

Gli inserti di

ISL

IGIENE & SICUREZZA DEL LAVORO

Mensile di aggiornamento giuridico e di orientamento tecnico

Anno XV, agosto-settembre 2011, n. 8-9
Direzione e Redazione
Strada 1 Palazzo F6
20090 Milanofori Assago

8-9

➔ **INSERTO**
**PUNTELLI TELESCOPICI
E PARAPETTI PROVVISORI:
USO E CALCOLO**

Maurizio Magri



IPSOA
Gruppo Wolters Kluwer



www.dottrinaelavoro.it
Il valore della Dottrina Ipsoa.

DOTTRINA
LAVORO

Sommario

Premessa	III
Riferimenti normativi	IV
Puntelli telescopici	V
Descrizione del sistema	VI
Calcolo dei pannelli	VI
Calcolo delle travi	VII
Calcolo dei puntelli	IX
Parapetti provvisori	XI
Descrizione del sistema	XII
Calcolo sistema Classe A	XV
Calcolo sistema Classe B	XVII
Calcolo sistema Classe C	XVIII



IPSOA

Gruppo Wolters Kluwer

MILANOFIORI ASSAGO, Strada 1, Palazzo F6, Tel. 02.82476.090

Puntelli telescopici e parapetti provvisori: uso e calcolo

Maurizio Magri - Ingegnere, Responsabile U.O. Vigilanza Tecnica della Direzione Regionale del Lavoro di Torino

Premessa

Le attività edilizie necessitano sempre più spesso di tecnologie e processi produttivi che posseggano allo stesso tempo i requisiti di sicurezza, di economicità e di rapidità d'impiego, nonché di standardizzazione delle soluzioni.

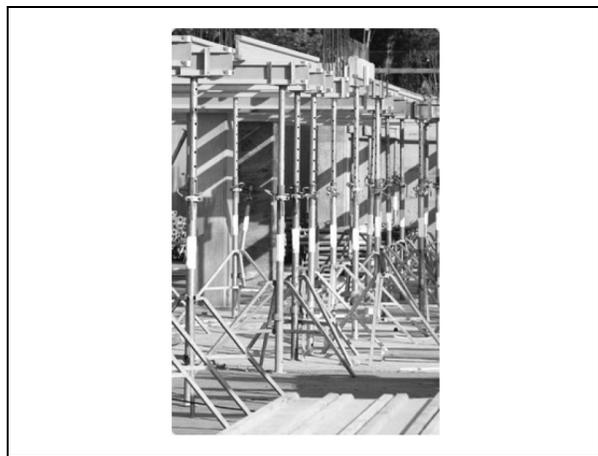
A tal fine si vanno diffondendo sul mercato due tipologie di prodotti da utilizzarsi in fasi lavorative molto comuni e frequenti nei cantieri edili: i puntelli telescopici e i parapetti provvisori.

I puntelli telescopici (vedi Figura 1), sono una soluzione efficiente ed efficace ad esempio per la rapida casse-

ratura e il getto di solai in calcestruzzo armato, siano essi pieni o in latero-cemento.

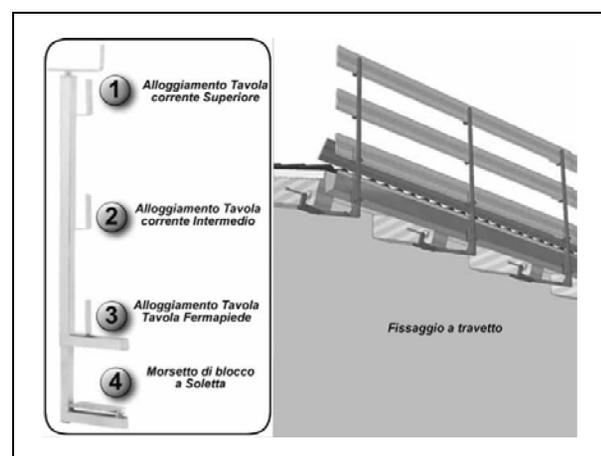
I parapetti provvisori (vedi Figura 2), sono una affidabile attrezzatura per la protezione dei bordi contro la caduta dall'alto, per tutti quei lavori ad esempio svolti sui tetti, siano essi piani o inclinati.

Figura 1 - Esempio di sistema di puntellazione con puntelli telescopici



Fonte: www.ferro-met.com.

