm;
- $f_0$  = frecce iniziale della rete = 38 cm;
- $l$  = luce del solaio 395 cm;
- $f_{max}$  = freccia massima della rete sotto carico = 105 cm.

Le condizioni iniziali della prova sono conformi a quanto stabilito al punto 5.4 della norme UNI EN 1263-2:

- $f_0 = 38 \text{ cm} < 0,1 \times l = 39,5$
- $H_i = 100 \text{ cm} < 600 \text{ cm}$

Il carico utilizzato, per motivi di praticità, è costituito da un fusto in materiale plastico riempito di sabbia fino a raggiungere un peso complessivo di 100 chilogrammi.

Non è possibile fare la verifica finale delle deformazioni massime in quanto la norma UNI EN 1263-2 prende in considerazione soltanto reti di larghezza non inferiore a 5 metri. Ad ogni buon conto, la freccia massima ottenuta sotto carico è in parte attribuibile all'annullamento della freccia della campata adiacente, in quanto sotto carico la rete è tirata lateralmente.

Dal punto di vista strutturale la prova è senz'altro positiva, in quanto l'ancoraggio della rete di sicurezza esclusivamente ai pilastri ha consentito di assorbire le forze orizzontali senza alcuna complicazione per le opere provvisorie. Risultato che non sarebbe stato possibile ottenere se la rete fosse stata ancorata ai puntelli del banchinaggio. Infatti, il rompitratta centrale e i relativi puntelli di sostegno non hanno subito sforzi apprezzabili, poiché la rete di sicurezza sotto carico scorre al di sopra del rompitratta e l'attrito che è esercitato per contatto assume valori trascurabili a motivo del peso modesto esercitato dalla rete.

### ***OSSERVAZIONI***

Questo tipo di soluzione risulta essere, contrariamente alle aspettative, efficace e praticabile e non richiede particolari studi e progettazione, come nel caso in cui l'ancoraggio delle reti avviene direttamente alla cassatura di travi e solai, nel qual caso è necessario accertarsi preventivamente della resistenza offerta dall'opera provvisoria, soprattutto in relazione alle forze orizzontali che si trasmettono dalla rete di sicurezza sotto carico.

Sotto il profilo realizzativo richiede il montaggio dei rompitratta centrali solo dopo il montaggio delle reti di sicurezza.

Sotto il profilo preventivo deve essere categoricamente vietato l'accesso al piano inferiore, provvedendo ad applicare opportune delimitazioni/sbarramenti e segnali.

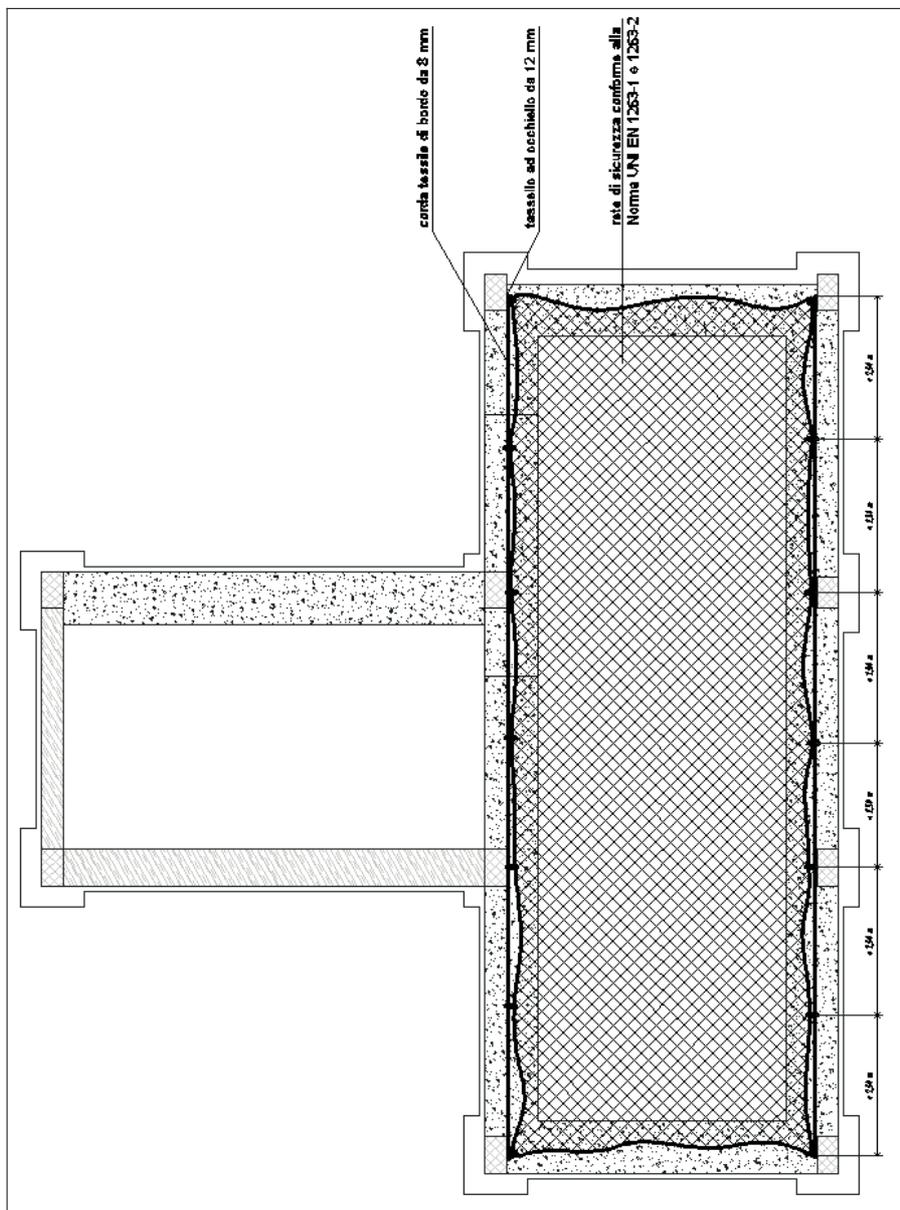


Figura 21 – Planimetria della disposizione della rete di sicurezza in opera

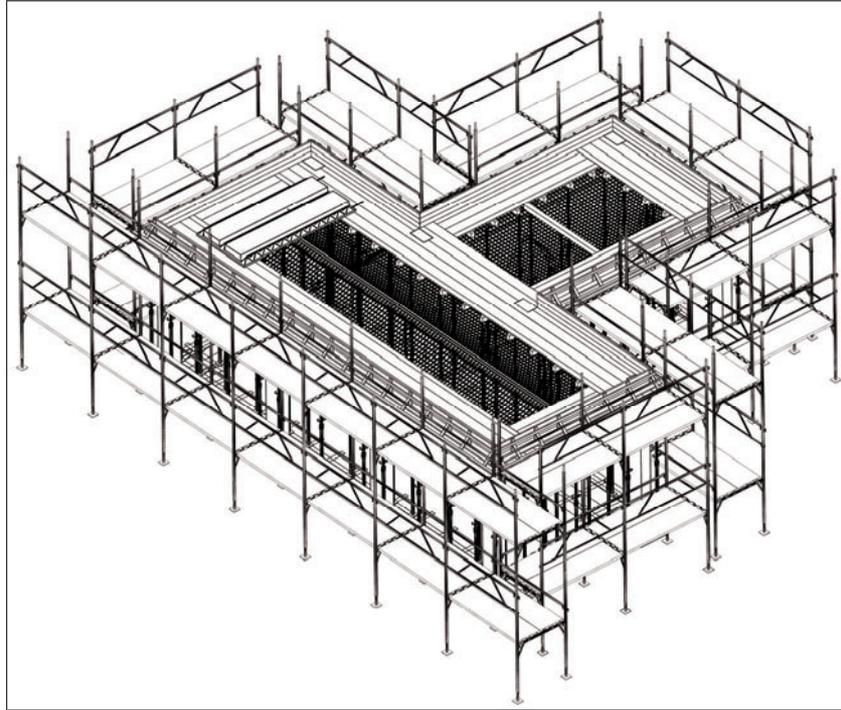


Figura 22 – Vista assonometrica del sistema



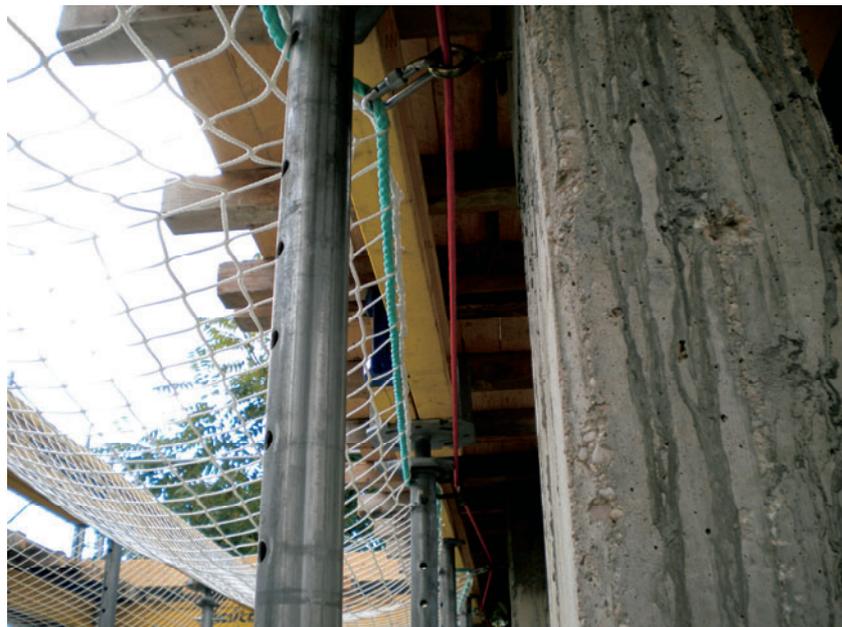
Figura 23– Fase della realizzazione dei punti di ancoraggio della rete ai pilastri



Figura 24 – Montaggio della fune di bordo ai pilastri



Figura 25 – Dettaglio dell'ancoraggio d'angolo della rete al pilastro



**Figura 26 – Dettaglio ancoraggi intermedi della rete ai pilastri e alla fune di bordo**



**Figura 27 – Foto della prova in situ della rete con un peso di 100 kg lasciato cadere ad un'altezza superiore a 100 centimetri dal piano d'imposta della rete**

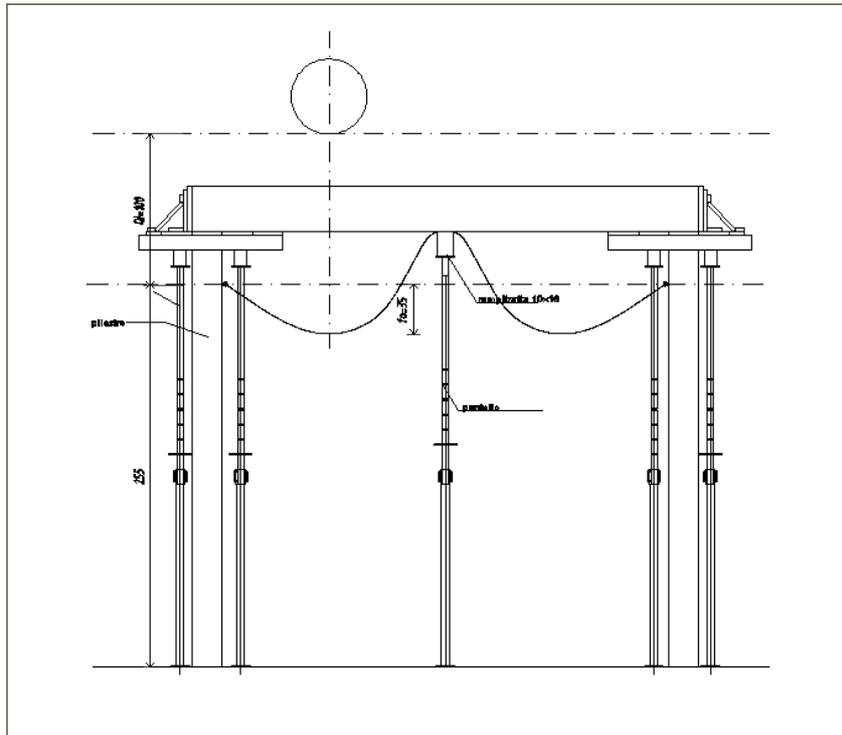


Figura 28 - Disegno della fase iniziale della prova di carico della rete di sicurezza

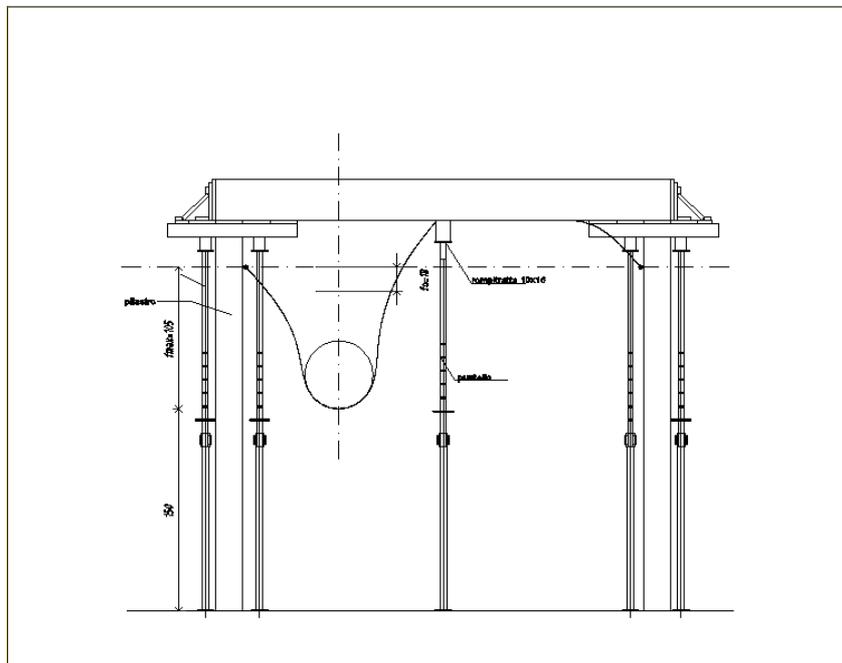


Figura 29 - Disegno della fase finale della prova di carico della rete di sicurezza

## ***SOLAIO A TRAVETTI E A LASTRE O PANNELLI PREFABBRICATI CON L'USO DI D.P.I. ANTICADUTA CON LINEA DI ANCORAGGIO***

### **DESCRIZIONE**

In questa sperimentazione si è proceduto a verificare la possibilità e l'efficacia, sempre in riferimento al rischio di caduta dall'alto verso l'interno dei solai, dell'utilizzo di D.P.I. anticaduta con linea di ancoraggio (fig. 30).

Le attività previste per la realizzazione di questa tipologia di solaio sono: cassetta delle travi, allestimento della linea di ancoraggio flessibile, montaggio del banchinaggio discontinuo, posa di travetti e pignatte ovvero di lastre/pannelli, posa del ferro integrativo, getto del calcestruzzo, vibrazione e disarmo.

In particolare, tra queste attività è stata analizzata quella relativa alla posa di travetti e pignatte dall'alto, verificando l'efficacia del sistema di protezione costituito da D.P.I. anticaduta collegato a linea di ancoraggio flessibile.

Le attrezzature ed i materiali adoperati sono riportati nella tabella 5.

**Tabella 5 – Attrezzature e materiali adoperati**

<p><b>Attrezzature adoperate:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>– Lina di ancoraggio: sistema a rapido innesto Rurefast 3 composto da boccola 100, asta terminale e fune sintetica dotato di certificazione CE rilasciato in data 30.06.2005, con n. 0068/ETI-D.P.I./051-2005, dall'Istituto Ricerche M. Masini Rho</li><li>– Imbracatura: marca Tractel HT22 con attacco anteriore/posteriore + Jacket arancio incorporato conforme UNI EN361</li><li>– Dispositivo anticaduta di tipo retrattile conforme alla norma UNI EN 360/2002, marca TRACTEL, modello Blocfor B2W, del peso di 0.9 kg, con cinghia da 2 m, con tirante d'aria dichiarato di 3 metri nel caso di punto di ancoraggio al di sopra dell'operatore</li><li>– Tasselli di ancoraggio: di tipo con anelli a "golfare" Ø 23 12x150 con tassello M12 e barra filettata</li><li>– Manichino di prova, alto 1.80 ml. e di peso 82 kg</li></ul> <p><b>Materiali utilizzati per il banchinaggio:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>– Puntelli: di tipo per solaio Doka Eurex 20 350</li><li>– Travetti in legno per rompitratta: Doka H20 top</li></ul> <p><b>Materiali utilizzati per il solaio:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>– Travetti precompressi: di tipo a T armati con trefoli di acciaio armonico aventi dimensioni 12X12 ovvero lastre in laterocemento o polistirolo e cemento ovvero pannelli in laterocemento</li><li>– Pignatte (per i solai a travetti prefabbricati): in laterizio di dimensioni 38X20X25 Armatura in acciaio tipo B450C</li><li>– Calcestruzzo di classe non inferiore a C20/25</li></ul>
--

La squadra di montaggio è composta da cinque operatori, di cui due addetti in quota, un addetto alla gru e un addetto dei materiali da costruzione, un preposto con compiti di controllo e coordinamento delle operazioni (tabella 6).

**Tabella 6 – Composizione squadra**

<p><b>Composizione squadra:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>– Preposto</li><li>– un operaio specializzato (addetto gru)</li><li>– un operaio specializzato (carpentiere)</li><li>– un operaio qualificato (aiuto carpentiere)</li><li>– un operaio comune (imbracatore e manovale)</li></ul>
--

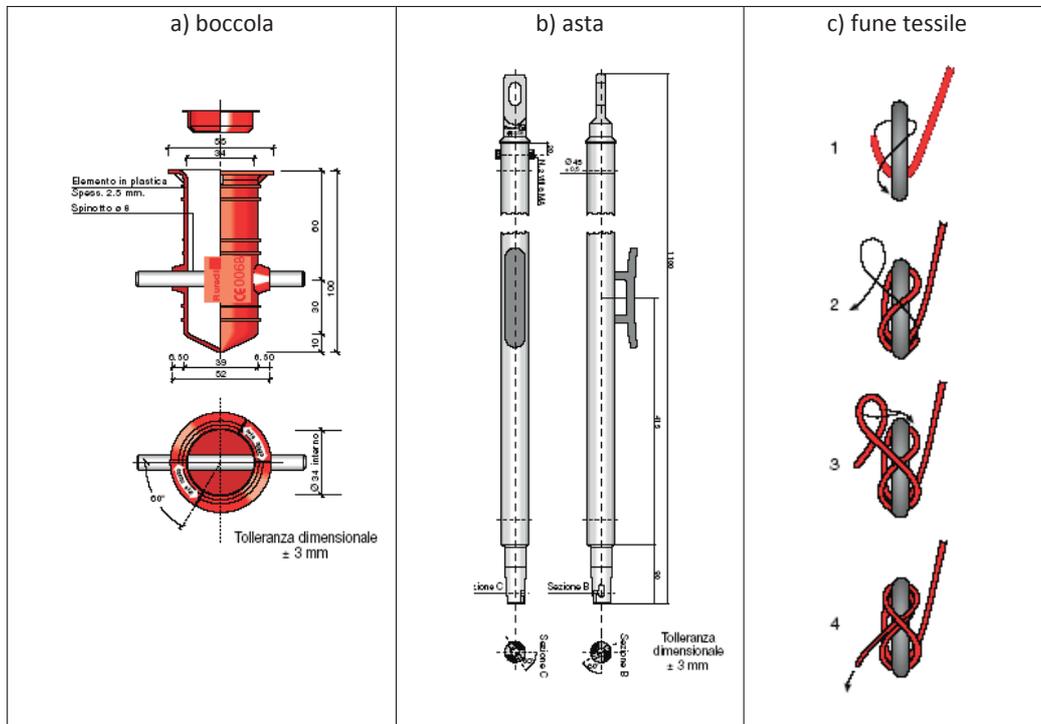
## ***DESCRIZIONE DELLA PROCEDURA D'INSTALLAZIONE DEL SISTEMA ANTICADUTA***

### **POSIZIONAMENTO DELLA LINEA DI ANCORAGGIO FLESSIBILE**

La linea di ancoraggio flessibile utilizzata, conforme alla norma UNI EN 795/02 e certificata CE, è costituita da (tabella 7):

1. boccola in polietilene speciale ad alta densità (HDPE) di spessore 2,5mm, marcata CE, con spinotto metallico  $\varnothing$  8 mm, da annegare nel calcestruzzo fresco per il successivo ancoraggio a baionetta dell'asta terminale o intermedia della linea di ancoraggio;
2. aste terminali o intermedie di altezza utile di circa 1 metro, realizzate con tubolare in acciaio zincato  $\varnothing$  45 mm, con terminale inferiore conformato in modo da consentire l'ancoraggio a baionetta nella boccola in polietilene preventivamente annegata nel calcestruzzo e estremità superiore ruotabile a 360° per permettere il corretto allineamento della linea di ancoraggio. L'asta terminale si differenzia da quella intermedia per la presenza di una bitta per il fissaggio della linea di ancoraggio;
3. "fune tessile sintetica" ad alta resistenza ed elevato modulo elastico,  $\varnothing$  8 mm, con carico di rottura  $\geq$  25,5 kN.

Tabella 7 – Elementi del sistema anticaduta



La sequenza di montaggio del sistema anticaduta è stata la seguente:

- k) un operaio, prima della presa del calcestruzzo, annega in ciascuno dei pilastri altrettante boccole in polietilene, per l'ancoraggio delle aste, secondo le istruzioni del produttore (fig. 31);
- l) tre operai montano le cassature delle travi e dei cordoli dal basso con l'uso di forche di fissaggio;
- m) due operai, a calcestruzzo maturato, inseriscono nelle boccole le aste (fig. 32) con innesto a baionetta;
- n) due operai tendono la fune tessile orizzontale, fissandola secondo le istruzioni del produttore alla bitta delle aste terminali, operando nel seguente modo (fig. 33):
  1. assicurare il capo corda della fune sulla bitta della prima asta terminale;
  2. far passare la fune sintetica attraverso la carrucola predisposta sul punto alla sommità dell'asta terminale;
  3. fissare l'altro capo corda, dopo avere eseguito la pretensione manuale della fune, all'ultima asta terminale come descritto al primo punto.
  4. mettere in tensione la fune fissandola alla bitta e tirandola manualmente con la forza che può esercitare il braccio, ma senza minimamente recuperare la tensione quando successivamente la fune si allenta per la viscosità del materiale.

## PROVA DI TENUTA DEL SISTEMA ANTICADUTA

Per verificare la tenuta del sistema anticaduta è stato utilizzato un manichino prova di altezza di 1,80 metri, realizzato in materiale plastico cavo e riempito con sabbia per un peso complessivo di 82 kg. Al manichino è stata applicata un'imbracatura di sicurezza con attacco dorsale collegato, per il tramite del dispositivo di tipo retrattile e di apposito connettore, alla linea di ancoraggio precedentemente disposta. La prova è consistita nel far cadere dall'altezza del banchinaggio, posta a circa 2,90 dal piano inferiore, il manichino e di osservare le conseguenze ed in particolare nel misurare il franco sotto i piedi a caduta avvenuta (fig. 34).

I risultati di prova ottenuti sono i seguenti:

- la freccia massima di inflessione ( $f_{max}$ ) della fune è di 85 centimetri;
- lo spostamento orizzontale della fune rispetto alla proiezione verticale della sua posizione originaria è di 50 centimetri;
- forte inclinazione verso l'interno delle aste di ancoraggio;
- la distanza dei piedi del manichino da terra è quasi nulla (fig. 35).

Per verificare le conseguenze della caduta durante il posizionamento delle pignatte, si è ripetuta la prova facendo cadere il manichino prova dall'alto da un punto più prossimo alla mezzeria del solaio (185 cm dal bordo).

I risultati di prova ottenuti sono i seguenti:

- la freccia massima di inflessione ( $f_{max}$ ) della fune è pari a circa 54 centimetri;
- lo spostamento orizzontale della fune rispetto alla proiezione verticale della sua posizione originaria è di 95 centimetri;
- piccolo danneggiamento della pignatta (fig. 36);
- forte inclinazione verso l'interno delle aste di ancoraggio;
- la distanza dei piedi del manichino da terra è pari a circa 10 centimetri (fig. 37).

Considerato, come era nelle aspettative, che l'uso del D.P.I. anticaduta con le modalità e i dispositivi in precedenza illustrati non fornisce margini di sicurezza cautelativi, in quanto non offre sufficiente franco sotto i piedi in seguito a caduta dell'operatore, si è proceduto ad effettuare una variante al sistema complessivo, in modo da ridurre la freccia di inflessione attribuibile all'inclinazione delle aste di ancoraggio sotto carico. La variante è consistita nell'ancoraggio della fune tessile non direttamente alla bitta ma al pilastro, tramite tasselli a golfare del tipo per ponteggi fissati sul lato del pilastro, a circa 50 cm dalla sua sommità (fig. 38).

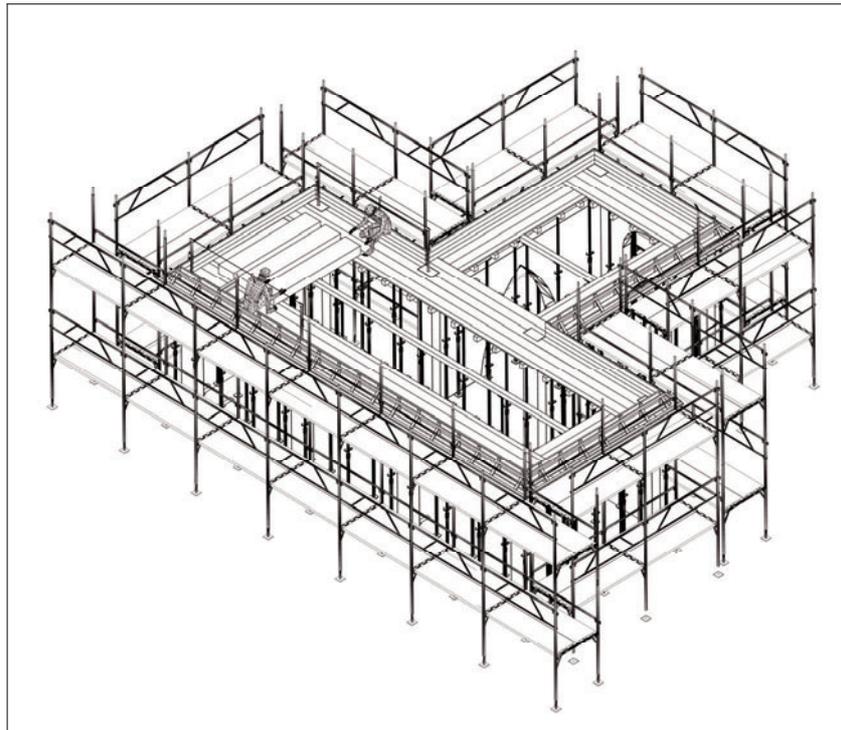
I risultati di prova ottenuti sono i seguenti:

- la freccia massima di inflessione ( $f_{max}$ ) della fune è pari a circa 70 centimetri;
- lo spostamento orizzontale della fune rispetto all'asse di inflessione è di 45 centimetri;
- la distanza dei piedi del manichino da terra è pari a circa 25 centimetri (fig.39).

La stessa esperienza può essere effettuata ancorando la fune tessile a tasselli direttamente applicati alla testa del pilastro, garantendo una resistenza a trazione di almeno 10 kN. Questa soluzione potrebbe rendere ancora più agevole il montaggio della linea di ancoraggio nel suo complesso.

### ***OSSERVAZIONI***

I risultati ottenuti attestano che la protezione dalla caduta dall'alto verso l'interno dei solai tramite sistemi anticaduta non rispondono completamente alle specifiche richieste dalla normativa tecnica di riferimento per carenza del "tirante d'aria", in quanto lo spazio sotto i piedi dell'operatore caduto non è di almeno 1 metro. Tuttavia, la soluzione con ancoraggio della fune tessile della linea di ancoraggio non direttamente alla bitta dell'asta, ma al pilastro con tassello ad anello, consente di ottenere un margine di sicurezza, garantendo 25 centimetri sotto i piedi, comunque apprezzabile.



**Figura 30 – Vista assometrica della posa travetti e pignatte con D.P.I. anticaduta**

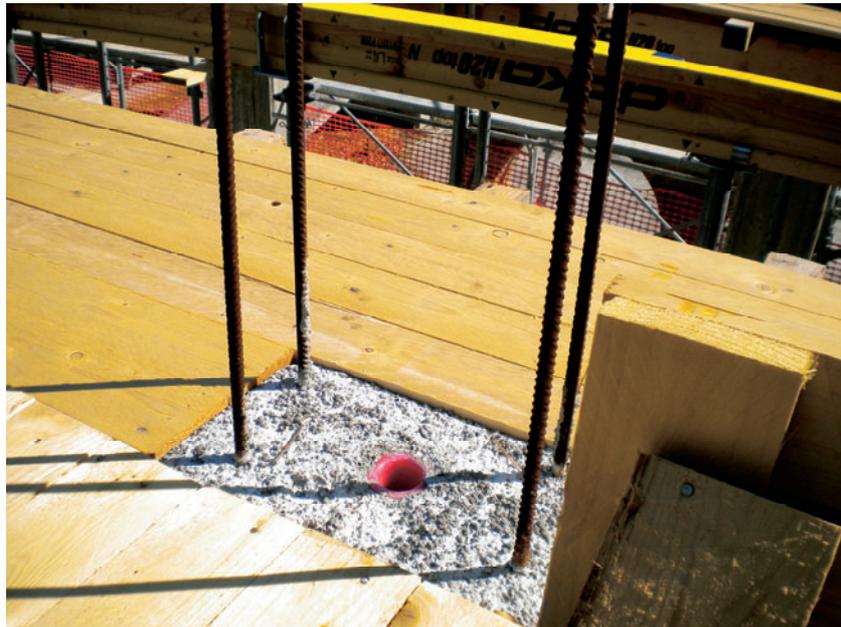


Figura 31 – Boccola in plastica inserite sulla sommità del pilastro



Figura 32 – Inserimento di un'asta nella boccola



**Figura 33 – Fase di ancoraggio della fune tessile**



**Figura 34 – Manichino prova adoperato per la sperimentazione**



Figura 35 – Manichino appeso al sistema anticaduta dopo la caduta



Figura 36 - Rottura locale e marginale della pignatta sotto il carico dinamico della caduta del manichino prova



Figura 37 – Manichino appeso al sistema anticaduta dopo la caduta nella prova in mezzeria



Figura 38 – Ancoraggio della fune a tassello con occhiello applicato sulla sommità del pilastro



Figura 39 – Manichino appeso al sistema anticaduta dopo la caduta nella ripetizione della prova dal bordo con ancoraggio della fune alla sommità del pilastro

## ***SOLAIO A PANNELLI O LASTRE PREFABBRICATE CON L'USO DI D.P.I. ANTICADUTA AGGANCIATI DIRETTAMENTE AI PANNELLI O ALLE LASTRE***

### ***DESCRIZIONE***

In questa sperimentazione si è proceduto a verificare la possibilità e l'efficacia, sempre in riferimento al rischio di caduta dall'alto verso l'interno, dell'utilizzo di D.P.I. anticaduta ancorati direttamente ai pannelli/lastre (fig.40).

Le attività previste per la realizzazione di questa tipologia di solaio sono: montaggio del banchinaggio discontinuo, disposizione dei sistemi anticaduta, posa in opera dei pannelli o delle lastre prefabbricate, posa dell'eventuale ferro integrativo, getto del calcestruzzo, vibrazione e disarmo.

In particolare, tra queste attività è stata analizzata quella relativa alla posa dei pannelli o delle lastre dall'alto, verificando l'efficacia del sistema di protezione costituito da D.P.I. anticaduta collegati direttamente ai pannelli o alle lastre.

Le attrezzature ed i materiali adoperati sono riportati nella tabella 8.

**Tabella 8 – Attrezzature e materiali adoperati**

<p><b>Attrezzature adoperate:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>– Manichino di altezza 1.80 ml. e peso 82 kg</li><li>– Imbracatura: marca Tractel HT22 con attacco anteriore/posteriore + Jacket arancio incorporato conforme UNI EN361</li><li>– Cordino di posizionamento e trattenuta regolabile a norma UNI EN 354 di lunghezza max 2 m.</li></ul> <p><b>Materiali utilizzati per il banchinaggio:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>– Puntelli: di tipo per solaio Doka Eurex 20 350</li><li>– Travetti in legno per rompitratta: Doka H20 top</li></ul> <p><b>Materiali utilizzati per il solaio:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>– pannelli in laterocemento</li><li>– lastre tralicciate alleggerite con blocchi di polistirolo</li></ul>
---

La squadra di montaggio è composta da cinque operatori, di cui due addetti in quota, un addetto alla gru e un addetto all'imbracatura di travetti e pignatte, un preposto con compiti di controllo e coordinamento delle operazioni (tabella9).

**Tabella 9 . Composizione squadra**

<p><b>Composizione squadra:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Preposto</li><li>- Un operaio specializzato (addetto gru)</li><li>- Un operaio specializzato (carpentiere)</li><li>- Un operaio qualificato (aiuto carpentiere)</li><li>- Un operaio comune (imbracatore e manovale)</li></ul>
--

***PROCEDURA DI POSA DEL SOLAIO A LASTRE/PANNELLI PREFABBRICATI CON L'USO DEL CORDINO DI POSIZIONAMENTO***

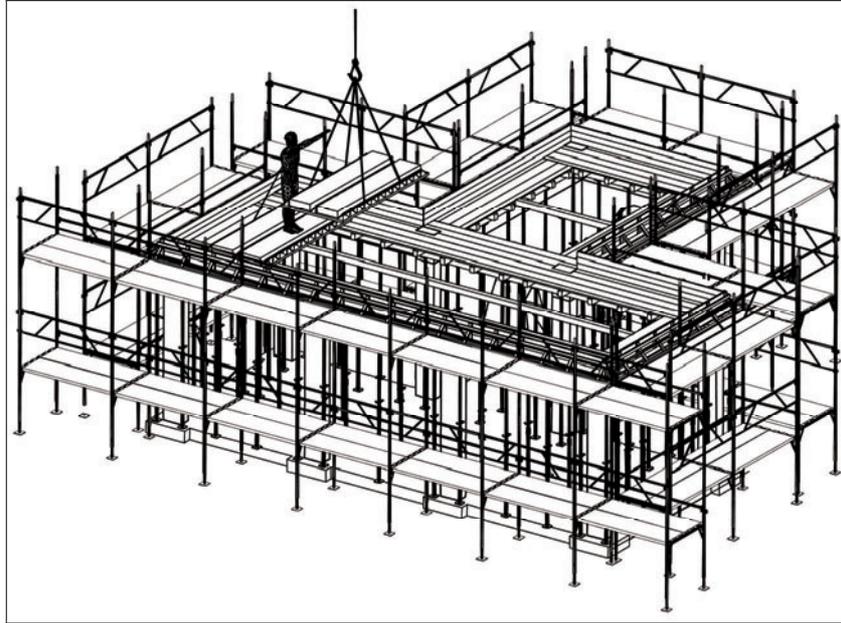
La sequenza di montaggio del solaio è stata la seguente:

- a) tre operai montano le cassature delle travi e dei cordoli dal basso con l'uso di forche di fissaggio;
- b) due operai salgono sul ponteggio indossando l'imbracatura e sistemano il cordino di posizionamento di lunghezza regolabile sull'anello dorsale dell'imbracatura (fig. 41). Successivamente collegano, con gli opportuni connettori, il cordino di trattenuta al montante del ponteggio perimetrale sul quale stazionano, scegliendo quelli idonei anche nelle successive operazioni di aggancio e sgancio dei pannelli/lastre (fig. 42). Facendo ciò gli operatori hanno la massima cura nel:
  - scegliere un punto sicuro d'ancoraggio al ponteggio;
  - scegliere un punto d'ancoraggio al ponteggio in modo che il cordino di trattenuta possa sempre lavorare orizzontalmente rispetto al punto d'ancoraggio dorsale;
  - verificare attentamente che la lunghezza del cordino di trattenuta sia tale da impedire il superamento del punto di caduta dal solaio;
- c) i due operatori in quota ricevono la lastra/pannello dall'alto tramite l'ausilio di una gru, e procedono alla guida a distanza del pannello o lastra, avvicinandosi al pannello solo in prossimità dell'appoggio(fig. 43);
- d) successivamente, sganciano i cordini dai montanti del ponteggio, regolano nuovamente la lunghezza dei cordini e li collegano agli inserti già presenti nel pannello solaio o al traliccio della lastra solaio, in modo da impedire la caduta dall'alto, e procedono alla posa in sequenza degli elementi dal secondo all'ultimo.

***OSSERVAZIONI***

Il sistema utilizzato è efficace in quanto impedisce la caduta dall'alto ma limita fortemente la libertà dei movimenti da parte degli operatori addetti alla posa dei pannelli/lastre.

È possibile, in alternativa, adoperare, in luogo del cordino di posizionamento, un cordino ad assorbimento di energia della lunghezza di svolgimento massima di 2 metri, conforme alla normativa EN360/2002, qualora la distanza del punto di ancoraggio sia tale da garantire il tirante d'aria necessario all'utilizzo (si presume almeno 4 metri dal bordo con pericolo di caduta dall'alto).



**Figura 40 – Vista assonometria della posa di una lastra solaio con D.P.I. anticaduta ancorato al pannello retrostante**



**Figura 41 – Operai nella posa della prima lastra con imbracatura anticaduta e cordino agganciato al ponteggio di facciata.**



**Figura 42 – Operaio nella fase di posa delle lastre successive al primo con cordino di posizionamento agganciato direttamente al pannello**



**Figura 43 – Fase della posa delle lastre**

## **SPERIMENTAZIONE DEL SOLAIO REALIZZATO SU TAVOLATO CONTINUO**

### **DESCRIZIONE**

In questa sperimentazione si è trattato di mettere a punto alcune procedure che permettessero di effettuare in sicurezza, limitatamente al rischio di caduta dall'alto verso l'interno dell'opera in costruzione, la realizzazione di solai in laterocemento che prevedono il montaggio di un tavolato continuo.

Le fasi considerate sono state: montaggio del banchinaggio continuo, posa di travetti e pignatte, posa del ferro, getto e vibrazione del calcestruzzo, disarmo.

Tra le attività necessarie alla realizzazione del solaio quella che presenta maggior pericolo di caduta dall'alto è il montaggio del banchinaggio con tavolato continuo, in quanto nelle successive lavorazioni la protezione è assicurata dal tavolato medesimo. La sperimentazione, pertanto, si è concentrata sull'analisi delle misure ed azioni preventive e protettive al fine di ridurre al minimo il rischio di caduta dall'alto.

Le attrezzature ed i materiali adoperati sono riportati nella tabella 10.

La squadra di montaggio è composta da cinque operatori, di cui due addetti posizionati sui trabattelli e uno a terra col compito del passaggio delle tavole, un preposto con compiti di controllo e coordinamento delle operazioni (tabella 11).

**Tabella 10 – Attrezzature e materiali adoperati**

<p><b>Attrezzature adoperate:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>– Trabattelli marca Frigerio Carpentiere Spa modello Indoor</li></ul> <p><b>Materiali utilizzati per il banchinaggio:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>– Puntelli telescopici metallici Doka Eurex 20 350</li><li>– Travetti in legno per rompitratta: Doka H20 top</li><li>– Tavole: pannelli per cassetta in legno dimensioni cm 300x50x3</li></ul> <p><b>Materiali utilizzati per il solaio:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>– Pignatte: in laterizio di dimensioni 38X20X25</li><li>– Armatura in acciaio tipo B450C</li><li>– Calcestruzzo di classe non inferiore a C20/25</li></ul>
---

**Tabella 11 . Composizione squadra**

<p><b>Composizione squadra:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>– Preposto</li><li>– Un operaio qualificato (addetto gru)</li><li>– Due operai specializzati (carpentieri)</li><li>– Un operaio comune (aiuto carpentiere)</li></ul>
--

## **PROCEDURA DI MONTAGGIO DEL TAVOLATO**

La tecnica adottata per il montaggio del banchinaggio continuo dal basso, ritenuta più sicura, ha previsto l'utilizzo di trabattelli e/o ponti su cavalletti regolamentari.

Il banchinaggio continuo è stato montato sulla base di un progetto esecutivo (figg. 44 e 45).

Dal piano del solaio di base si è dato inizio al posizionamento dei puntelli, regolandone le altezze mediante le staffe di fissaggio, utilizzando treppiedi amovibili per aumentare la speditezza del montaggio ed avere l'immediata stabilità del puntello. Di seguito, sono state inserite le travi di orditura primaria nelle teste di disarmo dei puntelli mediante forche di montaggio. Dopo aver livellato le travi di orditura primaria, regolando l'altezza dei puntelli, si è proceduto al posizionamento delle travi dell'orditura secondaria. Il montaggio è stato effettuato con l'uso di forche dal piano inferiore e tramite l'uso di ponti su ruote.

Per il montaggio dell'intavolato (banchinaggio continuo) si è deciso di posizionare i due trabattelli specifici parallelamente tra loro, a distanza reciproca di circa 1,00 m., in modo da consentire ai due addetti di poter movimentare insieme ogni singolo pannello in legno. I trabattelli sono stati disposti nella direzione dell'orditura del solaio, in modo che gli operatori potessero porre in opera i pannelli del banchinaggio trasversalmente alle travi di orditura secondaria. L'altezza del trabattello è stata regolata affinché si potessero eseguire le operazioni di presa dal basso del pannello e di posa in quota nelle migliori condizioni ergonomiche possibili.

La sequenza di montaggio dell'intavolato è stata la seguente:

- a) il montaggio dei puntelli e dell'orditura primaria avviene dal basso con l'uso di apposite forche ed eventualmente con ponti su cavalletti (fig. 46);
- b) l'orditura secondaria è montata dal basso con l'uso di ponti su ruote da parte di due operatori (fig. 47);
- c) il tavolato è montato nel seguente modo:
  - l'operatore a terra passa un pannello per volta ad uno degli addetti su trabattello (fig. 48);
  - l'operatore che riceve il pannello sul trabattello, lo porta in quota facendolo passare sopra il livello di carpenteria delle travi e dei rompitratta;
  - entrambi gli operatori su trabattelli collaborano al posizionamento finale del pannello e provvedono ad inchiodarlo;
  - l'operazione si ripete per la posa di un secondo pannello;
  - successivamente gli operatori scendono dai trabattelli, li spostano nella zona adiacente a quella precedente, in modo da operare sempre al di sotto dell'area da banchinare;
  - le operazioni continuano in modo analogo fino alla collocazione della penultima tavola di banchinaggio;
  - l'ultimo pannello è posizionato dall'alto, operando dal ponteggio perimetrale o, nell'eventualità che avvenga dal banchinaggio incompleto, adoperando idonei D.P.I. anticaduta (fig. 49).

Va sottolineato che, per evitare possibili infortuni dovuti al ribaltamento dei ponti su ruote durante il loro spostamento, gli operatori devono discendere dallo stesso prima di spostarlo e successivamente devono procedere a bloccare nuovamente le ruote prima di risalirci.

## ***OSSERVAZIONI***

Questo tipo di montaggio risulta tra i più efficaci per impedire eventuali rischi di caduta dall'alto, in quanto, sia in fase di montaggio, trovandosi i due operatori ad operare da terra, sia nelle successive fasi di realizzazione del solaio, garantisce la migliore soluzione possibile contro tale rischio.

Tuttavia, la sperimentazione ha permesso di mettere in luce alcuni punti critici sui quali vanno fatte alcune considerazioni.

In primo luogo si aprono dei problemi di natura ergonomica dovuti alle difficoltà di movimentazione dei pannelli. Ci si riferisce al fatto che le operazioni necessarie per portare i pannelli al di sopra del livello dell'orditura del solaio (e quindi anche sopra le spalle dell'operatore) comportano sollecitazioni a carico dell'apparato muscolo-scheletrico. Questa problematica è aggravata dalla ripetitività delle operazioni durante la realizzazione dell'intero solaio.

Per rendere meno gravose tali operazioni, è consigliabile, sia per l'operatore a terra che soprattutto per quello in quota, manovrare i pannelli con una presa in corrispondenza della mezzeria, in modo da ridurre gli sbilanciamenti dei pannelli che possono influire sull'ergonomia dell'operatore.

Un'altra problematica da affrontare è quella dovuta all'eventuale sagomatura dei pannelli, in particolar modo in prossimità dei pilastri e dei bordi del solaio da banchinare. Questa operazione, infatti, che di norma è effettuata con l'uso di utensili portatili manuali, quali motoseghe o seghetti alternativi, molto spesso è svolta perlopiù direttamente in quota, dove hanno luogo le misure e il taglio del legname. Le operazioni richieste al taglio non possono essere effettuate dai due operatori che si trovano sul trabattello, ma devono essere eseguite da altro personale che lavora normalmente dal ponteggio perimetrale o sulla parte di banchinaggio già realizzato non protetta verso il vuoto. Questa operazione, invece, può essere fatta in sicurezza soltanto se la misura è presa sul trabattello e il taglio è effettuato a terra.

Infine, altro punto critico evidenziato dalla sperimentazione è quello del posizionamento del pannello di chiusura. Infatti, si è riscontrato che tale operazione non può essere eseguita in piedi sul trabattello e dovendosi svolgere in posizione chinata risulta essere estremamente difficoltosa e rischiosa. Questa situazione si può risolvere prevedendo il posizionamento dell'ultimo elemento dell'intavolato, operando dal ponteggio perimetrale o, nell'eventualità che avvenga dal banchinaggio incompleto, adoperando idonei D.P.I. anticaduta.