Figura 2 - Esempio di protezione dei bordi con parapetto provvisorio



Fonte: www.coperturasicura.toscana.it.

Nota:

✓ Ai sensi della circolare del Ministero del Lavoro del 18 marzo 2004, le considerazioni espresse sono frutto esclusivo dell'autore e non hanno carattere in alcun modo impegnativo per l'amministrazione di appartenenza.

Nel seguito, quindi, verranno descritti e commentati i due sistemi, soffermandosi sugli aspetti d'uso e di calcolo, per garantirne la sicurezza, quali dedotti dalle normative pertinenti.

Riferimenti normativi

Riferendoci alle due tipologie di attrezzature in esame, si possono distinguere due livelli di normativa, quella cogente di legge e quella di normazione tecnica.

La normativa cogente di legge è naturalmente quella rappresentata dal D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 «Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro» (1) così come modificato e integrato dal D.Lgs. 3 agosto 2009, n. 106 «Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro» (2) rivolta sia agli utilizzatori (siano esse imprese con dipendenti o lavoratori autonomi) sia ai fabbricanti, venditori, noleggiatori e concedenti in uso.

È necessario da subito notare che entrambi i sistemi in esame rientrano nella definizione di «attrezzatura di lavoro» di cui all'art. 69, in quanto ciascuno di essi è un apparecchio «destinato ad essere usato durante il lavoro».

Pertanto, l'art. 23 obbliga i fabbricanti e i fornitori di puntelli telescopici e di parapetti provvisori a fabbricare e fornire attrezzature sicure, in quanto «sono vietati la fabbricazione, la vendita, il noleggio e la concessione in uso di attrezzature di lavoro non rispondenti alle disposizioni legislative e regolamentari vigenti in materia di salute e sicurezza sul lavoro».

L'art. 24 obbliga invece gli utilizzatori, che sono anche installatori di puntelli telescopici e di parapetti provvisori, ad «attenersi alle norme di salute e sicurezza sul lavoro, nonché alle istruzioni fornite dai rispettivi fabbricanti».

Le attrezzature in questione, in quanto non rientranti nel campo di applicazione di alcuna Direttiva Comunitaria di Prodotto, non sono marcate CE e devono possedere i requisiti di sicurezza di cui all'art. 70, comma 2, e quindi essere «conformi ai requisiti generali di sicurezza di cui all'Allegato V», che prevede in particolare al punto 5 il requisito fondamentale di sicurezza della stabilità poiché nel caso in specie «qualora ciò risulti necessario ai fini della sicurezza o della salute dei lavoratori, le attrezzature di lavoro ed i loro elementi debbono essere resi stabili mediante fissazione o con altri mezzi».

In relazione ai puntelli telescopici, bisogna ricordare che il D.M. 6 agosto 2004 «Riconoscimento di conformità alle vigenti norme di mezzi e sistemi di sicurezza, relativi alla costruzione ed all'impiego di puntelli telescopici regolabili in acciaio» (3) mantiene ancora la sua validità, in quanto l'art. 70, comma 3, prevede che «si considerano conformi le attrezzature di lavoro costruite secondo le prescrizioni dei Decreti Ministeriali adottati ai sensi dell'articolo 395 del Decreto Presidente della Repubblica 27 aprile 1955, n. 547, ovvero dell'articolo 28 del Decreto Legislativo 19 settembre 1994, n. 626».

Tra i più importanti obblighi nell'uso delle attrezzature di lavoro, in capo al datore di lavoro dell'impresa con lavoratori o equiparati o al lavoratore autonomo per il richiamo operato dall'art. 21, spiccano, fra quelli previsti dall'art. 71:

- la presa in considerazione, all'atto della scelta delle attrezzature di lavoro:
 - delle condizioni e delle caratteristiche specifiche del lavoro da svolgere;
 - dei rischi presenti nell'ambiente di lavoro;
 - dei rischi derivanti dall'impiego delle attrezzature stesse;
 - dei rischi derivanti da interferenze con le altre attrezzature già in uso;
- la predisposizione delle misure necessarie affinché le attrezzature di lavoro siano:
 - installate ed utilizzate in conformità alle istruzioni d'uso;
 - oggetto di idonea manutenzione al fine di garantire nel tempo la permanenza dei requisiti di sicurezza e siano corredate da apposite istruzioni d'uso e libretto di manutenzione;
- visto che l'impiego richiede conoscenze o responsabilità particolari in relazione ai loro rischi specifici, l'adozione delle misure necessarie affinché:
 - l'uso dell'attrezzatura di lavoro sia riservato ai lavoratori allo scopo incaricati che abbiano ricevuto una informazione, formazione ed addestramento adeguati;
 - in caso di riparazione, di trasformazione o manutenzione, i lavoratori interessati siano qualificati in maniera specifica per svolgere detti compiti;
- la disposizione dei provvedimenti, secondo le indicazioni fornite dai fabbricanti ovvero, in assenza di queste, dalle pertinenti norme tecniche o dalle buone prassi o da linee guida, affinché:
 - le attrezzature di lavoro la cui sicurezza dipende dalle condizioni di installazione siano sottoposte a un controllo iniziale dopo l'installazione e ad un controllo dopo ogni montaggio in un nuovo cantiere o in una nuova località di impianto, al fine di assicurarne l'installazione corretta e il buon funzionamento;
 - le attrezzature soggette a influssi che possono provocare deterioramenti suscettibili di dare origine a situazioni pericolose siano sottoposte: ad interventi di controllo periodici, secondo frequenze stabilite in base alle indicazioni fornite dai fabbricanti, ovvero dalle norme di buona tecnica, o in assenza di queste ultime, desumibili dai codici di buona prassi; ad interventi di controllo straordinari al fine di garantire il mantenimento di buone condizioni di sicurezza, ogni volta che intervengano eventi eccezionali che possano avere conseguenze pregiudizievoli per la sicurezza delle attrezzature di lavoro, quali riparazioni trasformazioni, incidenti, fenomeni naturali o periodi prolungati di inattività;
- l'assicurazione che gli interventi di controllo siano volti ad assicurare il buono stato di conservazione ed

Note:

(1) In Gazzetta Ufficiale n. 101 del 30 aprile 2008 - Suppl. Ordinario n. 108.

(2) In Gazzetta Ufficiale n. 180 del 5 agosto 2009 - Suppl. Ordinario n. 142.

(3) In Gazzetta Ufficiale n. 211 del 8 settembre 2004.

efficienza a fini di sicurezza delle attrezzature di lavoro e siano effettuati da persona competente.

Posto che si intende per lavoro in quota una attività lavorativa che espone il lavoratore al rischio di caduta da una quota posta ad altezza superiore a 2 m rispetto ad un piano stabile (art. 107) e che le attrezzature in esame sono usate proprio generalmente in tale contesto lavorativo, l'art. 111 riferendosi all'uso delle attrezzature per lavori in quota prescrive che «il datore di lavoro, nei casi in cui i lavori temporanei in quota non possono essere eseguiti in condizioni di sicurezza e in condizioni ergonomiche adeguate a partire da un luogo adatto allo scopo, sceglie le attrezzature di lavoro più idonee a garantire e mantenere condizioni di lavoro sicure, in conformità ai seguenti criteri: a) priorità alle misure di protezione collettiva rispetto alle misure di protezione individuale; b) dimensioni delle attrezzature di lavoro confacenti alla natura dei lavori da eseguire, alle sollecitazioni prevedibili e ad una circolazione priva di rischi».

L'art. 112, in analogia all'art. 71, ribadisce che «le opere provvisorie devono essere allestite con buon materiale ed a regola d'arte, proporzionate ed idonee allo scopo; esse devono essere conservate in efficienza per la intera durata del lavoro».

Bisogna notare che, sia i puntelli telescopici sia i parapetti provvisori, a prescindere dall'attività lavorativa in cui sono utilizzati, non sono assimilabili ai ponteggi e alle opere provvisorie di cui alla Sezione IV, V e VI, del Capo II, Titolo IV del D.Lgs. n. 81/2008, e pertanto le attrezzature in questione sono impiegate nel contesto di una valutazione dei rischi che, alle esigenze di sicurezza richieste dalle lavorazioni, tenga presente le necessarie prestazioni di sicurezza da parte delle attrezzature.

Le note 11 settembre 1998, prot. 21696/OM-4 «Richiesta di parere in merito all'assoggettabilità ad autorizzazione ministeriale, ai fini della commercializzazione, di prodotti di costruzione francese (Soc. DIMOS) per interventi di manutenzione o riparazione sui tetti» e 14 maggio 1998, prot. 22795/OM-4 «Richiesta di parere in merito ai ponti a sbalzo e relativa mensola metallica» del Ministero del Lavoro e della Previdenza Sociale chiariscono infatti, in riferimento specifico ai parapetti provvisori, che l'impiego di tale tipologie di attrezzature non rientra tra quelle disciplinate dall'art. 30 del D.P.R. n. 164/1956 (ora art. 131 del D.Lgs. n. 81/2008), non essendo pertanto richiesta la preventiva autorizzazione ministeriale.