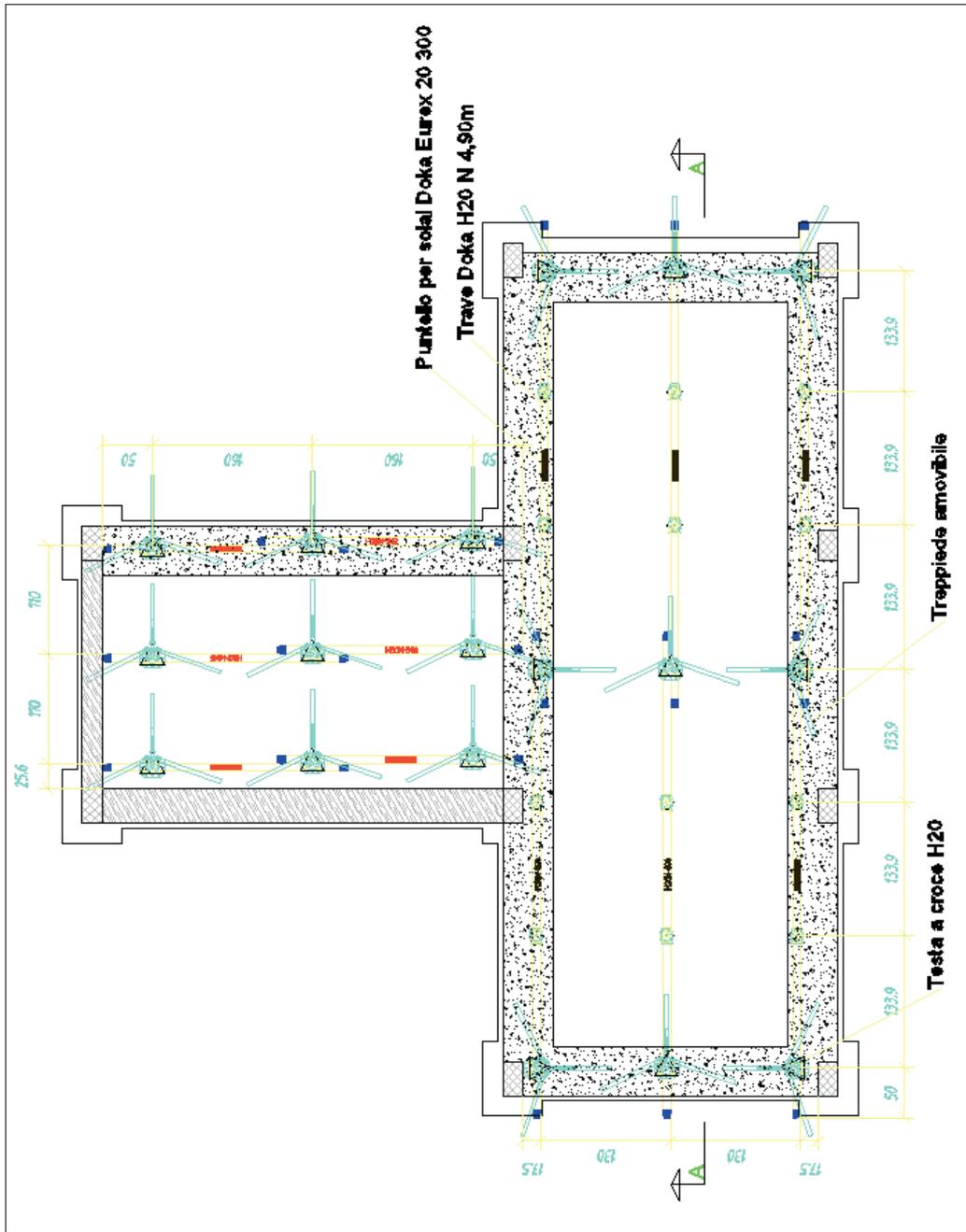


Figura 44 – Planimetria del banchinaggio dell'orditura primaria

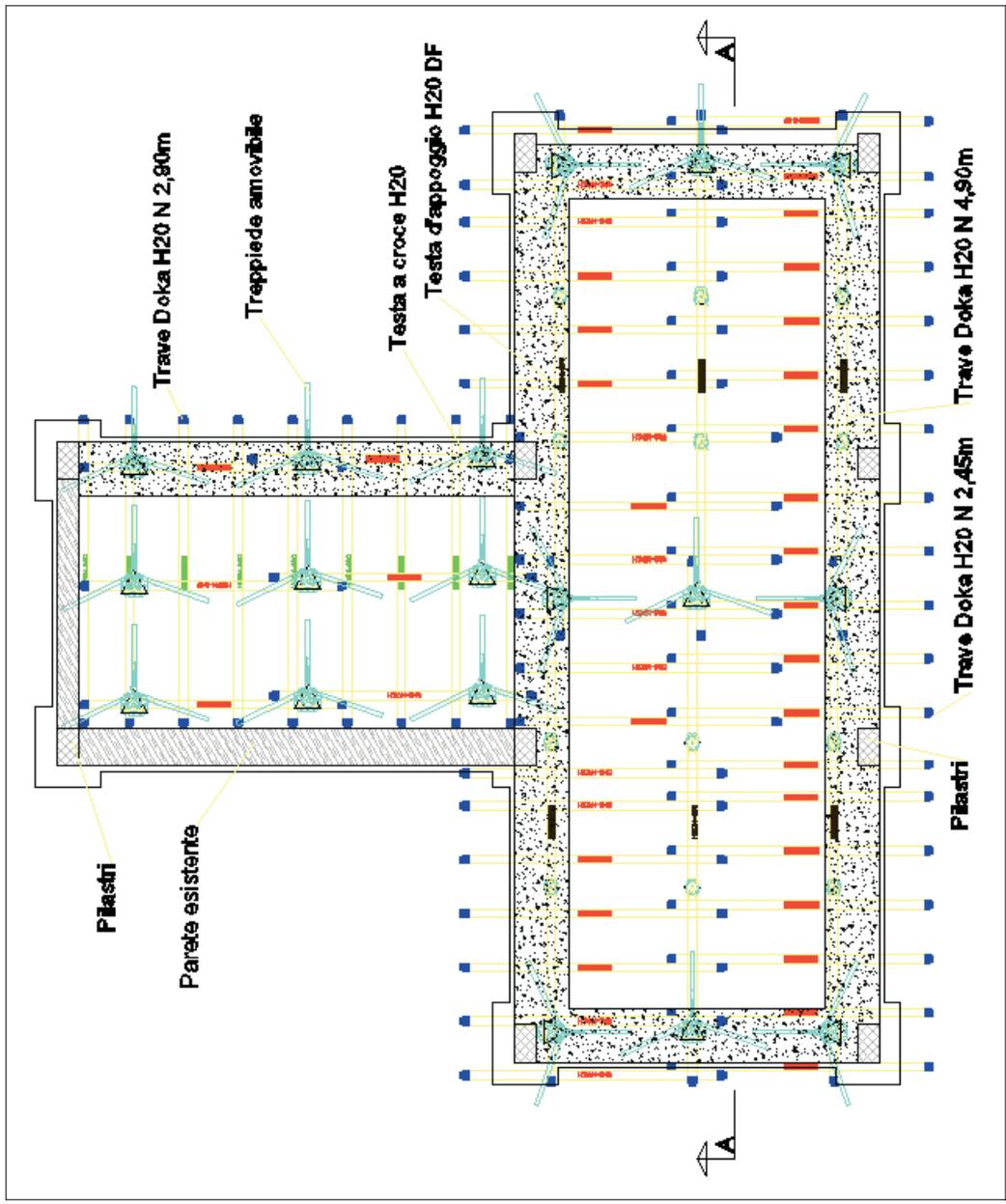


Figura 45 – Planimetria del banchinaggio dell'orditura secondaria



Figura 46 - Fase di montaggio dell'orditura primaria dal basso con l'uso di apposite forche



Figura 47 - Fase di montaggio dell'orditura secondaria dal basso con l'uso di ponti su ruote



Figura 48 – Fase di montaggio del tavolato



Figura 49 – Banchinaggio ultimato

## **CAPITOLO 2 – I COSTI DELLA SICUREZZA**



## ***I MAGGIORI COSTI***

In genere non si dovrebbe parlare di maggiori costi per la sicurezza ma di costi realizzativi differenziati a seconda della tecnologia e delle soluzioni prevenzionistiche adottate. Tuttavia, nel nostro caso, l'uso della terminologia "maggiori costi" è giustificato dalla circostanza che la globalità dei prezzi delle opere compiute non considerano le conseguenze connesse, in termini di analisi dei prezzi, con l'attuazione delle cautele per prevenire o ridurre al minimo il rischio di caduta dall'alto verso l'interno dei solai nella fase della loro esecuzione. In sostanza, la consuetudine di trascurare il rischio della caduta dall'alto in queste attività lavorative è talmente alta che anche i prezzi delle opere compiute ne risentono, se non ne sono addirittura i fautori. Per tale motivo, pertanto, si preferisce in questa sede indicare i costi prevenzionistici e protezionistici indipendentemente dai costi di realizzazione dei solai, cioè dell'opera compiuta. Pertanto questi costi, in funzione del sistema prevenzionistico prescelto, dovrebbero essere aggiunti ai normali prezzi unitari di realizzazione dei solai indicati dai prezzi delle opere finite.

### ***POSA DEI SOLAI DAL BASSO***

La procedura prevede maggiori costi rispetto alla posa dei solai dall'alto, attribuibili ad una serie di fattori che incidono sui tempi complessivi di realizzazione dei solai. Incidono a riguardo l'approvvigionamento pignatta per pignatta dal basso e il posizionamento dal basso, più difficoltoso delle pignatte da parte dell'operatore in quota. Inoltre, tale procedura richiede per tutto il tempo della posa del solaio l'impiego di due trabattelli o di due ponti su cavalletti regolamentari. Il costo unitario aggiuntivo alla realizzazione del solaio può assumersi come prima analisi pari a euro 3,00 al m<sup>2</sup> di solaio.

voci	um	quantità	prezzo unitario	totale
maggior costo per la posa dal basso di travetti e pignatte				
operaio specializzato	ora	0,020	€ 23,84	€ 0,48
operaio comune	ora	0,020	€ 22,28	€ 0,45
nolo di 2 trabattelli o ponti su cavalletti compreso quota montaggio e smontaggio				
	cadauno	2,000	€ 0,70	€ 1,40
sommano				€ 2,32
spese generali (15%)				€ 0,35
utili d'impresa (10%)				€ 0,27
totale €/m <sup>2</sup>				€ 2,94

### ***USO DI D.P.I. ANTICADUTA CON LINEA DI ANCORAGGIO***

Tra le varie soluzioni ipotizzate in letteratura, quasi mai comprovate dall'esperienza, nella sperimentazione si è adottato un sistema di linea di ancoraggio largamente utilizzato nell'esecuzione di opere industriali in cemento armato precompresso, dove il tirante d'aria è normalmente rispettato. Nel caso di edilizia residenziale, il calcolo teorico dell'altezza di caduta libera in sicurezza è superiore alle normali altezze di interpiano, comprese tra 2,80 e 3,00 metri. Nella sperimentazione effettuata, nel caso più cautelativo si è riusciti ad ottenere un franco sotto i piedi di 25 centimetri (anziché 100 centimetri previsti dalla normativa tecnica). Pertanto, pur nei limiti anzidetti nell'adozione dei D.P.I. anticaduta con linea di ancoraggio, si è proceduto alla stima dei costi di utilizzo di tale soluzione al metro lineare di linea. Gli elementi utilizzati sono boccole in plastica a perdere, aste metalliche, fune tessile, tasselli ad occhiello, dispositivo retrattile, imbracatura di sicurezza con attacco dorsale. Il costo unitario aggiuntivo alla realizzazione del solaio per

l'installazione, uso e smontaggio di due linee di ancoraggio prospicienti tra loro può assumersi come prima analisi pari a euro 12,00 al metro lineare. Indicativamente, per un solaio di dimensioni 5x4 metri, il costo è di 4,8 euro/m<sup>2</sup> di solaio.

voci	um	quantità	prezzo unitario	totale
operaio specializzato	ora	0,067	€ 23,84	€ 1,60
operaio comune	ora	0,067	€ 22,28	€ 1,49
asta metallica	cadauno	1,000	€ 1,20	€ 1,20
fune tessile	ml	2,500	€ 0,23	€ 0,58
boccole	cadauno	1,000	€ 0,90	€ 0,90
tasselli	cadauno	0,500	€ 3,00	€ 1,50
imbracatura, retrattile e connettori	cadauno	2,000	€ 1,10	€ 2,20
sommano				€ 9,47
spese generali (15%)	%			€ 1,42
utili d'impresa (10%)	%			€ 1,09
totale €/m				€ 11,97

### **USO DI D.P.I. ANTICADUTA SENZA LINEA DI ANCORAGGIO (SOLAI CON PANNELLI O LASTRE)**

L'utilizzo dell'imbracatura di sicurezza ancorata direttamente ai pannelli o alle lastre, contrariamente al caso precedente, è abbastanza consolidato in edilizia. Il sistema richiede l'utilizzo di un cordino di posizionamento la cui lunghezza deve essere regolata in modo da impedire all'operatore di sporgersi oltre il bordo (caduta totalmente impedita). Di norma bastano un paio di regolazioni: la prima quando si mette in opera il primo pannello/lastra e la seconda per ogni pannello/lastra successivo. Successivamente è necessario staccare e riattaccare i cordini ad ogni posa di pannello. Gli elementi utilizzati sono costituiti dall'imbracatura di sicurezza con attacco dorsale, cordino di posizionamento con connettori di estremità. Il costo unitario aggiuntivo alla realizzazione del solaio può assumersi come prima analisi pari a euro 2,60 al m<sup>2</sup> di solaio.

voci	um	quantità	prezzo unitario	totale
operaio specializzato (uso imbracatura e utilizzo cordino)	ora	0,002	€ 23,84	€ 0,04
operaio comune (uso imbracatura e utilizzo cordino)	ora	0,002	€ 22,28	€ 0,04
imbracatura, cordino di posizionamento, connettori	cadauno	2,000	€ 1,00	€ 2,00
sommano				€ 2,08
spese generali (15%)	%			€ 0,31
utili d'impresa (10%)	%			€ 0,24
totale €/m <sup>2</sup>				€ 2,63

### **USO DELLE RETI DI SICUREZZA**

La spesa aggiuntiva per la realizzazione del solaio con l'uso della rete di sicurezza è di modesto impatto sul costo generale dell'opera. Le reti di sicurezza hanno un costo modesto (la rete utilizzata di 24 m<sup>2</sup> è costata 80,00 euro oltre IVA) ed è possibile utilizzarle, se in buono stato di conservazione, per un anno intero, dopo di che devono essere sottoposte a revisione, condizione che rende più vantaggioso un secondo acquisto. Pertanto il ciclo di vita utile di una rete di sicurezza può essere stabilito in un anno. Il montaggio della rete avviene in tempi relativamente brevi. Per il solaio oggetto della prova il montaggio è stato effettuato da

due operai in circa 35 minuti. La rimozione avviene rapidamente (5 minuti). Il suo riutilizzo dipende dai tempi di costruzione (presa e parziale indurimento del solaio, realizzazione presa ed indurimento dei pilastri successivi) ed è ragionevole ipotizzare un mese. Pertanto, il costo unitario aggiuntivo alla realizzazione del solaio può assumersi come prima analisi pari a euro 3,00 al m<sup>2</sup> di solaio.

voci	um	quantità	prezzo unitario	totale
operaio specializzato	ora	0,025	€ 23,84	€ 0,60
operaio comune	ora	0,025	€ 22,28	€ 0,56
tasselli	n.	0,250	€ 3,00	€ 0,75
rete di sicurezza (costo d'uso)	m2	1,000	€ 0,42	€ 0,42
sommano				€ 2,32
spese generali (15%)	%			€ 0,35
utili d'impresa (10%)	%			€ 0,27
totale €/m2				€ 2,93

### **TAVOLATO CONTINUO IN LUOGO DEL TAVOLATO DISCRETO**

Il tavolato continuo è adottato obbligatoriamente per la realizzazione dei solai gettati in opera. Il banchinaggio dei solai, nel caso di solai a travetti prefabbricati, invece, è costituito dalla semplice cassetta delle travi e dall'allestimento dei rompitratta. Per tale motivo può essere identificato con la terminologia di banchinaggio discreto.

Ciò premesso, l'uso del tavolato continuo in luogo del banchinaggio discreto determina un maggior costo stimabile come prima analisi in circa 5,00 euro al metro quadrato di solaio.

Tuttavia, è opinione sempre più diffusa, anche se non è stato possibile dimostrarlo con la sperimentazione, che i maggiori oneri iniziali per allestire un banchinaggio continuo in luogo di uno discreto sono all'incirca pareggiati dal risparmio di tempo che si ha durante l'esecuzione delle operazioni successive (quelle di posa dei travetti e delle pignatte), fatto attribuibile alla maggiore facilità negli spostamenti da parte degli operatori e alla grande flessibilità negli stoccaggi provvisori di materiali da costruzione. Questa circostanza dovrebbe invogliare gli operatori economici del settore a investire su sistemi di cassetta di tipo industriale, che velocizzano enormemente i tempi di allestimento delle cassette, tenuto conto che in tali attività incide maggiormente nel prezzo finale più il costo della manodopera che quello dei materiali.

voci	um	quantità	prezzo unitario	totale
montaggio orditura secondaria e tavolato				
operaio specializzato	ora	0,050	€ 23,84	€ 1,19
operaio qualificato	ora	0,050	€ 22,28	€ 1,11
nolo mensile travetti da cassetta	m3	0,015	€ 16,50	€ 0,25
nolo mensile tavole da cassetta	m2	1,000	€ 3,00	€ 3,00
nolo di 2 trabattelli o ponti su cavalletti compreso quota				
montaggio e smontaggio	cadauno	2,000	€ 0,70	€ 1,40
chiodi	n.	2,000	€ 0,20	€ 0,40
sommano				€ 4,35
spese generali (15%)	%	0,150		€ 0,65
utili d'impresa (10%)	%	0,100		€ 0,50
totale €/m2				€ 5,01



## APPENDICE: LE SCHEDE DELLE PROCEDURE

### ***SOMMARIO DELLE PROCEDURE***

**S1.1-** Solaio gettato in opera su tavolato continuo tradizionale montato dal piano inferiore.

**S1.2-** Solaio gettato in opera su tavolato continuo con sistema di cassetta prefabbricata montato dal piano inferiore.

**S2.1-** Solaio a travetti prefabbricati con posa travetti e pignatte dal piano inferiore.

**S2.2-** Solaio a travetti prefabbricati con posa travetti e pignatte dall'alto con l'uso di reti di sicurezza.

**S2.3-** Solaio a travetti e pignatte o a pannelli o a lastre prefabbricate con l'uso di D.P.I. anticaduta e linea di ancoraggio.

**S3.1-** Solaio a travetti e pignatte o a pannelli o a lastre prefabbricate con l'uso di reti di sicurezza.

**S3.2-** Solaio a pannelli o lastre prefabbricate con posa mediante l'uso di D.P.I. e linea vita.

**S3.3-** Solaio a pannelli o lastre prefabbricate con l'uso di D.P.I. anticaduta agganciati ai pannelli o alle lastre.

FASE LAVORATIVA	<b>S1.1 - Solaio gettato in opera su tavolato continuo tradizionale montato dal piano inferiore</b>	
DESCRIZIONE	Esecuzione di solaio in c.a. gettato in opera, realizzato con travetti armati in opera e pignatte in laterizio di alleggerimento, con soletta collaborante, su travi in c.a.	
SOLUZIONE OPERATIVA	<p>Solaio da realizzare su un'impalcatura provvisoria costituita da un tavolato continuo, realizzato con tavole in legno, sostenuto da una serie di travicelli, normalmente in legno, in direzione perpendicolare all'orditura delle stesse e ad interasse di 70 ÷ 100 centimetri, poggianti su travi (sempre in legno) di idonea sezione, sorrette dai puntelli verticali, in legno o metallo, ad interasse solitamente non superiore a 1,5-2,0 metri.</p> <p>Travicelli, travi e puntelli devono essere per numero, dimensioni e resistenza adatti a sorreggere i carichi che graveranno sul piano provvisorio durante la fase di montaggio (materiali, attrezzature, personale, etc).</p> <p>Il montaggio del banchinaggio del solaio e delle cassetture delle travi avviene dal basso con l'uso di trabattelli e/o ponti su cavalletti regolamentari.</p>	
ATTIVITÀ COMPONENTI LA FASE	<p>CASSERATURE E BANCHINAGGIO</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Tracciamento banchinaggio.</li> <li>– Casseratura travi e banchinaggio solaio, con inserimento negativi e accessori vari per forometria.</li> </ul> <p>REALIZZAZIONE SOLAIO:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Preparazione e posa armatura metallica.</li> <li>– Posa pignatte.</li> <li>– Getto e vibrazione del calcestruzzo.</li> </ul> <p>DISARMO</p>	
COMPOSIZIONE SQUADRA DI LAVORO	Qualifica	
	- preposto	
	- carpentiere	
	- ferraio	
	- personale di assistenza (gruista, addetto autocarro, addetto autobetoniera)	
ATTREZZATURE DI LAVORO, MACCHINE OPERATIVE E PRODOTTI DA COSTRUZIONE	<ul style="list-style-type: none"> <li>– ponte su cavalletti;</li> <li>– trabattelli (piattaforme di lavoro aeree su ruote);</li> <li>– scala doppia o scala a cestello;</li> <li>– ponteggio</li> <li>– sega circolare</li> </ul>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– taglia-piegafferri</li> <li>– autobetoniere e autopompa o centrale di betonaggio</li> <li>– gru o altro apparecchio di sollevamento dei carichi e relativi accessori di imbracatura;</li> <li>– utensili manuali</li> <li>– strumenti di tracciamento</li> </ul>
<p><b>PRESCRIZIONI</b> (solo rischio caduta dall'alto)</p>	<p><b>CASSERATURE E BANCHINAGGIO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Accertarsi della stabilità del piano di imposta dell'opera provvisoria da eseguire.</li> <li>– Accertarsi dell'assenza di eventuali aperture sul piano d'imposta del banchinaggio o della loro corretta protezione tramite tavolati solidamente fissati al piano d'imposta e di resistenza non inferiore a quella del piano di calpestio dei ponti di servizio o con parapetti regolamentari (All. 1).</li> <li>– Accertarsi della presenza delle protezioni contro la caduta dall'alto dai bordi del piano di imposta (All. 2).</li> <li>– Stabilire le modalità di banchinaggio e cassetture e l'eventualità di procedere alla progettazione di tali opere provvisorie nei casi previsti dalla legge (All. 3).</li> <li>– Nel caso si usino puntelli metallici telescopici, assicurarsi che siano conformi alla norma UNI EN 1065 e che siano utilizzati nel rispetto del loro carico di sicurezza in relazione all'altezza di utilizzo (All. 4).</li> <li>– Nel caso si usino altri tipi di puntelli stabilire preventivamente l'interasse in relazione alla stabilità dello stesso (All. 5).</li> <li>– Effettuare la protezione di tutte le forometrie presenti nell'opera provvisoria in corso di esecuzione tramite tavolati solidamente fissati e di resistenza non inferiore a quella del piano di calpestio dei ponti di servizio o con parapetti regolamentari (All. 6).</li> <li>– Realizzare protezioni contro la caduta dall'alto dai bordi del solaio in costruzione tramite il prolungamento di un piano del ponteggio perimetrale (All. 7).</li> <li>– Effettuare il montaggio in quota dei componenti delle cassetture e del banchinaggio utilizzando, per quote inferiori a 2 metri dal solaio d'imposta, scale doppie (All.8), ponti su cavalletti (All. 9) e ponti su ruote (All. 10) e, per altezze superiori a 2 metri dal piano d'imposta del solaio, trabattelli completi di parapetto perimetrale.</li> </ul> <p><b>REALIZZAZIONE SOLAIO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– La posa delle travi, dei rompitratta e dell'intavolato avviene lavorando dal piano inferiore utilizzando ponti su cavalletti o ponti su ruote (All. 9-10).</li> <li>– Due operatori salgono sul trabattello, o ponte su ruote, e posizionano travi, rompitratta e intavolato, che gli viene consegnato da un operatore dal basso .</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– La posa delle pignatte, dei travetti, dell’armatura integrativa e il getto di calcestruzzo, con le protezioni dei bordi allestite come indicato in precedenza (All. 7) , avviene dall’alto non presentandosi rischi di caduta dall’alto.</li> </ul> <p>DISARMO</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Il disarmo delle armature provvisorie deve essere effettuato con cautela da lavoratori che hanno ricevuto una formazione adeguata e mirata alle operazioni previste, sotto la diretta sorveglianza del capo cantiere e sempre dopo che il direttore dei lavori ne abbia dato l’autorizzazione e comunque non prima dei tempi indicati dalla normativa DM 09.01.1996 (All. 11).</li> </ul>
<b>OBBLIGHI</b>	<p>Il personale addetto è obbligato all’uso dei seguenti D.P.I.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Casco protettivo;</li> <li>– Scarpe antinfortunistiche;</li> <li>– Guanti protettivi;</li> <li>– Stivali durante la fase di getto del calcestruzzo;</li> <li>– Otoprotettori e occhiali protettivi durante l’uso della sega circolare;</li> <li>– Guanti antivibranti durante la fase di vibrazione del getto.</li> </ul> <p>Il personale che lavora in quota deve indossare la cintura porta attrezzi.</p>
<b>DIVIETI</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Durante la fase di realizzazione delle cassature e banchinaggi vietare il camminamento e lo stazionamento su di essi.</li> <li>– Vietare il deposito dei pacchi di laterizio sul banchinaggio, a meno che non sia stato effettuato un rinforzo strutturale nei punti di deposito tale da sopportare il peso di ogni singolo pacco (500-700 kg).</li> <li>– Consentire il deposito dei blocchi di laterizio sui ponteggi soltanto nella misura non eccedente la tavola fermapiede.</li> <li>– Vietare il camminamento sulle pignatte del solaio in costruzione salvo predisporre tavole di ripartizione del carico lungo i camminamenti.</li> <li>– Vietare l’uso di scale, ponti su ruote e trabattelli sui ponteggi perimetrali.</li> <li>– Vietare l’uso di scale nei lavori in quota oltre 2 metri in maniera continuativa.</li> </ul>

<b>FASE LAVORATIVA</b>	<b>S1.2 - Solaio gettato in opera su tavolato continuo con sistema di cassetta prefabbricata montato dal piano inferiore</b>	
<b>DESCRIZIONE</b>	Esecuzione di solaio in c.a. gettato in opera, realizzato con travetti armati in opera e pignatte in laterizio di alleggerimento, con soletta collaborante, su travi in c.a.	
<b>SOLUZIONE OPERATIVA</b>	<p>Solaio da gettare su opera provvisoria da assemblare in cantiere. Tale opera è costituita da un'orditura principale realizzata con travi in legno e un'orditura secondaria. Il pannello giace su quest'ultima orditura.</p> <p>La puntellatura è effettuata con puntelli telescopici regolabili di adeguata portata che ne consentono la registrazione verticale.</p> <p>L'alloggio della trave primaria sul puntello avviene mediante sistema brevettato (per esempio una testa a croce facilmente inseribile sul puntello, dotata di cuneo di disarmo).</p>	
<b>ATTIVITÀ COMPONENTI LA FASE</b>	<p><b>CASSERATURE E BANCHINAGGIO:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Tracciamento banchinaggio.</li> <li>– Realizzazione cassetta solaio.</li> </ul> <p><b>REALIZZAZIONE SOLAIO:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Posa armatura metallica.</li> <li>– Getto e vibrazione del calcestruzzo. Si consiglia l'uso di vibrocostipatori con protezione in gomma per non danneggiare il pannello.</li> <li>– Fissaggio di parapetti a protezione del solaio appena gettato.</li> </ul> <p><b>DISARMO.</b></p>	
<b>COMPOSIZIONE SQUADRA DI LAVORO</b>	Qualifica	
	- Assistente di cantiere	
	- Carpenterie	
	- Ferraiolo	
	- Gruista, addetto autocarro, addetto autobetoniera	
<b>ATTREZZATURE DI LAVORO E MACCHINE OPERATIVE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– gru o altro apparecchio di sollevamento dei carichi e relativi accessori di imbracatura;</li> <li>– trabattelli (piattaforme di lavoro aeree su ruote);</li> <li>– Piegaferrì e tagliaferro</li> <li>– Sega circolari (per eventuali compensazioni)</li> <li>– autobetoniera e autopompa o centrale di betonaggio</li> <li>– Utensili manuali</li> <li>– strumenti di tracciamento</li> </ul>	

## PRESCRIZIONI

(solo rischio caduta dall'alto)

### CASSERATURE E BANCHINAGGIO:

- Accertarsi della stabilità del piano di imposta dell'opera provvisoria da eseguire.
- Accertarsi dell'assenza di eventuali aperture sul piano d'imposta del banchinaggio o della loro corretta protezione tramite tavolati solidamente fissati al piano d'imposta e di resistenza non inferiore a quella del piano di calpestio dei ponti di servizio o con parapetti regolamentari (All. 1).
- Accertarsi della presenza delle protezioni contro la caduta dall'alto dai bordi del piano di imposta (All. 2).
- Acquisire dal fornitore delle opere provvisorie la documentazione grafica e i manuali d'uso di montaggio e smontaggio del sistema di banchinaggio e cassetta adottato (All. 13).
- Nel caso si usino puntelli metallici telescopici, assicurarsi che siano conformi alla norma UNI 1065 e che siano utilizzati nel rispetto del loro carico di sicurezza in relazione all'altezza di utilizzo (All. 4).
- Effettuare la protezione di tutte le forometrie presenti nell'opera provvisoria in corso di esecuzione tavolati solidamente fissati e di resistenza non inferiore a quella del piano di calpestio dei ponti di servizio o con parapetti regolamentari (All. 6).
- Effettuare il montaggio in quota dei componenti delle cassette e del banchinaggio utilizzando, per quote inferiori a 2 metri dal solaio d'imposta, scale doppie, ponti su cavalletti o trabattelli e, per altezze superiori a 2 metri dal piano d'imposta del solaio, trabattelli completi di parapetto perimetrale. (All. 8, 9 e 10)
- Realizzare protezioni contro la caduta dall'alto dai bordi del solaio in costruzione tramite il prolungamento di un piano di ponteggio perimetrale (All. 7).

### REALIZZAZIONE SOLAIO

- La posa della cassetta prefabbricata avviene lavorando dal piano inferiore utilizzando ponti su cavalletti o ponti su ruote (All. 9 e 10).
- La posa delle pignatte, dei travetti, dell'armatura integrativa e il getto di calcestruzzo, con le protezioni dei bordi allestite come indicato in precedenza (All. 7) , avviene dall'alto non presentandosi rischi di caduta dall'alto.

### DISARMO

- Il disarmo delle armature provvisorie deve essere effettuato con cautela da lavoratori che hanno ricevuto una formazione adeguata e mirata alle operazioni previste, sotto la diretta sorveglianza del capo cantiere e sempre dopo che il direttore dei lavori ne abbia dato l'autorizzazione e comunque non prima dei tempi indicati dalla normativa DM 9.01.1996 (All. 12).

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Il disarmo avviene colpendo con il martello il cuneo della testa di disarmo. Questo determina la discesa di pochi centimetri della testa e delle travi in legno sovrastanti.</li> <li>– Seguire le istruzioni indicate dal fornitore delle opere provvisorie. (All. 13)</li> </ul>
<b>OBBLIGHI</b>	<p>Il personale addetto è obbligato all'uso dei seguenti D.P.I.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Casco protettivo;</li> <li>– Scarpe antinfortunistiche;</li> <li>– Guanti protettivi.</li> </ul> <p>Il personale che lavora in quota deve indossare la cintura porta attrezzi.</p>
<b>DIVIETI</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Durante la fase di realizzazione delle cassature e banchinaggi vietare il camminamento e lo stazionamento su di essi.</li> <li>– Vietare il deposito dei pacchi di laterizio sul banchinaggio, a meno che non sia stata effettuata una verifica statica dell'opera provvisoria sottostante e che sia tale da sopportare il peso di ogni singolo pacco (500-700 kg).</li> <li>– Consentire il deposito dei blocchi di laterizio sui ponteggi soltanto nella misura non eccedente la tavola fermapiè.</li> <li>– Vietare il camminamento sulle pignatte del solaio in costruzione salvo predisporre tavole di ripartizione del carico lungo i camminamenti.</li> <li>– Vietare l'uso di scale, ponti su ruote e trabattelli sui ponteggi perimetrali.</li> <li>– Vietare l'uso di scale nei lavori in quota oltre 2 metri in maniera continuativa.</li> </ul>

<b>FASE LAVORATIVA</b>	<b>S2.1- Solaio a travetti prefabbricati con posa travetti e pignatte dal piano inferiore</b>	
<b>DESCRIZIONE</b>	Esecuzione di solaio in c.a. realizzato con travetti prefabbricati, in c.a. precompresso o in c.a. a traliccio, e pignatte in laterizio di alleggerimento, con soletta collaborante, su travi in c.a.	
<b>SOLUZIONE OPERATIVA</b>	<p>Solaio realizzato su rompitratta provvisori (in genere travi in legno) in direzione ortogonale a quella di tessitura dei travetti, di numero e distanza dipendenti dai carichi che l'impalcato deve sopportare. Di solito, per altezze di solaio usuali e carichi normali, l'interasse è di circa 1,50 m per i travetti a traliccio mentre è di circa 2 m per quelli in c.a.p.. Nel caso di un unico rompitratta, questo sarà disposto (per entrambe le tipologie di travetto) nella mezzera della campata.</p> <p>Tutti gli elementi di sostegno orizzontali sono a loro volta sostenuti da elementi verticali, i puntelli in legno o metallici, che provvedono a scaricare i pesi a terra o sul piano di posa.</p> <p>Il montaggio del banchinaggio del solaio e delle casserature delle travi avviene dal basso con l'uso di trabattelli e/o ponti su cavalletti regolamentari.</p>	
<b>ATTIVITÀ COMPONENTI LA FASE</b>	<p>CASSERATURE E BANCHINAGGIO</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Tracciamento banchinaggio.</li> <li>– Casseratura travi e banchinaggio solaio.</li> <li>– REALIZZAZIONE SOLAIO:</li> <li>– Posa travetti prefabbricati e laterizi (pignatte)</li> <li>– Preparazione e posa armature metalliche integrative a quelle dei travetti, reti elettrosaldate</li> <li>– Getto e vibrazione del calcestruzzo.</li> </ul> <p>DISARMO</p>	
<b>COMPOSIZIONE SQUADRA DI LAVORO</b>	Qualifica	
	- Preposto	
	- Carpenterie	
	- Ferraiolo	
	- Personale di assistenza (gruista, addetto autocarro, addetto autobetoniera)	
<b>ATTREZZATURE DI LAVORO, MACCHINE OPERATIVE E PRODOTTI DA COSTRUZIONE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– ponte su cavalletti;</li> <li>– trabattelli (piattaforme di lavoro aeree su ruote);</li> <li>– scala doppia o scala a cestello;</li> <li>– ponteggio</li> <li>– sega circolare</li> </ul>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– taglia-piegaferri</li> <li>– autobetoniere e autopompa o centrale di betonaggio</li> <li>– gru o altro apparecchio di sollevamento dei carichi e relativi accessori di imbracatura;</li> <li>– autocarro</li> <li>– utensili manuali</li> <li>– strumenti di tracciamento</li> </ul>
<p><b>PRESCRIZIONI</b> (solo rischio caduta dall'alto)</p>	<p><b>CASSERATURE E BANCHINAGGIO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Accertarsi della stabilità del piano di imposta dell'opera provvisoria da eseguire.</li> <li>– Accertarsi dell'assenza di eventuali aperture sul piano di imposta o della loro corretta protezione tramite tavolati solidamente fissati e di resistenza non inferiore a quella del piano di calpestio dei ponti di servizio o con parapetti regolamentari (All. 1).</li> <li>– Accertarsi della presenza delle protezioni contro la caduta dall'alto dai bordi del piano di imposta (All. 2).</li> <li>– Stabilire le modalità di banchinaggio e casserature (All. 14).</li> <li>– Nel caso si usino puntelli metallici telescopici, assicurarsi che siano conformi alla norma UNI 1065 e che siano utilizzati nel rispetto del loro carico di sicurezza in relazione all'altezza di utilizzo (All. 4).</li> <li>– Nel caso si usino altri tipi di puntelli, stabilire preventivamente l'interasse in relazione alla stabilità dello stesso (All. 5).</li> <li>– Effettuare il montaggio in quota dei componenti delle casserature e del banchinaggio utilizzando, per quote inferiori a 2 metri dal solaio d'imposta, scale doppie (All. 8), ponti su cavalletti (All. 9) o ponti su ruote (All. 10) e, per altezze superiori a 2 metri dal piano d'imposta del solaio, trabattelli completi di parapetto perimetrale.</li> </ul> <p><b>REALIZZAZIONE SOLAIO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– La posa di travetti e delle pignatte viene eseguita lavorando dal piano inferiore utilizzando ponti su cavalletti o ponti su ruote (All. 9 e 10).</li> <li>– Due operatori salgono sul trabattello, o ponte su ruote, e posizionano il primo travetto, che gli viene consegnato dall'alto tramite il mezzo di sollevamento carichi.</li> <li>– Successivamente, i due operatori posizionano le pignatte, che gli vengono consegnate alternatamente dall'operatore a terra. L'operazione si ripete fino al completarsi del solaio.</li> <li>– La posa dell'armatura integrativa e il getto di calcestruzzo, con le protezioni dei bordi allestite come indicato in precedenza (All. 7) , non presenta rischi di caduta dall'alto.</li> </ul>

	<p><b>DISARMO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Il disarmo delle armature provvisorie deve essere effettuato con cautela da lavoratori che hanno ricevuto una formazione adeguata e mirata alle operazioni previste, sotto la diretta sorveglianza del capo cantiere e sempre dopo che il direttore dei lavori ne abbia dato l'autorizzazione e comunque non prima dei tempi indicati dalla normativa DM 09.01.1996 (All. 11).</li> </ul>
<p><b>OBBLIGHI</b></p>	<p>Durante le fasi su dette il personale addetto è obbligato all'uso dei seguenti D.P.I.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Casco protettivo;</li> <li>– Scarpe antinfortunistiche;</li> <li>– Guanti protettivi;</li> <li>– Stivali durante la fase di getto del calcestruzzo;</li> <li>– Otoprotettori e occhiali protettivi durante l'uso della sega circolare;</li> <li>– Guanti antivibranti durante la fase di vibrazione del getto.</li> </ul> <p>Il personale che lavora in quota deve indossare la cintura porta attrezzi.</p>
<p><b>DIVIETI</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Durante la fase di realizzazione delle casserature e banchinaggi vietare il camminamento e lo stazionamento su di essi.</li> <li>– Vietare il deposito dei pacchi di laterizio sul banchinaggio, a meno che non sia stato effettuato un rinforzo strutturale nei punti di deposito tale da sopportare il peso di ogni singolo pacco (500-700 kg).</li> <li>– Consentire il deposito dei blocchi di laterizio sui ponteggi soltanto nella misura non eccedente la tavola fermapiede.</li> <li>– Vietare il camminamento sulle pignatte del solaio in costruzione salvo predisporre tavole di ripartizione del carico lungo i camminamenti.</li> <li>– Vietare l'uso di scale, ponti su ruote e trabattelli sui ponteggi perimetrali.</li> <li>– Vietare l'uso di scale nei lavori in quota oltre 2 metri in maniera continuativa.</li> </ul>

<b>FASE LAVORATIVA</b>	<b>S2.2 - Solaio a travetti prefabbricati con posa travetti e pignatte dall'alto con l'uso di reti di sicurezza</b>	
<b>DESCRIZIONE</b>	Esecuzione di solaio in c.a. realizzato con travetti prefabbricati, in c.a. precompresso o in c.a. a traliccio, e pignatte in laterizio di alleggerimento, con soletta collaborante, su travi in c.a.	
<b>SOLUZIONE OPERATIVA</b>	<p>Solaio realizzato su rompitratta provvisori (in genere travi in legno) in direzione ortogonale a quella di tessitura dei travetti, di numero e distanza dipendenti dai carichi che l'impalcato deve sopportare. Di solito, per altezze di solaio usuali e carichi normali, l'interasse è di circa 1,50 m per i travetti a traliccio mentre è di circa 2,00 m per quelli in c.a.p.. Nel caso di un unico rompitratta, questo sarà disposto (per entrambe le tipologie di travetto) nella mezzera della campata.</p> <p>Tutti gli elementi di sostegno orizzontali sono a loro volta sostenuti da elementi verticali, i puntelli in legno o metallici, che provvedono a scaricare i pesi a terra o sul piano di posa. La realizzazione del solaio avviene dall'alto.</p>	
<b>ATTIVITÀ COMPONENTI LA FASE</b>	<p>CASSERATURE E BANCHINAGGIO</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Tracciamento banchinaggio.</li> <li>– Casseratura travi e banchinaggio solaio.</li> </ul> <p>MONTAGGIO RETE</p> <p>REALIZZAZIONE SOLAIO:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Posa pannelli o lastre</li> <li>– Preparazione e posa armature metalliche integrative e rete elettrosaldate</li> <li>– Getto e vibrazione del calcestruzzo</li> </ul> <p>DISARMO</p>	
<b>COMPOSIZIONE SQUADRA DI LAVORO</b>	Qualifica	
	- Preposto	
	- Carpentiere	
	- Ferraiolo	
	- Personale di assistenza (gruista, addetto autocarro, addetto autobetoniera)	
<b>ATTREZZATURE DI LAVORO E MACCHINE OPERATIVE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– ponti su cavalletti o ponti su ruote o scala doppia o scala a cestello;</li> <li>– ponteggio esterno</li> <li>– sega circolare</li> <li>– autobetoniere e autopompa o centrale di betonaggio</li> <li>– gru o altro apparecchio di sollevamento dei carichi e relativi accessori di imbracatura;</li> </ul>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– autocarro</li> <li>– utensili manuali</li> <li>– strumenti di tracciamento</li> </ul>
<b>D.P.I. CONTRO CADUTA DALL'ALTO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Sistemi anticaduta costituito da imbracatura anticaduta e cordino. (All. 17 e 21)</li> </ul>
<b>PRESCRIZIONI (solo rischio caduta dall'alto)</b>	<p><b>CASSERATURE E BANCHINAGGIO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Accertarsi della stabilità del piano di imposta dell'opera provvisoria da eseguire.</li> <li>– Accertarsi dell'assenza di eventuali aperture sul piano di imposta o della loro corretta protezione tramite tavolati solidamente fissati e di resistenza non inferiore a quella del piano di calpestio dei ponti di servizio o con parapetti regolamentari (All. 1).</li> <li>– Accertarsi della presenza delle protezioni contro la caduta dall'alto dai bordi del piano di imposta (All. 2).</li> <li>– Stabilire le modalità di banchinaggio e casserature.</li> <li>– Nel caso si usino puntelli metallici telescopici, assicurarsi che siano conformi alla norma UNI 1065 e che siano utilizzati nel rispetto del loro carico di sicurezza in relazione all'altezza di utilizzo (All. 4).</li> <li>– Nel caso si usino altri tipi di puntelli stabilire preventivamente l'interasse in relazione alla stabilità dello stesso (All. 5).</li> <li>– Realizzare protezioni contro la caduta dall'alto dai bordi del solaio in costruzione tramite il prolungamento di un piano del ponteggio perimetrale (All. 7).</li> <li>– Effettuare il montaggio in quota dei componenti delle casserature e del banchinaggio utilizzando, per quote inferiori a 2 metri dal solaio d'imposta, scale doppie (All. 8), ponti su cavalletti (All. 9) o ponti su ruote (All. 10) e, per altezze superiori a 2 metri dal piano d'imposta del solaio, trabattelli completi di parapetto perimetrale.</li> </ul> <p><b>MONTAGGIO RETI DI SICUREZZA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Montaggio della rete anticaduta fissata su tasselli ancorati ai pilastri.(All. 15)</li> </ul> <p><b>REALIZZAZIONE SOLAIO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Gli addetti verificano la conformità dei sistemi anticaduta. (All.19)</li> <li>– I due operatori procedono alla guida per il posizionamento del travetto, facendo attenzione a non sostare sotto di esso.</li> <li>– Successivamente, procedono alla posa della prima fila di pignatte, alternando la posa di travetti e pignatte fino alla realizzazione dell'intero solaio.</li> </ul>

	<p><b>DISARMO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Il disarmo delle armature provvisorie deve essere effettuato con cautela da lavoratori che hanno ricevuto una formazione adeguata e mirata alle operazioni previste, sotto la diretta sorveglianza del capo cantiere e sempre dopo che il direttore dei lavori ne abbia dato l'autorizzazione e comunque non prima dei tempi indicati dalla normativa DM 09.01.1996 (All. 11).</li> </ul>
<p><b>OBBLIGHI</b></p>	<p>Durante le fasi suddette il personale addetto è obbligato all'uso dei seguenti D.P.I.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Casco protettivo;</li> <li>– Scarpe antinfortunistiche;</li> <li>– Guanti protettivi;</li> <li>– Stivali durante la fase di getto del calcestruzzo;</li> <li>– Otoprotettori e occhiali protettivi durante l'uso della sega circolare;</li> <li>– Guanti antivibranti durante la fase di vibrazione del getto.</li> </ul> <p>Il personale che lavora in quota deve indossare la cintura porta attrezzi.</p>
<p><b>DIVIETI</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Vietare l'accesso al piano del solaio agli operatori non dotati di D.P.I. anticaduta.</li> <li>– Durante la fase di realizzazione delle casserature e banchinaggi vietare il camminamento e lo stazionamento su di essi.</li> <li>– Vietare l'uso di scale, ponti su ruote e trabattelli sui ponteggi perimetrali.</li> <li>– Vietare l'uso di scale nei lavori in quota oltre 2 metri in maniera continuativa.</li> </ul>