Per quanto riguarda il calcolo degli elementi strutturali componenti i sistemi di cui si tratta, si deve far riferimento alle «Norme tecniche per le costruzioni», emanate con il D.M. 14 gennaio 2008 (4).

La normativa tecnica pertinente, di derivazione europea, relativa ai sistemi costruttivi adottanti puntelli telescopici o parapetti provvisori, è rappresentata dalle norme:

- UNI EN 1065:1999 «Puntelli telescopici regolabili di acciaio - Specifiche di prodotto, progettazione e verifica attraverso calcoli e prove»;
- UNI EN 13374:2004 «Sistemi temporanei di protezione dei bordi - Specifica di prodotto, metodi di prova».

Talvolta le due tipologie di attrezzature, come sarà esposto più avanti, sono composte ed integrate dall'utilizzo di ulteriori elementi integrativi, normati dalle:

- UNI EN 13377:2003 «Travi prefabbricate di legno per casseforme - Requisiti, classificazione e verifica»;
- 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»;
- UNI EN 795:2002 «Dispositivi di ancoraggio - Requisiti e prove»;
- UNI EN 517:1998 «Accessori prefabbricati per coperture - Ganci di sicurezza da tetto».

Si segnala infine che, pur non rappresentando un documento normativo, le «Linee guida per la scelta, l'uso e la manutenzione dei sistemi collettivi di protezione dei bordi. Parapetti provvisori, reti di protezione, sistemi combinati», emanate dall'INAIL ex ISPESL (5), sono un utile riferimento per reperire informazioni tecniche sulla progettazione di tali sistemi.

Puntelli telescopici

I puntelli telescopici regolabili, comunemente detti «puntelli in ferro», sono largamente impiegati in edilizia per puntellamenti di armature di scavi, di murature contro terra, di armature di pilastri, di solette e di archi. Sono regolabili in lunghezza in modo grossolano mediante estrazione della parte telescopica e inserimento della spina di collegamento e in modo più preciso con l'ulteriore regolazione per rotazione di una apposita ghiera o manicotto.

Nell'acquisto e nell'utilizzazione di tali attrezzature è sempre necessario consultare la documentazione tecnica che deve essere fornita dal costruttore e che deve comprendere le lunghezze utili, le modalità d'uso ed i carichi ammissibili.

Tra gli usi non corretti più comuni si citano ad esempio:

- la messa in opera di puntelli sovraccaricati (in numero insufficiente);
- il mal posizionamento del puntello contro le superfici delle strutture interessate, in modo non assiale rispetto alla direzione delle forze che devono contrastare;
- la posa di basi di ripartizione del carico insufficienti;
- l'adozione di basette metalliche poggiate sul terreno in posizione inclinata senza adeguati arresti e in assenza o mal posizionamento di cunei fra basetta e superficie di appoggio nel caso che le due non siano fra loro parallele.

Ricordato che nel montaggio del puntello è raccomandato l'uso di tuta, guanti da lavoro ed elmetto, si mette in evidenza che cause di pericolo spesso trascurate sono lo sfilamento e la caduta della parte telescopica dal corpo del puntello (per esempio durante il sollevamento con gru) e il pizzicamento della mano dell'operatore nel caso che questi, con puntello in verticale, tolga la

Note:

(4) In Gazzetta Ufficiale n. 29 del 4 febbraio 2008.

(5) Disponibili sul sito http://www.ispesl.it/Linee_guida/tecniche/index.htm

spina determinando il repentino rientro della parte telescopica sul corpo inferiore.

I puntelli vanno tenuti in buono stato di conservazione, puliti e revisionati periodicamente, scartando gli elementi danneggiati o piegati.

Descrizione del sistema

Si descrive nel seguito quello che è l'impiego di gran lunga più frequente del puntello telescopico: la costruzione di solette e solai (Figura 3).