<b>FASE LAVORATIVA</b>	<b>S2.3 - Solaio a travetti e pignatte o a pannelli o a lastre prefabbricate con l'uso di D.P.I. anticaduta e linea di ancoraggio</b>	
<b>DESCRIZIONE</b>	Esecuzione di solaio in c.a. realizzato con travetti prefabbricati, in c.a. precompresso o in c.a. a traliccio, e pignatte in laterizio di alleggerimento, ovvero con pannelli prefabbricati in laterocemento ovvero con lastre prefabbricate alleggerite con laterizi o polistirene.	
<b>SOLUZIONE OPERATIVA</b>	<p>Solaio realizzato su rompitratta provvisori (in genere travi in legno) in direzione ortogonale a quella di tessitura dei travetti, di numero e distanza dipendenti dai carichi che l'impalcato deve sopportare. Di solito, per altezze di solaio usuali e carichi normali, l'interasse è di circa 1,50 m per i travetti a traliccio mentre è di circa 2 m per quelli in c.a.p.. Nel caso di un unico rompitratta, questo sarà disposto (per entrambe le tipologie di travetto) nella mezzeria della campata.</p> <p>Nel caso di di pannelli e le lastre di solito sino a 6 metri di luce di solaio è sufficiente un solo rompitratta, oltre servono due rompitratta.</p> <p>Il montaggio delle cassature avviene dal basso con l'uso di ponti su cavalletti o ponti su ruote o scale doppie.</p> <p>La posa del solaio avviene dall'alto con l'uso di D.P.I. anticaduta agganciati a linea di ancoraggio.</p>	
<b>ATTIVITÀ COMPONENTI LA FASE</b>	<b>CASSERATURE E BANCHINAGGIO</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Tracciamento banchinaggio.</li> <li>– Casseratura travi e banchinaggio solaio.</li> </ul> <b>REALIZZAZIONE LINEE DI ANCORAGGIO LUNGO LE TRAVI</b> <b>REALIZZAZIONE SOLAIO:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Posa pannelli o lastre</li> <li>– Preparazione e posa armature metalliche integrative e rete elettrosaldate</li> <li>– Getto e vibrazione del calcestruzzo</li> </ul> <b>DISARMO</b>	
<b>COMPOSIZIONE SQUADRA DI LAVORO</b>	Qualifica <ul style="list-style-type: none"> <li>- Preposto</li> <li>- Carpentiere</li> <li>- Ferraiolo</li> <li>- Personale di assistenza (gruista, addetto autocarro, addetto autobetoniera)</li> </ul>	
<b>ATTREZZATURE DI LAVORO E MACCHINE OPERATIVE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– ponti su cavalletti o ponti su ruote o scala doppia o scala a cestello;</li> <li>– ponteggio esterno</li> <li>– sega circolare</li> </ul>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– autobetoniere e autopompa o centrale di betonaggio</li> <li>– gru o altro apparecchio di sollevamento dei carichi e relativi accessori di imbracatura;</li> <li>– autocarro</li> <li>– utensili manuali</li> <li>– strumenti di tracciamento</li> </ul>
<b>D.P.I. CONTRO CADUTA DALL'ALTO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– sistemi anticaduta costituito da imbracatura e dispositivo anticaduta di tipo retrattile. (All. 17 e 21)</li> </ul>
<b>PRESCRIZIONI (solo rischio caduta dall'alto)</b>	<p><b>CASSERATURE E BANCHINAGGIO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Accertarsi della stabilità del piano di imposta dell'opera provvisoria da eseguire.</li> <li>– Accertarsi dell'assenza di eventuali aperture sul piano di imposta o della loro corretta protezione tramite tavolati solidamente fissati e di resistenza non inferiore a quella del piano di calpestio dei ponti di servizio o con parapetti regolamentari (All. 1).</li> <li>– Accertarsi della presenza delle protezioni contro la caduta dall'alto dai bordi del piano di imposta (All. 2).</li> <li>– Stabilire le modalità di banchinaggio e cassetture.</li> <li>– Nel caso si usino puntelli metallici telescopici, assicurarsi che siano conformi alla norma UNI 1065 e che siano utilizzati nel rispetto del loro carico di sicurezza in relazione all'altezza di utilizzo (All. 4).</li> <li>– Nel caso si usino altri tipi di puntelli stabilire preventivamente l'interesse in relazione alla stabilità dello stesso (All. 5).</li> <li>– Realizzare protezioni contro la caduta dall'alto dai bordi del solaio in costruzione tramite il prolungamento di un piano di ponteggio perimetrale (All. 7).</li> <li>– Effettuare il montaggio in quota dei componenti delle cassetture e del banchinaggio utilizzando, per quote inferiori a 2 metri dal solaio d'imposta, scale doppie (All. 8), ponti su cavalletti (All. 9) o ponti su ruote (All. 10) e, per altezze superiori a 2 metri dal piano d'imposta del solaio, trabattelli completi di parapetto perimetrale.</li> </ul> <p><b>REALIZZAZIONE DELLA LINEA DI ANCORAGGIO (All. 16, 17 e 19)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Ancoraggio dei paletti alla testa dei pilastri con tasselli chimici o meccanici.</li> <li>– Applicazione ed ancoraggio alla testa dei pilastri di linea di ancoraggio.</li> <li>– Messa in tensione tramite apposito avvolgitore della linea di ancoraggio.</li> <li>– Applicazione dei D.P.I. di protezione contro le cadute alla linea di ancoraggio (All. 21 e 22).</li> </ul>

	<p><b>REALIZZAZIONE SOLAIO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Gli addetti verificano la conformità dei sistemi anticaduta. (All. 19)</li> <li>– Due operatori sul ponteggio indossano l’imbracatura anticaduta e collegano il dispositivo retrattile alla linea vita. (All. 17 e 21)</li> <li>– I due operatori procedono alla guida per il posizionamento del travetto, facendo attenzione a non sostare sotto di esso.</li> <li>– Successivamente, procedono alla posa della prima fila di pignatte, alternando la posa di travetti e pignatte fino alla realizzazione dell’intero solaio.</li> </ul> <p><b>DISARMO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Il disarmo delle armature provvisorie deve essere effettuato con cautela da lavoratori che hanno ricevuto una formazione adeguata e mirata alle operazioni previste, sotto la diretta sorveglianza del capo cantiere e sempre dopo che il direttore dei lavori ne abbia dato l’autorizzazione e comunque non prima dei tempi indicati dalla normativa DM 09.01.1996 (All. 11).</li> </ul>
<b>OBBLIGHI</b>	<p>Durante le fasi suddette il personale addetto è obbligato all’uso dei seguenti D.P.I.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Casco protettivo;</li> <li>– Scarpe antinfortunistiche;</li> <li>– Guanti protettivi;</li> <li>– Stivali durante la fase di getto del calcestruzzo;</li> <li>– Otoprotettori e occhiali protettivi durante l’uso della sega circolare;</li> <li>– Guanti antivibranti durante la fase di vibrazione del getto.</li> </ul> <p>Il personale che lavora in quota deve indossare la cintura porta attrezzi.</p>
<b>DIVIETI</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Vietare l’accesso al piano del solaio agli operatori non dotati di D.P.I. anticaduta.</li> <li>– Durante la fase di realizzazione delle cassature e banchinaggi vietare il camminamento e lo stazionamento su di essi.</li> <li>– Vietare l’uso di scale, ponti su ruote e trabattelli sui ponteggi perimetrali.</li> <li>– Vietare l’uso di scale nei lavori in quota oltre 2 metri in maniera continuativa.</li> </ul>

<b>FASE LAVORATIVA</b>	<b>S3.1 - Solaio a travetti e pignatte o a pannelli o a lastre prefabbricate con l'uso di reti di sicurezza</b>	
<b>DESCRIZIONE</b>	Esecuzione solaio in c.a. realizzato con travetti e pignatte o pannelli prefabbricati in laterocemento o lastre prefabbricate alleggerite con blocchi di laterizio o di polistirene.	
<b>SOLUZIONE OPERATIVA</b>	<p>Posa di travetti o pannelli o lastre prefabbricate su appoggi di estremità delle casserature delle travi e su uno o più rompitratta intermedi.</p> <p>Nel caso di travetti i rompitratta sono posti normalmente ad interassi di circa 2 metri, mentre nell'uso di pannelli e le lastre di solito sino a 6 metri di luce di solaio è sufficiente un solo rompitratta, oltre servono due rompitratta.</p> <p>Nel caso di un unico rompitratta, questo sarà disposto nella mezzeria della campata.</p> <p>Il montaggio del banchinaggio del solaio e delle casserature delle travi avviene dal basso con l'uso di trabattelli e/o ponti su cavalletti regolamentari.</p> <p>La posa dei pannelli o delle lastre solaio avviene dall'alto.</p>	
<b>ATTIVITÀ COMPONENTI LA FASE</b>	<p>CASSERATURE E BANCHINAGGIO</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Tracciamento banchinaggio.</li> <li>– Casseratura travi e banchinaggio solaio.</li> </ul> <p>MONTAGGIO RETE</p> <p>REALIZZAZIONE SOLAIO:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Posa pannelli o lastre</li> <li>– Preparazione e posa armature metalliche integrative e rete elettrosaldate</li> <li>– Getto e vibrazione del calcestruzzo</li> </ul> <p>DISARMO</p>	
<b>COMPOSIZIONE SQUADRA DI LAVORO</b>	Qualifica	
	- Preposto	
	- Carpentiere	
	- Ferraiolo	
	- Personale di assistenza (gruista, addetto autocarro, addetto autobetoniera)	
<b>ATTREZZATURE DI LAVORO E MACCHINE OPERATIVE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– ponti su cavalletti o ponti su ruote o scala doppia o scala a cestello;</li> <li>– ponteggio esterno</li> <li>– sega circolare</li> <li>– autobetoniere e autopompa o centrale di betonaggio</li> <li>– gru o altro apparecchio di sollevamento dei carichi e relativi accessori di imbracatura;</li> </ul>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– autocarro</li> <li>– utensili manuali</li> <li>– strumenti di tracciamento</li> </ul>
<b>D.P.I. CONTRO CADUTA DALL'ALTO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– nessuno</li> </ul>
<b>PRESCRIZIONI (solo rischio caduta dall'alto)</b>	<p><b>CASSERATURE E BANCHINAGGIO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Accertarsi della stabilità del piano di imposta dell'opera provvisoria da eseguire.</li> <li>– Accertarsi dell'assenza di eventuali aperture sul piano di imposta o della loro corretta protezione tramite tavolati solidamente fissati e di resistenza non inferiore a quella del piano di calpestio dei ponti di servizio o con parapetti regolamentari (All. 1).</li> <li>– Accertarsi della presenza delle protezioni contro la caduta dall'alto dai bordi del piano di imposta (All. 2).</li> <li>– Stabilire le modalità di banchinaggio e cassetture.</li> <li>– Nel caso si usino puntelli metallici telescopici, assicurarsi che siano conformi alla norma UNI 1065 e che siano utilizzati nel rispetto del loro carico di sicurezza in relazione all'altezza di utilizzo (All. 4).</li> <li>– Nel caso si usino altri tipi di puntelli stabilire preventivamente l'interasse in relazione alla stabilità dello stesso (All. 5).</li> <li>– Realizzare protezioni contro la caduta dall'alto dai bordi del solaio in costruzione tramite il prolungamento di un piano del ponteggio perimetrale (All. 7).</li> <li>– Effettuare il montaggio in quota dei componenti delle cassetture e del banchinaggio utilizzando, per quote inferiori a 2 metri dal solaio d'imposta, scale doppie (All. 8), ponti su cavalletti (All. 9) o ponti su ruote (All. 10) e, per altezze superiori a 2 metri dal piano d'imposta del solaio, trabattelli completi di parapetto perimetrale.</li> </ul> <p><b>MONTAGGIO RETE DI SICUREZZA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Montaggio della rete anticaduta fissata su tasselli ancorati ai pilastri. (All. 15)</li> </ul> <p><b>REALIZZAZIONE SOLAIO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Due operatori stazionano sul ponteggio e procedono a distanza alla guida dei travetti o dei pannelli o delle lastre, e si avvicinano ad esso solo in prossimità dell'appoggio.</li> <li>– Successivamente, procedono alla posa di tutte le lastre o pannelli prefabbricati.</li> </ul>

	<p><b>DISARMO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Il disarmo delle armature provvisorie deve essere effettuato con cautela da lavoratori che hanno ricevuto una formazione adeguata e mirata alle operazioni previste, sotto la diretta sorveglianza del capo cantiere e sempre dopo che il direttore dei lavori ne abbia dato l'autorizzazione e comunque non prima dei tempi indicati dalla normativa DM 09.01.1996 (All. 11).</li> </ul>
<p><b>OBBLIGHI</b></p>	<p>Durante le fasi suddette il personale addetto è obbligato all'uso dei seguenti D.P.I.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Casco protettivo;</li> <li>– Scarpe antinfortunistiche;</li> <li>– Guanti protettivi;</li> <li>– Stivali durante la fase di getto del calcestruzzo;</li> <li>– Otoprotettori e occhiali protettivi durante l'uso della sega circolare;</li> <li>– Guanti antivibranti durante la fase di vibrazione del getto.</li> </ul> <p>Il personale che lavora in quota deve indossare la cintura porta attrezzi.</p>
<p><b>DIVIETI</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Vietare l'accesso al piano del solaio agli operatori prima del montaggio della rete di sicurezza.</li> <li>– Durante la fase di realizzazione delle cassetture e banchinaggi vietare il camminamento e lo stazionamento su di essi.</li> <li>– Vietare l'uso di scale, ponti su ruote e trabattelli sui ponteggi perimetrali.</li> <li>– Vietare l'uso di scale nei lavori in quota oltre 2 metri in maniera continuativa.</li> </ul>

<b>FASE LAVORATIVA</b>	<b>S3.2 - Solaio a pannelli o lastre prefabbricate con posa mediante l'uso D.P.I. e linea di ancoraggio</b>	
<b>DESCRIZIONE</b>	Esecuzione solaio in c.a. realizzato con pannelli prefabbricati o lastre prefabbricate alleggeriti con blocchi di laterizio o di polistirene.	
<b>SOLUZIONE OPERATIVA</b>	<p>Posa di pannelli o lastre prefabbricate su appoggi di estremità delle casserature delle travi e su uno o più rompitratta intermedi.</p> <p>Di norma sino a 6 metri di luce di solaio è sufficiente un solo rompitratta, oltre servono due rompitratta.</p> <p>Nel caso di un unico rompitratta, questo sarà disposto nella mezzera della campata.</p> <p>Il montaggio del banchinaggio del solaio e delle casserature delle travi avviene dal basso con l'uso di trabattelli e/o ponti su cavalletti regolamentari.</p>	
<b>ATTIVITÀ COMPONENTI LA FASE</b>	<p>CASSERATURE E BANCHINAGGIO</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Tracciamento banchinaggio.</li> <li>– Casseratura travi e banchinaggio solaio.</li> </ul> <p>REALIZZAZIONE LINEE DI ANCORAGGIO</p> <p>REALIZZAZIONE SOLAIO:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Posa pannelli o lastre</li> <li>– Preparazione e posa armature metalliche integrative e rete elettrosaldate</li> <li>– Getto e vibrazione del calcestruzzo</li> </ul> <p>DISARMO</p>	
<b>COMPOSIZIONE SQUADRA DI LAVORO</b>	Qualifica	
	- Preposto	
	- Carpenterie	
	- Ferraiolo	
	- Personale di assistenza (gruista, addetto autocarro, addetto autobetoniera)	
<b>ATTREZZATURE DI LAVORO E MACCHINE OPERATIVE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– ponti su cavalletti o ponti su ruote o scala doppia o scala a cestello;</li> <li>– ponteggio esterno</li> <li>– sega circolare</li> <li>– autobetoniere e autopompa o centrale di betonaggio</li> <li>– gru o altro apparecchio di sollevamento dei carichi e relativi accessori di imbracatura;</li> <li>– autocarro</li> <li>– utensili manuali</li> </ul>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– strumenti di tracciamento</li> </ul>
<b>D.P.I. CONTRO CADUTA DALL'ALTO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– sistemi anticaduta costituito da imbracatura e dispositivo anticaduta di tipo retrattile (All. 17 e 21)</li> </ul>
<b>PRESCRIZIONI (solo rischio caduta dall'alto)</b>	<p><b>CASSERATURE E BANCHINAGGIO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Accertarsi della stabilità del piano di imposta dell'opera provvisoria da eseguire.</li> <li>– Accertarsi dell'assenza di eventuali aperture sul piano di imposta o della loro corretta protezione tramite tavolati solidamente fissati e di resistenza non inferiore a quella del piano di calpestio dei ponti di servizio o con parapetti regolamentari (All. 1).</li> <li>– Accertarsi della presenza delle protezioni contro la caduta dall'alto dai bordi del piano di imposta (All. 2).</li> <li>– Stabilire le modalità di banchinaggio e casserature.</li> <li>– Nel caso si usino puntelli metallici telescopici, assicurarsi che siano conformi alla norma UNI 1065 e che siano utilizzati nel rispetto del loro carico di sicurezza in relazione all'altezza di utilizzo (All. 4).</li> <li>– Nel caso si usino altri tipi di puntelli stabilire preventivamente l'interesse in relazione alla stabilità dello stesso (All. 5).</li> <li>– Realizzare protezioni contro la caduta dall'alto dai bordi del solaio in costruzione tramite il prolungamento di un piano del ponteggio perimetrale (All. 7).</li> <li>– Effettuare il montaggio in quota dei componenti delle casserature e del banchinaggio utilizzando, per quote inferiori a 2 metri dal solaio d'imposta, scale doppie (All. 8), ponti su cavalletti (All. 9) o ponti su ruote (All. 10) e, per altezze superiori a 2 metri dal piano d'imposta del solaio, trabattelli completi di parapetto perimetrale.</li> </ul> <p><b>REALIZZAZIONE DELLA LINEA DI ANCORAGGIO (All. 16, 17 e 19)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Ancoraggio dei paletti alla testa dei pilastri con tasselli chimici o meccanici.</li> <li>– Applicazione ed ancoraggio alla testa dei pilastri di linea vita.</li> <li>– Messa in tensione tramite apposito avvolgitore della linea vita.</li> <li>– Applicazione dei D.P.I. di protezione contro le cadute dall'alto, alla linea vita.</li> </ul> <p><b>REALIZZAZIONE SOLAIO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Gli addetti verificano la conformità dei sistemi anticaduta. (All. 19)</li> <li>– Due operatori sul ponteggio indossano l'imbracatura anticaduta e collegano il dispositivo retrattile alla linea vita. (All. 17 e 22)</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– I due operatori procedono alla guida del pannello o lastra solaio, e si avvicinano al pannello solo in prossimità dell'appoggio.</li> <li>– Successivamente, procedono alla posa di tutte le lastre o pannelli prefabbricati, rimanendo collegati alla linea vita.</li> </ul> <p>DISARMO</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Il disarmo delle armature provvisorie deve essere effettuato con cautela da lavoratori che hanno ricevuto una formazione adeguata e mirata alle operazioni previste, sotto la diretta sorveglianza del capo cantiere e sempre dopo che il direttore dei lavori ne abbia dato l'autorizzazione e comunque non prima dei tempi indicati dalla normativa DM 09.01.1996 (All. 11).</li> </ul>
<b>OBBLIGHI</b>	<p>Durante le fasi suddette il personale addetto è obbligato all'uso dei seguenti D.P.I.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Casco protettivo;</li> <li>– Scarpe antinfortunistiche;</li> <li>– Guanti protettivi;</li> <li>– Stivali durante la fase di getto del calcestruzzo;</li> <li>– Otoprotettori e occhiali protettivi durante l'uso della sega circolare;</li> <li>– Guanti antivibranti durante la fase di vibrazione del getto.</li> </ul> <p>Il personale che lavora in quota deve indossare la cintura porta attrezzi.</p>
<b>DIVIETI</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Vietare l'accesso al piano del solaio agli operatori non dotati di D.P.I. anticaduta.</li> <li>– Durante la fase di realizzazione delle casserature e banchinaggi vietare il camminamento e lo stazionamento su di essi.</li> <li>– Vietare l'uso di scale, ponti su ruote e trabattelli sui ponteggi perimetrali.</li> <li>– Vietare l'uso di scale nei lavori in quota oltre 2 metri in maniera continuativa.</li> </ul>

<b>FASE LAVORATIVA</b>	<b>S3.3 - Solaio a pannelli o lastre prefabbricate con l'uso di D.P.I. anticaduta agganciati ai pannelli o alle lastre</b>	
<b>DESCRIZIONE</b>	Esecuzione solaio in c.a. realizzato con pannelli prefabbricati o lastre prefabbricate alleggeriti con blocchi di laterizio o di polistirene.	
<b>SOLUZIONE OPERATIVA</b>	<p>Posa di pannelli o lastre prefabbricate su appoggi di estremità delle casserature delle travi e su uno o più rompitratta intermedi.</p> <p>Di norma sino a 6 metri di luce di solaio è sufficiente un solo rompitratta, oltre servono due rompitratta.</p> <p>Nel caso di un unico rompitratta, questo sarà disposto nella mezzera della campata.</p> <p>Il montaggio del banchinaggio del solaio e delle casserature delle travi avviene dal basso con l'uso di trabattelli e/o ponti su cavalletti regolamentari.</p> <p>La posa dei pannelli o delle lastre solaio avviene dall'alto con l'uso di D.P.I. anticaduta.</p>	
<b>ATTIVITÀ COMPONENTI LA FASE</b>	<p>CASSERATURE E BANCHINAGGIO</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Tracciamento banchinaggio.</li> <li>– Casseratura travi e banchinaggio solaio.</li> </ul> <p>REALIZZAZIONE SOLAIO:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Posa pannelli o lastre</li> <li>– Preparazione e posa armature metalliche integrative e rete elettrosaldate</li> <li>– Getto e vibrazione del calcestruzzo</li> </ul> <p>DISARMO</p>	
<b>COMPOSIZIONE SQUADRA DI LAVORO</b>	Qualifica	
	- Preposto	
	- Carpentiere	
	- Ferraiolo	
	- Personale di assistenza (gruista, addetto autocarro, addetto autobetoniera)	
<b>ATTREZZATURE DI LAVORO E MACCHINE OPERATIVE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– ponti su cavalletti o ponti su ruote o scala doppia o scala a cestello;</li> <li>– ponteggio esterno</li> <li>– sega circolare</li> <li>– autobetoniere e autopompa o centrale di betonaggio</li> <li>– gru o altro apparecchio di sollevamento dei carichi e relativi accessori di imbracatura;</li> <li>– utensili manuali</li> </ul>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– strumenti di tracciamento</li> </ul>
<b>D.P.I. CONTRO CADUTA DALL'ALTO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– sistemi anticaduta costituito da imbracatura anticaduta e cordino di trattenuta. (All. 17 e 21)</li> </ul>
<b>PRESCRIZIONI (solo rischio caduta dall'alto)</b>	<p><b>CASSERATURE E BANCHINAGGIO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Accertarsi della stabilità del piano di imposta dell'opera provvisoria da eseguire.</li> <li>– Accertarsi dell'assenza di eventuali aperture sul piano di imposta o della loro corretta protezione tramite tavolati solidamente fissati e di resistenza non inferiore a quella del piano di calpestio dei ponti di servizio o con parapetti regolamentari (All. 1).</li> <li>– Accertarsi della presenza delle protezioni contro la caduta dall'alto dai bordi del piano di imposta (All. 2).</li> <li>– Stabilire le modalità di banchinaggio e cassetture.</li> <li>– Nel caso si usino puntelli metallici telescopici, assicurarsi che siano conformi alla norma UNI 1065 e che siano utilizzati nel rispetto del loro carico di sicurezza in relazione all'altezza di utilizzo (All. 4).</li> <li>– Nel caso si usino altri tipi di puntelli stabilire preventivamente l'interesse in relazione alla stabilità dello stesso (All. 5).</li> <li>– Realizzare protezioni contro la caduta dall'alto dai bordi del solaio in costruzione tramite il prolungamento di un piano del ponteggio perimetrale (All. 7).</li> <li>– Effettuare il montaggio in quota dei componenti delle cassetture e del banchinaggio utilizzando, per quote inferiori a 2 metri dal solaio d'imposta, scale doppie (All. 8), ponti su cavalletti (All. 9) o ponti su ruote (All. 10) e, per altezze superiori a 2 metri dal piano d'imposta del solaio, trabattelli completi di parapetto perimetrale.</li> </ul> <p><b>REALIZZAZIONE SOLAIO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Gli addetti verificano la conformità dei sistemi anticaduta (All. 19).</li> <li>– Due operatori sul ponteggio indossano l'imbracatura anticaduta e collegano il cordino di trattenuta al ponteggio, regolandone la lunghezza in modo da impedire la caduta. (All. 17 e 21)</li> <li>– I due operatori procedono alla guida a distanza del pannello o lastra e si avvicinano al pannello solo in prossimità dell'appoggio.</li> <li>– Successivamente, sganciano i cordini dai montati, regolano nuovamente la lunghezza dei cordini e li collegano agli inserti già presenti nel pannello solaio o al traliccio della lastra solaio, in modo da impedire la caduta dall'alto, e procedono alla posa in sequenza degli elementi dal secondo all'ultimo.</li> </ul>

	<p><b>DISARMO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Il disarmo delle armature provvisorie deve essere effettuato con cautela da lavoratori che hanno ricevuto una formazione adeguata e mirata alle operazioni previste, sotto la diretta sorveglianza del capo cantiere e sempre dopo che il direttore dei lavori ne abbia dato l'autorizzazione e comunque non prima dei tempi indicati dalla normativa DM 09.01.1996 (All. 11).</li> </ul>
<p><b>OBBLIGHI</b></p>	<p>Durante le fasi suddette il personale addetto è obbligato all'uso dei seguenti D.P.I.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Casco protettivo;</li> <li>– Scarpe antinfortunistiche;</li> <li>– Guanti protettivi;</li> <li>– Stivali durante la fase di getto del calcestruzzo;</li> <li>– Otoprotettori e occhiali protettivi durante l'uso della sega circolare;</li> <li>– Guanti antivibranti durante la fase di vibrazione del getto.</li> </ul> <p>Il personale che lavora in quota deve indossare la cintura porta attrezzi.</p>
<p><b>DIVIETI</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Vietare l'accesso al piano del solaio agli operatori non dotati di D.P.I. anticaduta.</li> <li>– Durante la fase di realizzazione delle casserature e banchinaggi vietare il camminamento e lo stazionamento su di essi.</li> <li>– Vietare l'uso di scale, ponti su ruote e trabattelli sui ponteggi perimetrali.</li> <li>– Vietare l'uso di scale nei lavori in quota oltre 2 metri in maniera continuativa.</li> </ul>

## **ALLEGATI ALLE PROCEDURE**

**ALLEGATO 1** – Protezione aperture nei solai.

**ALLEGATO 2** – Protezioni contro la caduta dall'alto dai bordi del piano di imposta.

**ALLEGATO 3** – Progettazione armature provvisionali per grandi opere.

**ALLEGATO 4** – Puntelli metallici.

**ALLEGATO 5** – Puntelli metallici non telescopici.

**ALLEGATO 6** – Protezioni delle forometrie di banchinaggio.

**ALLEGATO 7** – Protezione contro la caduta dall'alto dai bordi del solaio in costruzione.

**ALLEGATO 8** – Uso di scale per lavori non in quota.

**ALLEGATO 9** – Uso di ponti su cavalletti per lavori non in quota.

**ALLEGATO 10** – Uso di ponti su ruote per lavori in quota.

**ALLEGATO 11** – Disarmo.

**ALLEGATO 12** – Disarmo opere provvisionali prefabbricate.

**ALLEGATO 13** – Documentazione grafica e manuali d'uso di montaggio e smontaggio opere provvisionali prefabbricate.

**ALLEGATO 14** – Documentazione grafica delle opere di cassetatura con tecnologia tradizionale.

**ALLEGATO 15** – Reti di sicurezza.

**ALLEGATO 16** – Montaggio sistema anticaduta.

**ALLEGATO 17** – Imbracatura anticaduta.

**ALLEGATO 18** – Posa pannelli o lastre dal basso.

**ALLEGATO 19** – Apprestamento e verifica dei sistemi anticaduta.

**ALLEGATO 20** – Posa pannelli o lastre solaio con uso di sistemi di protezione contro la caduta dall'alto.

**ALLEGATO 21** – Cordini

**ALLEGATO 22** – Sistema di protezione contro la caduta dall'alto

## ***Allegato 1 - Protezione aperture nei solai.***

### RIFERIMENTI NORMATIVI

Art. 146 D.Lgs. 81/2008 e s. m. e i.

*Le aperture lasciate nei solai o nelle piattaforme di lavoro devono essere circondate da normale parapetto e da tavola fermapiede oppure devono essere coperte con tavolato solidamente fissato e di resistenza non inferiore a quella del piano di calpestio dei ponti di servizio.*

### PROTEZIONE APERTURE

- Le protezioni devono essere allestite a regola d'arte utilizzando buon materiale; risultare idonee allo scopo ed essere conservate in efficienza per l'intera durata del lavoro.
- Le aperture nei solai, nel suolo, nei pavimenti e nelle piattaforme di lavoro, comprese fosse e pozzi, devono essere provviste di solide coperture o protette con parapetti.
- Le aperture nei muri prospicienti il vuoto o vani che abbiano una profondità superiore a m 0,50 devono essere munite di parapetto con tavola fermapiede oppure essere convenientemente sbarrate.
- Quando si ricorra alla copertura con tavole deve essere solidamente fissata in modo da rimanere sempre nella posizione giusta e di resistenza per lo meno non inferiore a quella del piano di calpestio dei ponti di servizio. Se ottenuta con altri materiali deve poter sopportare un carico eguale a quello previsto per il pavimento circostante.
- Le protezioni sono predisposte per evitare la caduta di persone e la precipitazione di cose e materiale nel vuoto.
- Le protezioni vanno applicate alle aperture di ogni genere e tipo, (balconi, pianerottoli, vani finestra, vani ascensore, asole, botole, fosse, buche e casi simili).
- Per le aperture di modeste dimensioni è meglio la copertura; per quelle più grandi è meglio ricorrere alla perimetrazione con parapetto.
- Qualora le aperture vengano usate per il passaggio di materiali o persone, un lato del parapetto di protezione può essere costituito da una barriera mobile non asportabile, che deve essere aperta soltanto per il tempo necessario al passaggio. La protezione va estesa anche all'area di arrivo/partenza o aggancio/sgancio del carico posta al piano terra.
- Il vano-scala deve essere coperto con una robusta impalcatura posta all'altezza del pavimento del primo piano a difesa delle persone che transitano al piano terreno contro la caduta dei materiali. È bene, inoltre, allestire impalcati successivi in relazione all'avanzamento dei lavori ed all'altezza della costruzione.
- Il vano-corsa dell'ascensore deve essere protetto con parapetto o impalcato.
- Gli intavolati di protezione non devono costituire motivo di inciampo.

## ***Allegato 2 - Protezioni contro la caduta dall'alto dai bordi del piano di imposta.***

### RIFERIMENTI NORMATIVI

A) Art. 126. D.Lgs. 81/2008 e s. m. e i.

#### *Parapetti*

*1. Gli impalcati e ponti di servizio, le passerelle, le andatoie, che siano posti ad un'altezza maggiore di 2 metri, devono essere provvisti su tutti i lati verso il vuoto di robusto parapetto e in buono stato di conservazione.*

B) Art. 138 comma 5 let. b) D.Lgs. 81/2008 e s. m. e i.

*5. Per i ponteggi di cui alla presente sezione valgono, in quanto applicabili, le disposizioni relative ai ponteggi in legno. Sono ammesse deroghe:*

*b) alla disposizione di cui all'articolo 126, comma 1, a condizione che l'altezza del parapetto sia non inferiore a 95 cm rispetto al piano di calpestio;*

C) Allegato XVIII D.Lgs. 81/2008 e s. m. e i.

#### *2.1.5. Parapetti*

*2.1.5.1. Il parapetto di cui all'articolo 126 del Capo IV è costituito da uno o più correnti paralleli all'intavolato, il cui margine superiore sia posto a non meno di 1 metro dal piano di calpestio, e di tavola fermapiede alta non meno di 20 centimetri, messa di costa e poggiate sul piano di calpestio.*

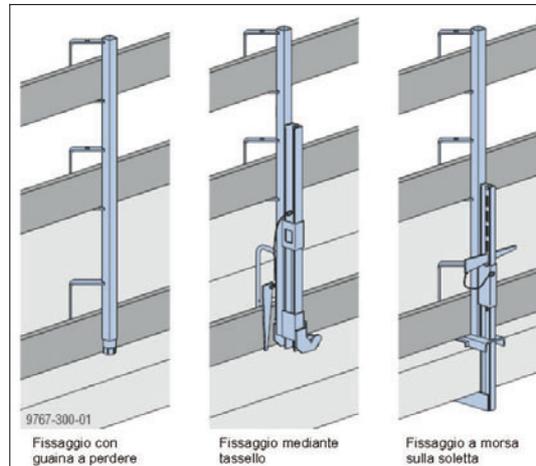
*2.1.5.2. Correnti e tavola fermapiede non devono lasciare una luce, in senso verticale, maggiore di 60 centimetri.*

*2.1.5.3. Sia i correnti che la tavola fermapiede devono essere applicati dalla parte interna dei montanti.*

*2.1.5.4. E' considerata equivalente al parapetto definito ai commi precedenti, qualsiasi protezione, realizzante condizioni di sicurezza contro la caduta verso i lati aperti non inferiori a quelle presentate dal parapetto stesso.*

Sotto il profilo tecnico sono possibili diverse soluzioni:

- 1) il parapetto si fissa nel calcestruzzo ancora fresco una guaina. Quando è sufficientemente maturo il calcestruzzo, si avvita nella guaina il parapetto;
- 2) il parapetto si fissa il parapetto mediante tassello sull'estradosso o sul lato di testa;
- 3) il parapetto si fissa il parapetto mediante la morsa direttamente sullo spessore del solaio.



### ***Allegato 3 - Progettazione armature provvisorie per grandi opere***

Ai sensi dell'articolo 142, cc. 2 e 3, DLgs. 81/2008 e s. m. e i. le armature provvisorie per grandi opere, come centine per ponti ad arco, per coperture ad ampia luce e simili, che non rientrino negli schemi d'uso corrente, devono essere eseguite su progetto redatto da un ingegnere o architetto, corredato dai relativi calcoli di stabilità.

I disegni esecutivi, firmati dal progettista, devono essere esibiti sul posto di lavoro a richiesta degli organi di vigilanza.

### ***Allegato 4 - Puntelli metallici telescopici.***

La normativa UNI EN 1065 fissa i criteri per la classificazione dei puntelli in base alla categoria del puntello (A,B,C,D,E) ed alla massima lunghezza di estensione.

In tabella sono riportate le caratteristiche delle classi di puntelli per ogni categoria.

La portata nominale caratteristica del puntello ( $R_{y,k}$  con  $y = A, \dots, E$ ) è definita per ogni classe in funzione della lunghezza del puntello. Essa è determinabile da opportune espressioni riportate in tab.1. I valori della resistenza caratteristica nominale corrispondente alla massima estensione sono riportati in tabella mentre la loro variazione in funzione della lunghezza di estensione è diagrammata in figura.

La norma prevede che siano verificate sia la resistenza caratteristica globale del puntello che la resistenza dei dispositivi di regolazione quali la resistenza a taglio delle spine e dei supporti. Nel seguito verrà esaminato il problema della sola resistenza del puntello.

La resistenza caratteristica reale di un puntello,  $R_{y,act}$ , può essere verificata, a discrezione del produttore, o mediante calcolo o mediante prove sperimentali. Non è specificatamente esclusa la possibilità di fare riferimento ad entrambe le metodologie come dimostrato nell'esempio applicativo e suggerito dagli autori nell'articolo originale pubblicato sulla rivista Costruzioni Metalliche.

Classe	Lunghezza alla massima estensione	Resistenza caratteristica nominale (vedere punto 8)
	$l_{max}$ m	$R_{yk}$ kN
A 25	2,50	20,4
A 30	3,00	17,0
A 35	3,50	14,6
A 40	4,00	12,8
B 25	2,50	27,2
B 30	3,00	22,7
B 35	3,50	19,4
B 40	4,00	17,0
B 45	4,50	15,1
B 50	5,00	13,6
B 55	5,50	12,4
C 25	2,50	40,8
C 30	3,00	34,0
C 35	3,50	29,1
C 40	4,00	25,5
C 45	4,50	22,7
C 50	5,00	20,4
C 55	5,50	18,6
D 25	2,50	34,0
D 30	3,00	
D 35	3,50	
D 40	4,00	
D 45	4,50	
D 50	5,00	
D 55	5,50	
E 25	2,50	51,0
E 30	3,00	
E 35	3,50	
E 40	4,00	
E 45	4,50	
E 50	5,00	
E 55	5,50	

**Tabella** - Resistenza caratteristica nominale per alcune classi di puntelli e loro lunghezza massima.

Si noti che per i puntelli appartenenti alle categorie A, B e C, la capacità portante nominale può essere aumentata per configurazioni aventi lunghezza inferiore a quella di massima estensione, mentre per le classi D ed E non è prevista questa possibilità. La portata massima delle classi A, B e C è comunque limitata superiormente dai valori 44.0 kN, 51.0 kN e 59.5 kN

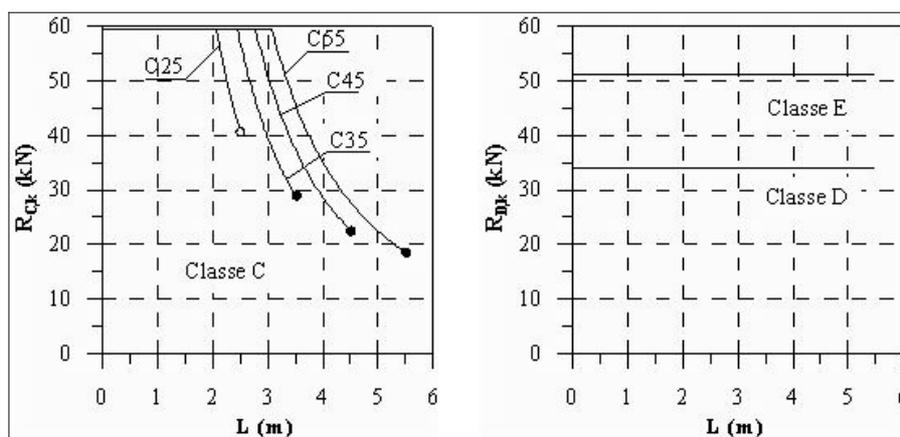


Figura: Resistenza caratteristica nominale delle varie sottoclassi dei puntelli in funzione della loro estensione. (I punti indicano la minima capacità portante per ogni classe in corrispondenza della lunghezza massima come deducibile anche dalla Tab. 1)

Inoltre, si ricorda che, per i puntelli di classe A,B e C la resistenza caratteristica nominale riportata nel prospetto deve essere applicata alla massima lunghezza di estensione mentre per i puntelli di classe D ed E la resistenza caratteristica nominale deve essere applicata a tutte le possibili lunghezze di estensione.

### ***Allegato 5 - Puntelli metallici non telescopici***

Nel caso si adoperino puntelli metallici non telescopici di tipo tradizionali occorre acquisire dal produttore le caratteristiche di resistenza meccanica dei puntelli medesimi allo scopo di valutarne l'idoneità e stabilire l'interasse di utilizzo in relazione ai carichi agenti dall'alto.

### ***Allegato 6 - Protezioni delle forometrie di banchinaggio***

RIFERIMENTO LEGISLATIVO

(Art. 146 D.Lgs. 81/2008)

*Le aperture lasciate nei solai o nelle piattaforme di lavoro devono essere circondate da normale parapetto e da tavola fermapiede oppure devono essere coperte con tavolato solidamente fissato e di resistenza non inferiore a quella del piano di calpestio dei ponti di servizio.*

### ***Allegato 7 - Protezioni contro la caduta dall'alto dai bordi del solaio in costruzione***

RIFERIMENTO LEGISLATIVO

A) Art. 126. D.Lgs. 81/2008 e s. m. e i.

#### *Parapetti*

*1. Gli impalcati e ponti di servizio, le passerelle, le andatoie, che siano posti ad un'altezza maggiore di 2 metri, devono essere provvisti su tutti i lati verso il vuoto di robusto parapetto e in buono stato di conservazione.*

B) Art. 138 comma 5 lett. b) D.Lgs. 81/2008 e s. m. e i.

*5. Per i ponteggi di cui alla presente sezione valgono, in quanto applicabili, le disposizioni relative ai ponteggi in legno. Sono ammesse deroghe:*

*b) alla disposizione di cui all'articolo 126, comma 1, a condizione che l'altezza del parapetto sia non inferiore a 95 cm rispetto al piano di calpestio;*

C) Allegato XVIII D.Lgs. 81/2008 e s. m. e i.

#### *2.1.5. Parapetti*

*2.1.5.1. Il parapetto di cui all'articolo 126 del Capo IV è costituito da uno o più correnti paralleli all'intavolato, il cui margine superiore sia posto a non meno di 1 metro dal piano di calpestio, e di tavola fermapiede alta non meno di 20 centimetri, messa di costa e poggiate sul piano di calpestio.*

*2.1.5.2. Correnti e tavola fermapiede non devono lasciare una luce, in senso verticale, maggiore di 60 centimetri.*

*2.1.5.3. Sia i correnti che la tavola fermapiede devono essere applicati dalla parte interna dei montanti.*

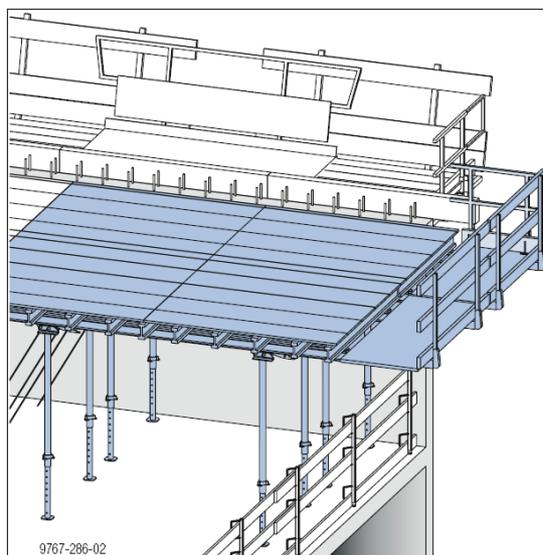
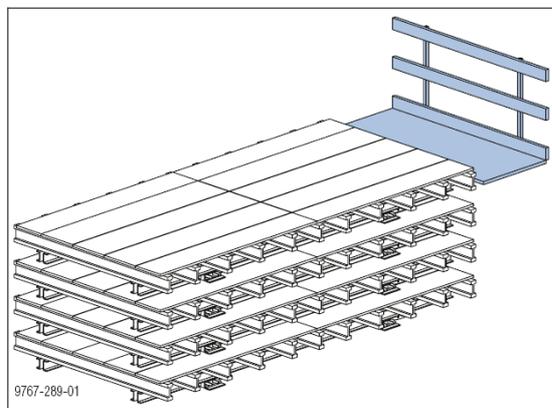
2.1.5.4. *E' considerata equivalente al parapetto definito ai commi precedenti, qualsiasi protezione, realizzante condizioni di sicurezza contro la caduta verso i lati aperti non inferiori a quelle presentate dal parapetto stesso.*

D) Art. 127. D.Lgs. 81/2008 e s. m. e i.

Ponti a sbalzo

1. *Nei casi in cui particolari esigenze non permettono l'impiego di ponti normali, possono essere consentiti ponti a sbalzo purché la loro costruzione risponda a idonei procedimenti di calcolo e ne garantisca la solidità e la stabilità.*

Nei sistemi di cassetteria industriale che utilizzano la tecnologia dei "tavoli" il montaggio delle passerelle e delle protezioni laterali avviene a terra. Tale operazioni va effettuata solo sui tavoli perimetrali.



## ***Allegato 8 - Uso di scale per lavori non in quota***

### RIFERIMENTO LEGISLATIVO

Art 113 D.Lgs. 81/2008 e s. m. e i.

#### Scale

*Comma 9. Le scale doppie non devono superare l'altezza di m 5 e devono essere provviste di catena di adeguata resistenza o di altro dispositivo che impedisca l'apertura della scala oltre il limite prestabilito di sicurezza.*

*10. E' ammessa la deroga alle disposizioni di carattere costruttivo di cui ai commi 3, 8 e 9 per le scale portatili conformi all'allegato XX.*

ALLEGATO XX D.Lgs. 81/2008 e s. m. e i.

#### *A. Costruzione e impiego di scale portatili*

*1. E' riconosciuta la conformità alle vigenti disposizioni, delle scale portatili, alle seguenti condizioni:*

*a) le scale portatili siano costruite conformemente alla norma tecnica UNI EN 131 parte 1<sup>a</sup> e parte 2<sup>a</sup>;*

*b) il costruttore fornisca le certificazioni, previste dalla norma tecnica di cui al punto a), emesse da un laboratorio ufficiale. Per laboratorio ufficiale si intende:*

- laboratorio dell'ISPESL;*
- laboratorio delle università e dei politecnici dello Stato;*
- laboratori degli istituti tecnici dello Stato riconosciuti ai sensi della legge 5 novembre 1971, n. 1086;*
- laboratori autorizzati in conformità a quanto previsto dalla sezione B del presente allegato, con decreto Ministri del lavoro e della previdenza sociale, dello sviluppo economico e della salute;*
- laboratori dei Paesi membri dell'Unione europea o dei Paesi aderenti all'Accordo sullo spazio economico europeo riconosciuto dai rispettivi Stati;*

*c) le scale portatili siano accompagnate da un foglio o libretto recante:*

- una breve descrizione con l'indicazione degli elementi costituenti;*
- le indicazioni utili per un corretto impiego;*
- le istruzioni per la manutenzione e conservazione;*
- gli estremi del laboratorio che ha effettuato le prove, numeri di identificazione dei certificati, date dei rilasci) dei certificati delle prove previste dalla norma tecnica UNI EN 131 parte 1<sup>a</sup> e parte 2<sup>a</sup>;*
- una dichiarazione del costruttore di conformità alla norma tecnica UNI EN 131 parte 1<sup>a</sup> e parte 2<sup>a</sup>.*

*2. L'attrezzatura di cui al punto 1 legalmente fabbricata e commercializzata in un altro Paese dell'Unione europea o in un altro Paese aderente all'Accordo sullo spazio economico europeo, può essere commercializzata in Italia purché il livello di sicurezza sia equivalente a quello garantito dalle disposizioni, specifiche tecniche e standard previsti dalla normativa italiana in materia.*

## MISURE DI PREVENZIONE E ISTRUZIONI PER GLI ADDETTI

### SCALE

#### CARATTERISTICHE DI SICUREZZA:

- Le scale a mano devono essere costruite con materiale adatto alle condizioni di impiego, possono quindi essere in ferro, alluminio o legno, ma devono essere sufficientemente resistenti ed avere dimensioni appropriate all'uso;
- Le scale in legno devono avere i pioli incastrati nei montanti che devono essere trattenuti con tiranti in ferro applicati sotto i due pioli estremi; le scale lunghe più di 4 m devono avere anche un tirante intermedio;
- In tutti i casi le scale devono essere provviste di dispositivi antisdrucchio alle estremità inferiori dei due montanti e di elementi di trattenuta o di appoggi antisdrucchio alle estremità superiori.