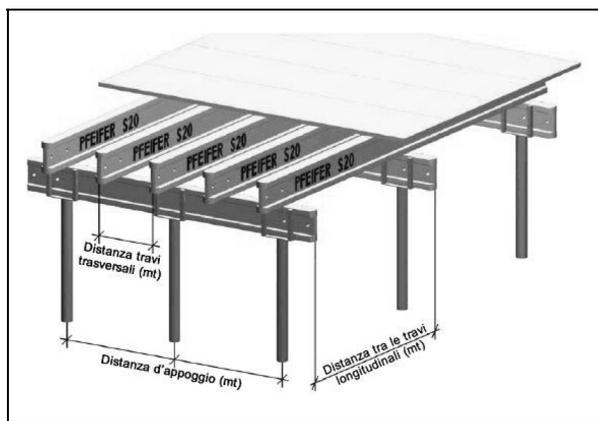
Per tale sistema si vogliono dare anche indicazioni per i corretti calcoli di sicurezza delle attrezzature utilizzate. In primo luogo, la casseratura è composta dalle tavole di armatura in legno che serviranno a formare la superficie continua di intradosso del solaio.

In secondo luogo, le tavole di armatura poggiano su un reticolo di travi trasversali ad I in legno, di altezza variabile a seconda delle esigenze, ad interasse trasversale determinato dai carichi di progetto.

In terzo luogo, le travi trasversali in legno poggiano su travi longitudinali della medesima specie delle travi trasversali, disposte a interasse determinato dai carichi di progetto.

In quarto luogo, le travi longitudinali poggiano sugli appoggi, ad adeguato interesse, costituiti dai puntelli telescopici regolabili di acciaio, con filettatura coperta o scoperta, terminanti all'estremità inferiore con una base di appoggio ed eventuale treppiede stabilizzante e all'estremità superiore con base di appoggio continua o con forcina per il supporto delle travi (vedi Figura 4).

Figura 3 - Esempio di casseratura di un solaio



Fonte: www.holz-pfeifer.com.

Figura 4 - Testa a forcina e treppiede



Fonte: www.comipont.it.

Nel caso di solai prefabbricati non si avrà bisogno delle travi trasversali ripartitrici né dei pannelli di armatura per il getto, ma solamente delle travi longitudinali portanti sorrette dai puntelli telescopici opportunamente dimensionati e posizionati.

Operando mediante lo scorrimento delle travi trasversali e/o longitudinali (affiancate e sovrapposte), di almeno 15 cm, è possibile ottenere tutte le dimensioni in pianta dei solai.

Premesso che nella maggior parte dei casi il montaggio avviene dal basso e i piedi dell'operatore non superano i 2 m di distanza dal piano stabile, qualora comunque l'assemblaggio del sistema esponga il lavoratore ad un lavoro in quota, è necessario prevedere, ai sensi dell'art. 122 del D.Lgs. n. 81/2008, le misure collettive di tutela (uso di reti di sicurezza, di ponti mobili su ruote, di impalcati di protezione, di ponti su cavalletti ecc), in quanto «nei lavori in quota, devono essere adottate, seguendo lo sviluppo dei lavori stessi, adeguate impalcature o ponteggi o idonee opere provvisorie o comunque precauzioni atte ad eliminare i pericoli di caduta di persone».

Calcolo dei pannelli

Le tavole, in legno (vedi Figura 5), del tipico colore giallo e dai bordi sigillati con lacca, sono sempre più del tipo a tre strati, di spessore variabile da 21 mm a 27 mm, di peso da circa 10,5 kg/m² a circa 13 kg/m², di formato in lunghezza da 100 a 600 mm e in larghezza da 50 a 200 mm.

La tavola che, *de facto*, è assurta a standard è composta da lamelle, in abete europeo accuratamente essiccato, incollate fra loro con colle melaminiche resistenti all'umidità; la superficie esterna della tavola finita è rivestita con resina melaminica; la tavola ha un peso di 12,5 kg/m², uno spessore di 27 mm, una larghezza standard di 50 cm e lunghezze standard variabili in 100/150/200/250/300 cm.

Il calcolo della resistenza delle tavole può essere effettuato seguendo i dettami del D.M. 14 gennaio 2008, per quanto riguarda le costruzioni in legno.

Si debba, ad esempio, realizzare un solaio pieno in calcestruzzo armato di spessore finale pari a 24 cm e si scelgano pannelli di casseratura a 3 strati di spessore

Figura 5 - Esempio di pannelli di casseratura



Fonte: www.holz-pfeifer.com.