#### PRIMA DELL'USO:

- La scala deve sporgere a sufficienza oltre il piano di accesso (è consigliabile che tale sporgenza sia di almeno 1 m), curando la corrispondenza del piolo con lo stesso (è possibile far proseguire un solo montante efficacemente fissato);
- Le scale usate per l'accesso a piani successivi non devono essere poste una in prosecuzione dell'altra;
- Le scale poste sul filo esterno di una costruzione od opere provvisoriale (ponteggi) devono essere dotate di corrimano e parapetto;
- La scala deve distare dalla verticale di appoggio di una misura pari ad 1/4 della propria lunghezza;
- È vietata la riparazione dei pioli rotti con listelli di legno chiodati sui montanti;
- Le scale posizionate su terreno cedevole vanno appoggiate su un'unica tavola di ripartizione;
- Il sito dove viene installata la scala deve essere sgombro da eventuali materiali e lontano dai passaggi.

#### DURANTE L'USO:

- Le scale non vincolate devono essere trattenute al piede da altra persona;
- Durante gli spostamenti laterali nessun lavoratore deve trovarsi sulla scala;
- Evitare l'uso di scale eccessivamente sporgenti oltre il piano di arrivo;
- La scala deve essere utilizzata da una sola persona per volta limitando il peso dei carichi da trasportare;
- Quando vengono eseguiti lavori in quota, utilizzando scale ad elementi innestati, una persona deve esercitare da terra una continua vigilanza sulla scala;
- La salita e la discesa vanno effettuate con il viso rivolto verso la scala.

#### DOPO L'USO:

- Controllare periodicamente lo stato di conservazione delle scale provvedendo alla manutenzione necessaria;
- Le scale non utilizzate devono essere conservate in un luogo riparato dalle intemperie e, possibilmente, sospese ad appositi ganci;
- Segnalare immediatamente eventuali anomalie riscontrate, in particolare: pioli rotti, gioco fra gli incastri, fessurazioni, carenza dei dispositivi antiscivolo e di arresto.

## ***Allegato 9 - Uso di ponti su cavalletti per lavori non in quota***

### RIFERIMENTO LEGISLATIVO

Art. 139 D.Lgs. 81/2008 e s. m. e i.

#### Ponti su cavalletti

- 1. I ponti su cavalletti non devono aver altezza superiore a metri 2 e non devono essere montati sugli impalcati dei ponteggi.*

ALLEGATO XVIII D.Lgs. 81/2008 e s. m. e i.

#### *2.2.2. Ponti su cavalletti*

*2.2.2.1. I piedi dei cavalletti, oltre ad essere irrigiditi mediante tiranti normali e diagonali, devono poggiare sempre su piano stabile e ben livellato.*

*2.2.2.2. La distanza massima tra due cavalletti consecutivi può essere di m 3,60, quando si usino tavole con sezione trasversale di cm 30 x 5 e lunghe m 4. Quando si usino tavole di dimensioni trasversali minori, esse devono poggiare su tre cavalletti.*

*2.2.2.3. La larghezza dell'impalcato non deve essere inferiore a 90 centimetri e le tavole che lo costituiscono, oltre a risultare bene accostate fra loro ed a non presentare parti in sbalzo superiori a 20 centimetri, devono essere fissate ai cavalletti di appoggio.*

*2.2.2.4. E' fatto divieto di usare ponti su cavalletti sovrapposti e ponti con i montanti costituiti da scale a pioli.*

### **MISURE DI PREVENZIONE E ISTRUZIONI PER GLI ADDETTI**

#### PONTI SU CAVALLETTI

- I ponti su cavalletti sono piani di lavoro realizzati con tavole fissate su cavalletti di appoggio non collegati stabilmente fra loro;
- I ponti su cavalletti devono essere allestiti con buon materiale e a regola d'arte ed essere conservati in efficienza per l'intera durata del lavoro;
- Non devono essere montati sugli impalcati dei ponteggi, possono essere usati solo per lavori da eseguirsi al suolo o all'interno degli edifici;
- Non devono avere altezza superiore a m 2.;
- I ponti su cavalletti non devono essere montati sugli impalcati dei ponteggi esterni;
- I ponti su cavalletti non possono essere usati uno in sovrapposizione all'altro;
- I montanti non devono essere realizzati con mezzi di fortuna, del tipo scale a pioli, pile di mattoni, sacchi di cemento o cavalletti improvvisati in cantiere.
- I piedi dei cavalletti devono poggiare sempre su pavimento solido e compatto;

- La distanza massima fra due cavalletti può essere di m 3,60 se si usano tavole lunghe 4 m con sezione trasversale minima di cm 30 di larghezza e cm 5 di spessore;
- Per evitare di sollecitare al limite le tavole che costituiscono il piano di lavoro queste devono poggiare sempre su tre cavalletti, obbligatori se si usano tavole lunghe m 4 con larghezza minima di cm 20 e cm 5 di spessore;
- La larghezza dell'impalcato non deve essere inferiore a cm 90;
- Le tavole dell'impalcato devono risultare bene accostate fra loro, essere fissate ai cavalletti, non presentare parti a sbalzo superiori a cm 20.

### ***Allegato 10 - Uso di ponti su ruote per lavori in quota***

#### RIFERIMENTO LEGISLATIVO

Art. 140 D.Lgs. 81/2008 e s. m. e i.

- 1. I ponti su ruote devono avere base ampia in modo da resistere, con largo margine di sicurezza, ai carichi ed alle oscillazioni cui possono essere sottoposti durante gli spostamenti o per colpi di vento e in modo che non possano essere ribaltati.*
- 2. Il piano di scorrimento delle ruote deve risultare livellato; il carico del ponte sul terreno deve essere opportunamente ripartito con tavoloni o altro mezzo equivalente.*
- 3. Le ruote del ponte in opera devono essere saldamente bloccate con cunei dalle due parti o sistemi equivalenti.*
- 4. I ponti su ruote devono essere ancorati alla costruzione almeno ogni due piani; e' ammessa deroga a tale obbligo per i ponti su ruote a torre conformi all'allegato XXIII.*
- 5. La verticalità dei ponti su ruote deve essere controllata con livello o con pendolino.*
- 6. I ponti, esclusi quelli usati nei lavori per le linee elettriche di contatto, non devono essere spostati quando su di essi si trovano lavoratori o carichi.*

Allegato XXIII D.Lgs. 81/2008 e s. m. e i.

#### DEROGA AMMESSA PER I PONTI SU RUOTE A TORRE

- 1. E' ammessa deroga per i ponti su ruote a torre alle seguenti condizioni:*
  - a. il ponte su ruote a torre sia costruito conformemente alla norma tecnica UNI EN 1004;*
  - b. il costruttore fornisca la certificazione del superamento delle prove di rigidità, di cui all'appendice A della norma tecnica citata, emessa da un laboratorio ufficiale.*

*Per laboratori ufficiali si intendono:*

- *laboratorio dell'ISPESL;*
- *laboratori delle università e dei politecnici dello Stato;*

- *laboratori degli istituti tecnici di Stato, riconosciuti ai sensi della legge 5-11-1971, n. 1086;*
  - *laboratori autorizzati in conformità all' ALLEGATO XX sezione B titolo IV capo II, con decreto dei Ministri del lavoro e della previdenza sociale, dello sviluppo economico e della salute;*
  - *laboratori dei paesi membri dell'Unione europea o dei Paesi aderenti all'accordo sullo spazio economico europeo riconosciuti dai rispettivi Stati.*
- c. *l'altezza del ponte su ruote non superi 12 m se utilizzato all'interno (assenza di vento) e 8 m se utilizzato all'esterno (presenza di vento);*
- d. *per i ponti su ruote utilizzati all'esterno degli edifici sia realizzato, ove possibile, un fissaggio all'edificio o altra struttura;*
- e. *per il montaggio, uso e smontaggio del ponte su ruote siano seguite le istruzioni indicate dal costruttore in un apposito manuale redatto in accordo alla norma tecnica UNI EN 1004.*

2. *L'attrezzatura di cui al punto 1 è riconosciuta ed ammessa se legalmente fabbricata o commercializzata in altro Paese membro dell'Unione europea o nei Paesi aderenti all'accordo sullo spazio economico europeo, in modo da garantire un livello di sicurezza equivalente a quello garantito sulla base delle disposizioni, specifiche tecniche e standard previsti dalla normativa italiana in materia.*

#### **MISURE DI PREVENZIONE E ISTRUZIONI PER GLI ADDETTI**

##### **PONTI SU RUOTE (TRABATTELLI)**

- I ponti a torre su ruote vanno realizzati a regola d'arte, utilizzando buon materiale, risultare idonei allo scopo ed essere mantenuti in efficienza per l'intera durata del lavoro;
- La stabilità deve essere garantita anche senza la disattivazione delle ruote - prescindendo dal fatto che il ponte sia o meno ad elementi innestati - fino all'altezza e per l'uso cui possono essere adibiti;
- Nel caso in cui invece la stabilità non sia assicurata contemporaneamente alla mobilità - vale a dire che è necessario disattivare le ruote per garantire l'equilibrio del ponte - i ponti anche se su ruote rientrano nella disciplina relativa alla autorizzazione ministeriale, essendo assimilabili ai ponteggi metallici fissi;
- Devono avere una base sufficientemente ampia da resistere, con largo margine di sicurezza, ai carichi ed alle oscillazioni cui possono essere sottoposti durante gli spostamenti o per colpi di vento ed in modo che non possano essere ribaltati;
- L'altezza massima consentita è di m 15, dal piano di appoggio all'ultimo piano di lavoro; i ponti fabbricati secondo le più recenti norme di buona tecnica possono raggiungere l'altezza di 12 m se utilizzati all'interno degli edifici e 8 m se utilizzati all'esterno degli stessi;
- Per quanto riguarda la portata, non possono essere previsti carichi inferiori a quelli di norma indicati per i ponteggi metallici destinati ai lavori di costruzione;
- I ponti debbono essere usati esclusivamente per l'altezza per cui sono costruiti, senza aggiunte di sovrastrutture;

- Sull'elemento di base deve trovare spazio una targa riportante i dati e le caratteristiche salienti del ponte, nonché le indicazioni di sicurezza e d'uso di cui tenere conto.
- I ponti vanno corredati con piedi stabilizzatori;
- Il piano di scorrimento delle ruote deve risultare compatto e livellato;
- Col ponte in opera le ruote devono risultare sempre bloccate dalle due parti con idonei cunei, con stabilizzatori o sistemi equivalenti;
- Il ponte va corredato alla base di dispositivo per il controllo dell'orizzontalità;
- Per impedirne lo sfilo va previsto un dispositivo all'innesto degli elementi verticali, correnti e diagonali;
- L'impalcato deve essere completo e ben fissato sugli appoggi;
- Il parapetto di protezione che delimita il piano di lavoro deve essere regolamentare e corredato sui quattro lati di tavola fermapiede alta almeno cm 20 o, se previsto dal costruttore, cm 15;
- Per l'accesso ai vari piani di calpestio devono essere utilizzate scale a mano regolamentari. Se presentano lunghezza superiore ai 5 m ed una inclinazione superiore a 75° vanno protette con paraschiena, salvo adottare un sistema di protezione contro le cadute dall'alto;
- Per l'accesso sono consentite botole di passaggio, purché richiudibili con coperchio praticabile;
- All'esterno e per altezze considerevoli, i ponti vanno ancorati alla costruzione almeno ogni due piani.

## ***Allegato 11 - Disarmo***

### RIFERIMENTO LEGISLATIVO

D.M. 09.01.1996 – “Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche”.

*Art. 6.1.5 – Disarmo: “ Il disarmo deve avvenire per gradi ed in modo da evitare azioni dinamiche adottando opportuni provvedimenti. Il disarmo non deve avvenire prima che la resistenza del conglomerato abbia raggiunto il valore necessario in relazione all'impiego della struttura all'atto del disarmo, tenendo conto anche delle altre esigenze progettuali e costruttive; la decisione è lasciata al giudizio del direttore dei lavori.”*

Art.145 D.Lgs. 81/2008 e s. m. e i.

#### *Disarmo delle armature*

*1. Il disarmo delle armature provvisorie, nel caso in cui si operi per grandi opere, deve essere effettuato con cautela dai lavoratori che hanno ricevuto una formazione adeguata e mirata alle operazioni previste sotto la diretta sorveglianza del capo cantiere e sempre dopo che il direttore dei lavori ne abbia data l'autorizzazione.*

2. *E' fatto divieto di disarmare qualsiasi tipo di armatura di sostegno quando sulle strutture insistano carichi accidentali e temporanei.*

3. *Nel disarmo delle armature delle opere in calcestruzzo devono essere adottate le misure precauzionali previste dalle norme per la esecuzione delle opere in conglomerato cementizio.*

Ulteriori prescrizioni:

- durante le operazioni di disarmo nessun operatore deve accedere nella zona interessata, che, pertanto, deve essere opportunamente sbarrata e segnalata;
- porre particolare cura nella pulizia del solaio dopo il disarmo: le tavole recuperabili devono essere pulite dai chiodi, quelle inutilizzabili devono essere allontanate dal cantiere prima possibile (costituiscono un carico d'incendio) e le "mascelle" devono essere raccolte negli appositi contenitori;
- non realizzare le tramezzature e/o i tamponamenti prima di aver tolto tutti i puntelli, sia perché l'impalcato si troverebbe in una situazione di funzionamento statico differente da quello di progettazione, sia perché la flessione degli impalcati che si avrebbe successivamente al disarmo potrebbe generare fessurazioni non previste negli elementi.

### ***Allegato 12 - Disarmo opere provvisorie prefabbricate***

RIFERIMENTI LEGISLATIVO

D.M. 09.01.1996 – “Norme tecniche per il calcolo, l’esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche”.

*Art. 6.1.5 – Disarmo: “ Il disarmo deve avvenire per gradi ed in modo da evitare azioni dinamiche adottando opportuni provvedimenti. Il disarmo non deve avvenire prima che la resistenza del conglomerato abbia raggiunto il valore necessario in relazione all’impiego della struttura all’atto del disarmo, tenendo conto anche delle altre esigenze progettuali e costruttive; la decisione è lasciata al giudizio del direttore dei lavori.”*

Art.145 D.Lgs. 81/2008 e s. m. e i.

*Disarmo delle armature*

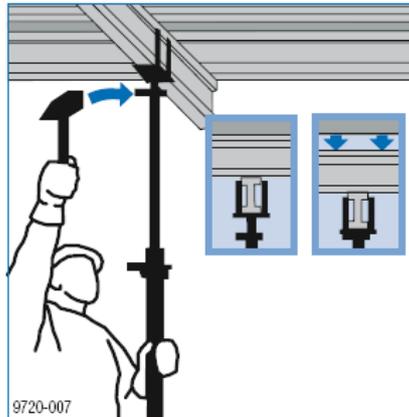
*1. Il disarmo delle armature provvisorie, nel caso in cui si operi per grandi opere, deve essere effettuato con cautela dai lavoratori che hanno ricevuto una formazione adeguata e mirata alle operazioni previste sotto la diretta sorveglianza del capo cantiere e sempre dopo che il direttore dei lavori ne abbia data l'autorizzazione.*

*2. E' fatto divieto di disarmare qualsiasi tipo di armatura di sostegno quando sulle strutture insistano carichi accidentali e temporanei.*

*3. Nel disarmo delle armature delle opere in calcestruzzo devono essere adottate le misure precauzionali previste dalle norme per la esecuzione delle opere in conglomerato cementizio.*

Si riporta di seguito lo stralcio delle istruzioni di disarmo di un sistema di cassetta industriale.

- Le travi di orditura primaria e secondaria si discostano dall'intradosso del solaio.



- Ribaltamento ed estrazione delle travi di orditura secondaria per mezzo di forca (o tra battello), tranne quelle che fungono da appoggio per i pannelli.
- Estrazione dei pannelli.
- Rimozione delle ultime travi di orditura secondaria e tutte quelle di orditura primaria.
- Abbassamento dei puntelli e loro rimozione.

***Allegato 13 - Documentazione grafica e manuali d'uso di montaggio e smontaggio delle opere provvisorie prefabbricate***

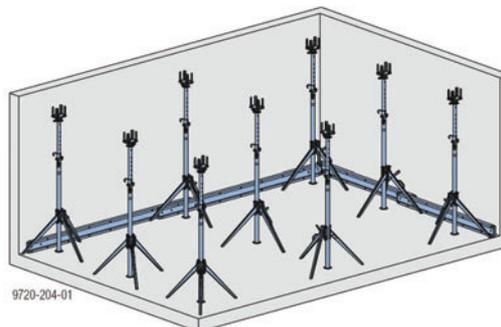
Si riporta di seguito lo stralcio delle istruzioni di un sistema di casseratura industriale.

**MONTAGGIO**

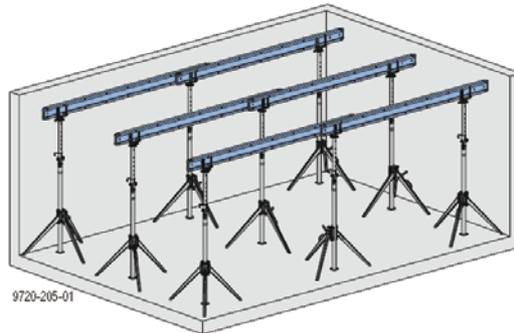
Il banchinaggio può essere effettuata disponendo sul bordo del solaio d'imposta dei puntelli le travi in legno, le quali riportano delle marche, che facilitano il banchinaggio stesso.

Regolazione di massima dei puntelli telescopici e successivo inserimento delle teste a croce sui puntelli.

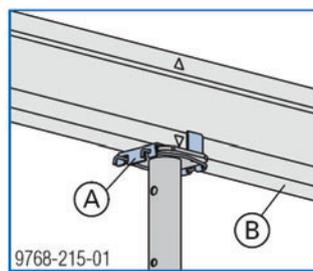
Inserimento dei puntelli sui treppiedi e relativo fissaggio con la leva di bloccaggio.



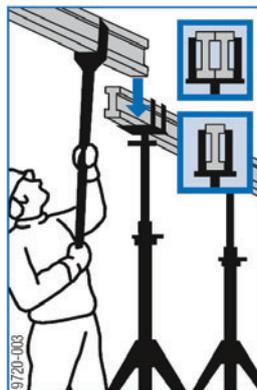
Posizionamento dal basso delle travi di orditura primaria sulle teste mediante forche.



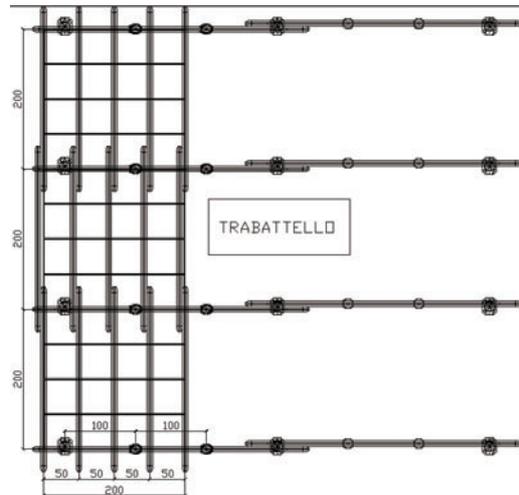
Posizionamento dei puntelli intermedi, sempre agendo dal basso.



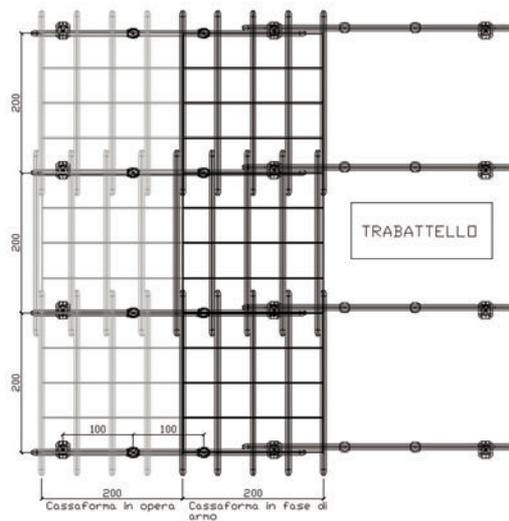
Posizionamento dal basso delle travi di orditura secondaria sull'orditura primaria, mediante l'aiuto di forche.



Quando risulta difficile inserire i pannelli dal basso, diventa inevitabile la loro posa dall'alto. Per evitare di far camminare sul pianale gli operatori, si consiglia di realizzare il solaio per strisce. Si dispone per intero l'orditura principale e una porzione di quella secondaria. Sopra quest'ultima si posizionano i pannelli mediante l'uso di trabattello.



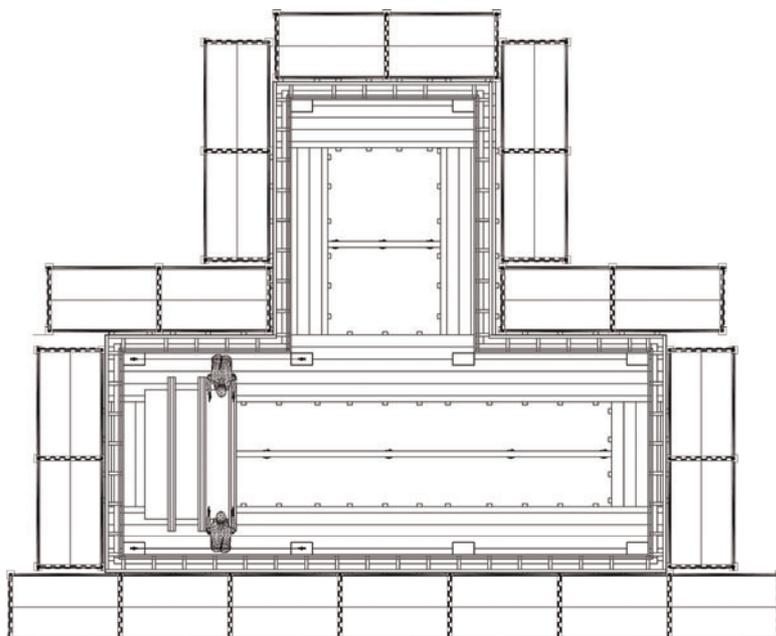
Si procede quindi alla cassetatura delle altre porzioni di solaio.