27 mm di peso $12,5 \text{ kg/m}^2$. La distanza fra gli appoggi dei pannelli sulle travi trasversali sia di 75 cm e la larghezza dei pannelli sia di 50 cm; il pannello è fatto lavorare come trave su più appoggi con carichi che lo impegnino per tutta la larghezza e disposti nel senso longitudinale.

Con tali ipotesi, ricordato che il tipo di opera con vita nominale inferiore a 10 anni delle «Opere provvisorie - Opere provvisoriale - Strutture in fase costruttiva» è pari a 1 e che la Classe da assegnare è la Classe I delle «Costruzioni con presenza solo occasionale di persone», la combinazione fondamentale da impiegarsi per gli stati limite ultimi (SLU) è pari a:

Azioni elementari

peso proprio $0,125 \times 0,5 = 0,0625 \text{ kN/m}$
 carico cls $25 \times 0,24 \times 0,5 = 3 \text{ kN/m}$
 carico mobile (CNR 10027/85)
 $1,5 \times 0,5 = 0,75 \text{ kN/m}$

Momento flettente SLU

$(1,3 \times 0,0625 + 1,5 \times 3 + 1,5 \times 0,75) \times 0,75^2 / 8 = 0,4 \text{ kNm}$

Taglio SLU

$(1,3 \times 0,0625 + 1,5 \times 3 + 1,5 \times 0,75) \times 0,75 / 2 = 2,15 \text{ kN}$

Pertanto, la verifica alle tensioni del legno lamellare incollato omogeneo, per carichi di breve durata (meno di 1 settimana) e per Classe di servizio 2 (caratterizzata da un'umidità del materiale in equilibrio con l'ambiente a una temperatura di 20°C e un'umidità relativa dell'aria circostante che superi l'85% solo per poche settimane all'anno), di tavole tipo UNI EN 1194 GL24h con carichi di rottura caratteristici pari a 24 N/mm^2 per la flessione e $2,7 \text{ N/mm}^2$ per il taglio, vale:

$$W = 500 \times 27^2 / 6 = 60750 \text{ mm}^3$$

$$\sigma = 0,4 \times 1000 \times 1000 / 60750 = 6,58 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma < 0,9 \times 24 / 1,45 = 14,9 \text{ N/mm}^2$$

$$At = 500 \times 27 / 1,5 = 9000 \text{ mm}^2$$

$$\tau = 2,15 \times 1000 / 9000 = 0,24 \text{ N/mm}^2$$

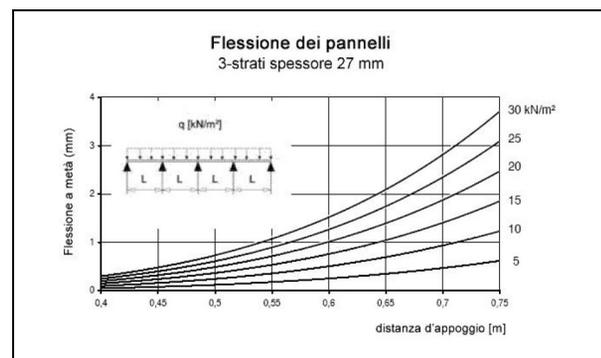
$$\tau < 0,9 \times 2,7 / 1,45 = 1,67 \text{ N/mm}^2$$

Considerato che più che la resistenza è la deformazione del pannello che deve essere limitata, un utile abaco per determinare le inflessioni del pannello sotto carico è rappresentato in Figura 6, dove, data la distanza degli appoggi in m e il carico uniformemente distribuito in kN/m^2 , si può facilmente risalire alla inflessione massima in mm del pannello, considerato che le tavole insistono di solito su più appoggi.

Tale inflessione si calcola con la combinazione frequente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE), che, nel caso dell'esempio di calcolo, sotto un carico di $0,125 + 6 + 1,5 = 7,625 \text{ kN/m}^2$ vale circa 1 mm. Ai fini della buona riuscita del getto, l'inflessione così ottenuta deve essere inferiore a $1/500$ della luce fra gli appoggi; come è verificato infatti nell'esempio riportato dove $1 \text{ mm} < (750/500) = 1,5 \text{ mm}$.

Si può anche fare la verifica analitica dell'inflessione mediante calcolo, una volta caratterizzato il pannello con la propria rigidezza flessionale EI (prodotto del

Figura 6 - Deformazioni del pannello



Fonte: www.holz-pfeifer.com.

modulo di elasticità per il momento d'inerzia) e definito lo schema statico.