Montaggio dei pannelli sopra l'orditura secondaria.

#### ***Allegato 14 - Documentazione grafica delle opere di cassetatura con tecnologia tradizionale.***

Anche nel caso di banchinaggio con tecnologia tradizionale, l'opera provvisoria deve essere eretta sulla base di un progetto grafico che individua in maniera chiara ed inequivocabile i componenti dell'opera (puntelli, rompitratte, ecc.) e le modalità di assemblaggio. Il progetto deve essere corredato di schemi grafici di montaggio.



### ***Allegato 15 - Reti di sicurezza***

#### NORME DI RIFERIMENTO

- UNI EN 1263-1 – 2003 – Reti di sicurezza – Requisiti di sicurezza, metodi di prova
- UNI EN 1263-2 – 2003 - Reti di sicurezza – Requisiti di sicurezza per i limiti di posizionamento

#### CARATTERISTICHE DELLE RETI

Le reti sono costituite da una maglia e da una corda perimetrale ad alta tenuta che ne facilita il fissaggio alla struttura portante.

La normativa UNI EN 1263-1 classifica le reti di sicurezza nelle seguenti 4 categorie a seconda della grandezza della maglia e della forza necessaria a causarne la rottura:

Categoria	Energia minima di rottura	Dimensione della maglia
A1	2,2 KJ	Max. 60mm
A2	2,2 KJ	Max. 100mm
B1	4,4 KJ	Max. 60mm
B2	4,4 KJ	Max. 100mm

Ogni rete deve essere corredata da un'etichetta di identificazione in cui sono indicate, secondo quanto richiesto dalla normativa, la data di produzione e le caratteristiche della rete stessa.

In particolare:

- denominazione;
- conformità alla norma EN 12631-1;
- classe di appartenenza della rete ;

- tipo (quadra/rombo) e larghezza maglia (per esempio la sigla Q90 significa maglia quadra da 90 mm);
- dimensione rete (normalmente 10x20 m);
- data di produzione.

Una ulteriore informazione riguarda la tipologia della rete. Le reti tipo logicamente sono suddivise in quattro tipologie:

- Tipo S;
- Tipo T;
- Tipo U;
- Tipo V.

Il tipo S è la tipologia che si adopera per il posizionamento orizzontale con ancoraggio lungo i bordi della maglia. È la tipologia di rete da utilizzare nei solai.

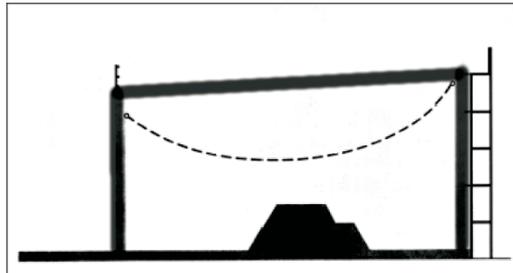


Figura – Rete di tipo S

#### POSIZIONAMENTO DELLE RETI

Le reti di sicurezza devono essere posizionate in modo che siano garantite le altezze di caduta e le larghezze di salvataggio stabilite sulla base della tipologia di area di lavoro.

In particolare, per aree di lavoro di inclinazione compresa tra 0° e 20° è necessario assicurarsi di rispettare le indicazioni riportate nella tabella seguente.

Tabella – Distanze da rispettare nel posizionamento delle reti di tipo S

	Definizione	COMMENTO
Hi	Distanza verticale tra la posizione di lavoro e la rete di sicurezza (altezza interna)	La massima altezza di caduta permessa è 6m della posizione di lavoro, il che significa che l'altezza massima nominale dal centro di gravità della persona è a 7 m ( $H_i \leq 6$ m)
He	Distanza verticale tra il bordo della posizione di lavoro e la rete di sicurezza (altezza esterna)	Questa dimensione deve essere usata per calcolare la proiezione orizzontale della rete al di sotto della posizione di lavoro
Hr	Distanza verticale tra la posizione di lavoro e la rete a due metri dal bordo laterale (altezza ridotta)	Le reti di sicurezza riescono meno a sopportare l'impatto ai bordi perciò la distanza verticale in questo punto non deve eccedere i 3 m ( $H_r \leq 3$ m)

Tali distanze sono rispettate ampiamente durante la costruzione della quasi totalità di solai nell'edilizia civile.

Le reti comunque devono essere posizionate il più vicino possibile alla posizione di lavoro.

Per un corretto posizionamento delle reti di sicurezza tipo S la norma armonizzata richiede di rispettare quanto segue:

- la grandezza minima della rete deve essere di 35mq.;
- il lato minore delle reti rettangolari deve essere di almeno 5m.

In caso di dimensioni si consiglia comunque di rispettare le disposizioni seguenti:

- l'angolo del punto di ancoraggio deve essere  $\alpha = 45^\circ$  (figura seguente);

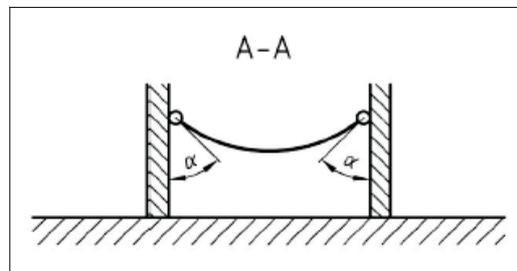


Figura - L'angolo dei punti di ancoraggio deve essere di  $45^\circ$

- il carico di ogni punto di ancoraggio  $P$  deve essere almeno 6 kN (pari ad un'altezza di caduta di 6m). Per il calcolo della struttura di supporto si considerano applicati nel caso più sfavorevole tre carichi da 4 kN, 6kN e 4 kN (figura seguente);

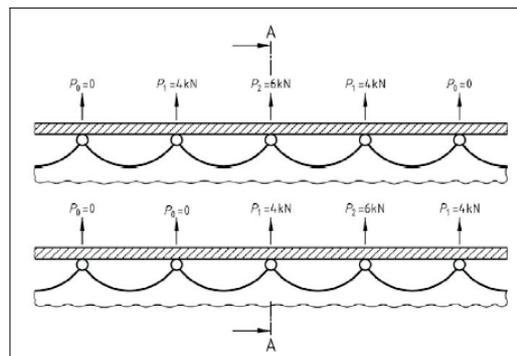
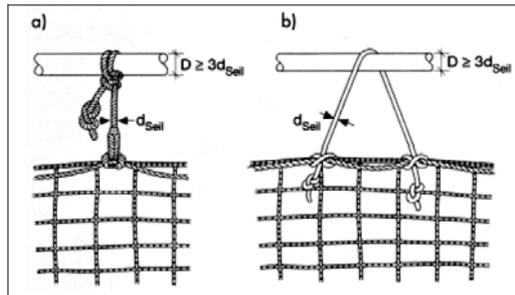


Figura - Carico da considerare nei punti di ancoraggio.

- le reti di sicurezza devono essere ancorate a mezzo delle corde alla struttura portante (figura seguente);



**Figura – Tipo ancoraggio tra rete e struttura in relazione al diametro dell'elemento portante della struttura di ancoraggio (fonte DIN)**

- il posizionamento delle reti non deve lasciare aperture maggiori di 10cm tra il bordo della rete e la struttura;
- nel caso in cui le reti di sicurezza tipo S siano unite per sovrapposizione, la sovrapposizione minima deve essere di almeno 2 m;
- accertarsi che la posizione della rete sia tale che in seguito alla deformazione (freccia massima) per la caduta di un operatore permanga al di sotto spazio libero. La freccia massima di deformazione deve essere riportata nel certificato della rete da parte del costruttore in seguito alle prove di collaudo effettuare in conformità alle norme EN 1263-1 e 1262.

### ***Allegato 16 - Montaggio sistema anticaduta linea vita***

#### **NORME DI RIFERIMENTO**

- UNI EN 795 – Protezione contro le cadute dall'alto

Le linee di ancoraggio flessibili (ancoraggi di classe C) sono costituiti dalle linee metalliche o in fibra tessile per superfici orizzontali o inclinate con pendenze fino a 15°, alle quali si collega il cordino di trattenuta che è libero di seguire il percorso dell'operatore spostandosi lungo la linea. È costituita da un elemento di partenza, da una fune, un dissipatore terminale di energia, un sistema di tensione e da eventuali punti di ancoraggio intermedi.

Il sistema più evoluto è completato da spia (verde/rossa) che segnala lo stato di tensionamento della fune. Una linea di ancoraggio flessibile può essere una corda di fibra sintetica o una fune metallica ed è destinata ad essere fissata ad un punto di ancoraggio superiore [EN 363]. Per i dispositivi che utilizzano linee di ancoraggio orizzontali realizzati con corde di fibra, cinghie o funi metalliche, la loro resistenza minima alla rottura deve essere almeno il doppio della tensione massima applicata per effetto dell'arresto della caduta. In pratica, il doppio della resistenza prevista per il cordino. Il fabbricante deve fornire una dichiarazione che i dispositivi di ancoraggio sono stati sottoposti a prova in base alla norma EN 795 e che, salvo diversamente specificato, sono appropriati per l'utilizzo da parte di una persona singola con un assorbitore di energia conforme alla EN 355.

La linea di ancoraggio adoperata nella sperimentazione è Rurefast 3 della Ruredil, costituito da:

- boccole da inserire sulla testa dei pilastri;
- paletti di acciaio zincato da inserire ad incastro nella boccole sulla testa di pilastri;

- cavo tessile da tendere tra due o più paletti consecutivi;
- avvolgitore per la tesatura ottimale del cavo;
- cordino retrattile;
- imbracatura anticaduta;
- connettori e accessori vari.

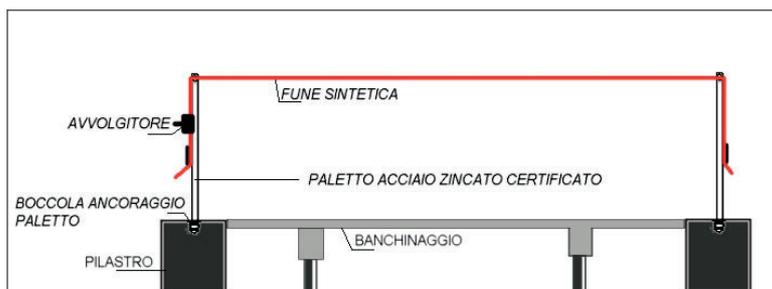
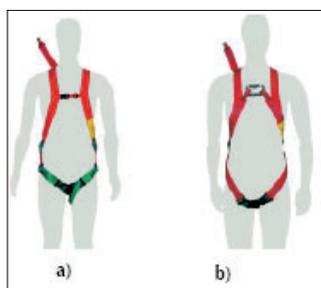


Figura – Componenti di una linea di ancoraggio

### ***Allegato 17 - Imbracatura anticaduta***

L'imbracatura anticaduta deve essere conforme alla norma UNI EN 361.

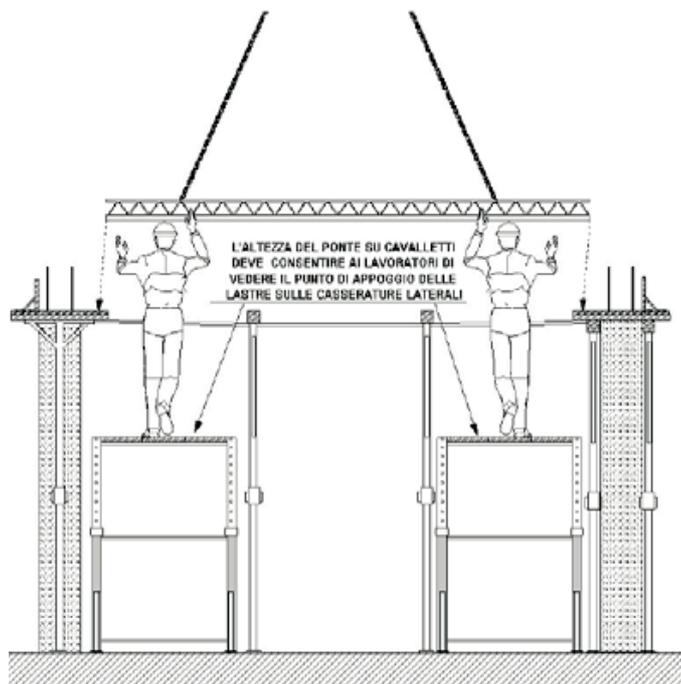
L'imbracatura è il supporto per il corpo che ha lo scopo di arrestare la caduta facente parte (componente) di un sistema di arresto. A riguardo è bene puntualizzare l'importanza della compatibilità dei vari componenti costituenti il sistema d'arresto. L'imbracatura per il corpo può comprendere cinghie, accessori, fibbie o altri elementi, disposti e assemblati opportunamente per sostenere tutto il corpo di una persona e tenerla durante una caduta e dopo l'arresto della caduta) [EN 363]. Gli attacchi possono essere di diverso tipo (attacco dorsale o posteriore, sternale o anteriore, laterali). I dorsali sono adoperati per cordoni retrattili o ad assorbimento di energia. Gli sternali sono adatti per uso di dispositivi scorrevoli tipo guidato verticali o con cordoni di posizionamento. I laterali sono di posizionamento. L'imbracatura di sicurezza (costituita almeno da bretelle e cosciali) trasferisce in caso di caduta la forza di arresto in parti non vitali della persona (natiche), a differenza delle semplici cinture di sicurezza che possono determinare in conseguenza di una caduta con arresto lesioni ad organi interni. L'imbracatura di sicurezza deve essere scelta considerando anche la leggerezza e la possibilità di regolazione, cioè di adattabilità all'operatore. La cintura di sicurezza è adoperata solo come dispositivo di trattenuta orizzontale.



Imbracatura anticaduta: a) con attacco dorsale; b) con attacco sternale

### ***Allegato 18 - Posa pannelli o lastre dal basso***

La posa dei pannelli o delle lastre è eseguita dal piano inferiore, inizialmente utilizzando funi di guida per l'avvicinamento degli elementi agli appoggi e successivamente, per il posizionamento definitivo, operando agli estremi degli elementi prefabbricati su ponti su ruote a torre o ponteggio metallico.



Nel caso in cui si usino non solo ponteggi metallici ma anche trabattelli o ponti su cavalletti con lavoratori situati ad altezze di lavoro inferiori a m 2,00, tale modalità operativa comporterà una drastica riduzione del rischio di caduta dall'alto.

La posa dell'armatura integrativa e il getto di calcestruzzo, con la protezione dei bordi allestite come indicato in precedenza, non presenta rischi di caduta dall'alto.

### ***Allegato 19 - Conformità dei Sistemi Anticaduta***

Nei lavori in quota qualora non siano state attuate misure di protezione collettiva è necessario che i lavoratori utilizzino idonei sistemi di protezione contro le cadute dall'alto. Tali sistemi sono composti da diversi elementi, non necessariamente presenti contemporaneamente, quali ad esempio assorbitori di energia (dissipatori), connettori, dispositivi di ancoraggio, cordini, dispositivi retrattili, guide o linee vita flessibili o rigide ed imbracature.

L'uso dei cordini deve avvenire in generale in concomitanza a dispositivi di assorbimento di energia (dissipatori) perché anche cadute da altezze modeste possono provocare forze d'arresto molto elevate. Il sistema di protezione deve essere assicurato, direttamente o mediante connettore lungo una guida o linea vita, a parti stabili delle opere fisse o provvisorie.

Specifici sistemi di sicurezza consentono una maggior mobilità del lavoratore, pur garantendo i requisiti generali di sicurezza richiesti, quali: dispositivi retrattili di fune di trattenuta; sistema a guida o linea vita rigida o flessibile per il montaggio dei ponteggi metallici; altri sistemi analoghi.

I componenti del sistema sono D.P.I. destinati a salvaguardare da rischi elevati (con conseguenze gravi o gravissime) e sono soggette a particolari procedure di certificazione CE, devono pertanto essere marchiati e corredati dalle necessarie note informative.

### ***Allegato 20 - Posa pannelli o lastre solaio con uso di sistemi di protezione contro la caduta dall'alto***

Nel caso in cui si debba eseguire la posa di solai di tipo prefabbricato con lavoratori che operano dall'alto, questi, al fine di ridurre il rischio di caduta, potranno utilizzare un sistema di protezione individuale "a caduta impedita". Il lavoratore, utilizzando un cordino di posizionamento, si ancorerà direttamente sul prefabbricato, utilizzando imbracature adatte sia ad essere utilizzate per il posizionamento sul lavoro sia come componenti di un dispositivo di arresto della caduta.

Il cordino di posizionamento non svolge la funzione di dispositivo anticaduta.

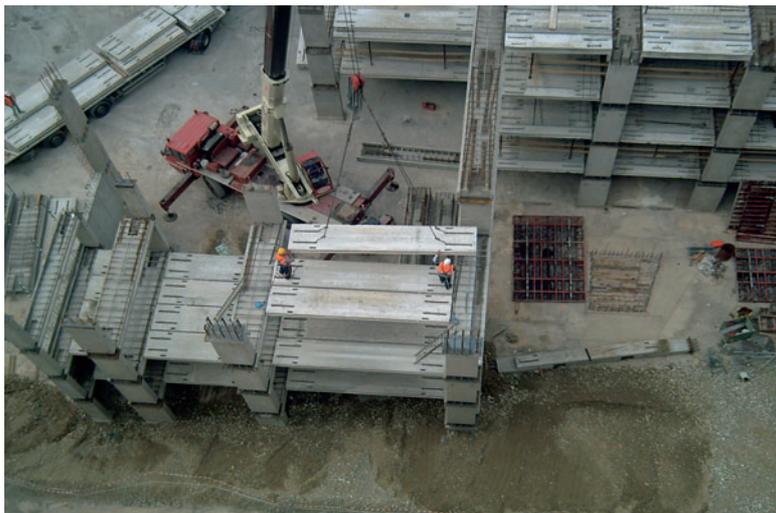
Per le operazioni di posa dei solai prefabbricati, il lavoratore dovrà vincolarsi opportunamente sulla struttura esistente, utilizzando ad esempio come punto di ancoraggio un punto identificato sulla lastra, utilizzando una imbracatura per il corpo collegata ad un cordino di posizionamento regolabile avente lunghezza massima pari a mt. 2,00. Il lavoratore, in tal modo, sarà correttamente posizionato per l'effettuazione delle operazioni, avendo consapevolezza dell'area d'azione e dei limiti di lavorazione.

Il sistema di protezione adottato non dovrà permettere al lavoratore di poter raggiungere un qualsiasi punto di caduta.

Gli operatori, dopo essersi agganciati al punto identificato (ad esempio al traliccio centrale della lastra precedente), ricevono la lastra e dopo averla posizionata sganciano le catene più vicine. Spostando il moschettone sul traliccio centrale della lastra successiva possono essere raggiunte in sicurezza e sganciate le catene più lontane; in questo modo i lavoratori sono già in posizione per la posa della lastra successiva.

Questo tipo di sistema di protezione che, non modifica le modalità ed i tempi di posa del solaio in oggetto, risulta utile per evitare la caduta verso il vuoto nel senso di posa delle lastre (in avanti) e quindi va prevista, comunque e preventivamente, la protezione contro le cadute sui lati eventualmente aperti con sistemi di protezione collettiva, quali ponteggi e parapetti.

Si precisa che, la prima lastra del solaio da realizzare, andrà, comunque posata o agganciandosi alla struttura del ponteggio o dal basso utilizzando ponti di servizio.



### ***Allegato 21 - Cordini***

I cordini a norma UNI EN 354 sono utilizzati come elementi di collegamento o come componenti nei sistemi di arresto caduta definiti nella UNI EN 363. Un cordino può essere costituito da una corda di fibra sintetica, una fune metallica, una cinghia o una catena e le sue estremità devono essere dotate entrambe di terminali idonei.

Il cordino può essere a lunghezza fissa o regolabile e dotato di assorbitore di energia conforme alla norma UNI EN 355.

La lunghezza di un cordino fisso o regolabile compreso l'eventuale assorbitore di energia e i connettori terminali (ad es. connettori o anelli) non deve essere maggiore di 2 m.



**Figura – Cordino regolabile**

Il cordino retrattile o più propriamente il dispositivo retrattile, è costituito da una scatola avvolgitrice, contenente un sistema di tensione e di ritorno del cavo (fune metallica o cinghia e corda in fibra sintetica) in grado di svolgere e recuperare il cavo di collegamento assecondando i movimenti dell'utilizzatore. Il dispositivo deve assecondare i movimenti dell'utilizzatore quando lavora in diversi punti.



**Figura – Dispositivo retrattile**

## ***Allegato 22- Sistema di protezione contro la caduta dall'alto***

Il sistema di protezione individuale più appropriato da adottare nei lavori in quota non è preordinato, ma va ricercato conseguentemente alla valutazione dei rischi, da effettuare caso per caso con lo scopo di eliminare o ridurre il livello di rischio. Le priorità nell'adozione del sistema più idoneo per combattere la caduta dall'alto, coerentemente con la valutazione dei rischi e dei fattori che ne condizionano la scelta è indicata nella tabella seguente.

**Tabella – Priorità dei sistemi di protezione da adottare**



La norma UNI EN 795, nell'appendice A, raccomanda l'utilizzatore dei dispositivi di ancoraggio, prima del loro impiego, di sottoporli a verifiche e prove. Relativamente agli ancoraggi di tipo A1, si devono verificare le parti strutturali in acciaio o legno e provare le parti strutturali di altri materiali, ad una forza di trazione assiale di 5kN per 15 secondi. Relativamente agli ancoraggi di tipo A2, si devono verificare le parti strutturali in acciaio o legno e provare per le parti strutturali di altri materiali, con una forza di 10 kN applicata nella direzione in cui tale forza può essere applicata in esercizio, per 3 min. Relativamente alle linee di vita, se non è possibile sottoporre la struttura principale di supporto alle forze di prova, tutti gli ancoraggi strutturali di estremità e intermedi, utilizzati nel dispositivo dovrebbero, dimostrarsi in grado di sopportare il doppio della forza massima prevista. I calcoli dovrebbero verificare che la struttura di supporto principale con gli ancoraggi strutturali di estremità e intermedi sopporti tali forze. Gli ancoraggi devono essere realizzati nel rispetto delle istruzioni fornite dal costruttore e, normalmente, prevedono la seguente casistica:

- su soletta in c.a. la piastra di base in acciaio zincato del paletto è fissata con barre filettate M12 e malta chimica;
- su travi metalliche la piastra di base è fissata con bulloni M12;
- su travi in legno si usa una piastra e contropiastra collegate da barre filettate M14 o M16.

Ogni componente di un sistema di protezione contro la caduta dall'alto deve essere marcato in modo chiaro, indelebile e permanente. La marcatura deve contenere il Marchio di identificazione comprendente le informazioni seguenti (UNI EN 365):

- le ultime due cifre dell'anno di costruzione, per esempio 92 per 1992;
- il nome, il marchio o un altro mezzo di identificazione del fabbricante o del fornitore;
- il numero di lotto del fabbricante o di serie del componente.