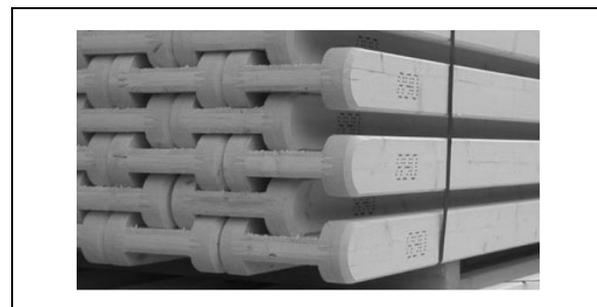
Calcolo delle travi

Le travi trasversali e longitudinali (vedi Figura 7) a supporto dei pannelli di casseratura sono in genere facilmente adattabili e utilizzabili in modo universale, in legno stabilizzato nella forma e nelle dimensioni e composto da pezzi incollati ad alta qualità, con protezione contro il danneggiamento a spigoli arrotondati, di peso limitato (circa 5 kg/m) e di lunghezza compresa fra i 245 e 590 cm.

Queste tipologie di travi sono unificate e rispondono alla norma europea UNI EN 13377:2003 «Travi prefabbricate di legno per casseforme - Requisiti, classificazione e verifica».

In particolare le travi ad I, maggiormente utilizzate, sono standardizzate in classi, ciascuna delle quali ha un'altezza, una larghezza delle flange superiori e inferiori e una rigidezza flessionale riportate in Tabella 1. I materiali in legno componenti la trave devono essere almeno appartenenti alla Classe C24 definita dalla UNI EN 388 «Legno strutturale - Classi di resistenza», se di legno massiccio, e alla Classe GL24h o GL24c definite dalla UNI EN 1194 «Legno lamellare incollato - Classi di resistenza e determinazione dei valori caratteristici», se di legno lamellare incollato omogeneo o combinato. Il valore medio del modulo di elasticità del materiale della trave deve essere almeno di 11.000 N/mm^2 , da as-

Figura 7 - Travi in legno per armatura



Fonte: www.legnoproject.it

Tabella 1 - Tipi di travi prefabbricate in legno UNI EN 13377

Classe	Altezza H (mm)	Larghezza flangia B (mm)	Resistenza flessionale EI (kNm ²)
P16	160	65	200
P20	200	80	450
P24	240	80	700

sociare al momento d'inerzia per ottenere la rigidezza flessionale.

Le travi vanno fornite munite di istruzioni d'uso da parte del fabbricante, che includano almeno la Classe della trave, le dimensioni e il peso della trave, le caratteristiche meccaniche, le indicazioni di montaggio, smontaggio, trasporto, stoccaggio, utilizzo, manutenzione e smaltimento, le condizioni per mettere fuori uso le travi danneggiate.

Inoltre ogni trave va opportunamente marcata in modo leggibile per tutta la vita utile con scritta indelebile di carattere almeno pari a 25 mm, indicante il logo del fabbricante, la Classe EN 13377, il livello «L» o «M» della EN ISO 9001 applicato alla produzione, la data di produzione.

Le travi a I ad anima piena sono caratterizzate, dalla norma, con la loro resistenza ad azioni taglianti, ad azioni flettenti e alle azioni agenti all'appoggio.

Tali resistenze di progetto sono state ricavate conformemente alle indicazioni dell'Eurocodice ENV 1995-1-1:1993 per le strutture in legno.

Tenuto conto di carichi di breve durata (meno di 1 settimana) e per Classe di servizio 2 (caratterizzata da un'umidità del materiale in equilibrio con l'ambiente a una temperatura di 20°C e un'umidità relativa dell'aria circostante che superi l'85% solo per poche settimane all'anno), condizioni generalmente rispettate nell'uso della trave, risulta un parametro «kmod» pari a 0,9, da associare a un fattore parziale per il materiale γ_m pari a 1,3 nella determinazione delle resistenze progettuali.

In Tabella 2, sono riportati i carichi di sicurezza ammissibili per il progetto delle classi di travi ad I, tenuto

Tabella 2 - Carichi di sicurezza travi prefabbricate in legno UNI EN 13377

Classe	Taglio (kN)	Flessione (kNm)	Appoggio (kN)
P16	8,5	2,7	17,0
P20	11,0	5,0	22,0
P24	13,0	6,5	26,0

conto che è stato considerato un fattore parziale per le azioni uniformi per tutti a carichi γ_f pari a 1,5.

Si precisa che le resistenze indicate per le travi prefabbricate in legno sono valide solo ed esclusivamente se il fabbricante segue tutti i requisiti, le procedure, i controlli, i calcoli e le prove indicate nella norma tecnica UNI EN 13377, per l'uso come parte di cassature per getti, in cui il carico agisca nella direzione dell'altezza della trave. In particolare il fabbricante eseguirà tre prove di controllo della resistenza:

- per la resistenza al taglio V;
- per la resistenza a momento flettente M;
- per la resistenza al carico agente sulla superficie di appoggio della trave R.

Ritornando quindi all'esempio di calcolo, si sono scelte, per la cassatura, travi a I di tipo P20 (vedi Figura 8) di peso pari a 5 kg/m, con distanza fra le travi longitudinali di 2,50 m e punti di appoggio sui puntelli per le travi longitudinali distanti 1,10 m. Le travi sono certificate e marcate UNI EN 13377 dal fabbricante.

Con tali ipotesi, la trave trasversale è sottoposta ad una azione pari a:

peso proprio tavole	$0,125 \times 0,75 = 0,093$ kN/m
peso proprio trave	0,05 kN/m
carico cls	$25 \times 0,24 \times 0,75 = 4,5$ kN/m
carico mobile (CNR 10027/85)	$1,5 \times 0,75 = 1,125$ kN/m
totale	5,77 kN/m

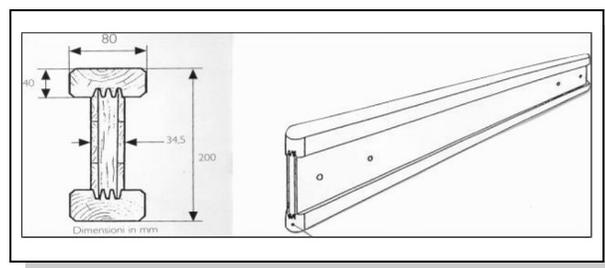
Pertanto, la verifica, nell'ipotesi più sfavorevole per il momento, per il taglio e per la reazione di appoggio vale:

taglio	$5,77 \times 2,5/2 = 7,22 < 11$ kN
momento	$5,77 \times 2,5^2/8 = 4,5 < 5$ kNm
appoggio	$5,77 \times 2,5 = 14,43 < 22$ kN

La trave longitudinale è sottoposta ad una azione pari a:

peso proprio tavole	$0,125 \times 2,5 = 0,3125$ kN/m
peso proprio trasversali	$0,05 \times 2,5 \times 2/1,1 = 0,227$ kN/m
peso proprio	0,05 kN/m
carico cls	$25 \times 0,24 \times 2,5 = 15$ kN/m
carico mobile (CNR 10027/85)	$1,5 \times 2,5 = 3,75$ kN/m
totale	19,35 kN/m

Figura 8 - Sezione della trave



Fonte: www.legnoproject.it

la verifica, nell'ipotesi più sfavorevole per il momento, per il taglio e per la reazione di appoggio vale:

taglio	$19,35 \times 1,1/2 = 10,64 < 11 \text{ kN}$
momento	$19,35 \times 1,1^2/8 = 2,93 < 5 \text{ kNm}$
appoggio	$19,35 \times 1,1 = 21,28 < 22 \text{ kN}$

Anche per le travi ad I sono disponibili abachi per determinare le inflessioni della trave sotto carico (vedi Figura 9), dove, data la distanza degli appoggi in m e il carico uniformemente distribuito in kN/m, si può facilmente risalire alla inflessione massima in mm della trave, nello schema statico più sfavorevole di trave semplicemente appoggiata.

Tale inflessione nel caso dell'esempio di calcolo, per la trave trasversale sotto un carico di 5,77 kN/m vale circa 4,9 mm, per la trave longitudinale sotto un carico di 19,35 kN/m vale circa 1,1 mm.

Ai fini della buona riuscita del getto, l'inflessione così ottenuta deve essere inferiore a 1/500 della luce fra gli appoggi; come è verificato infatti nell'esempio riportato dove $4,9 \text{ mm} < (2500/500) = 5 \text{ mm}$ e $1,1 \text{ mm} < (1100/500) = 2,2 \text{ mm}$.

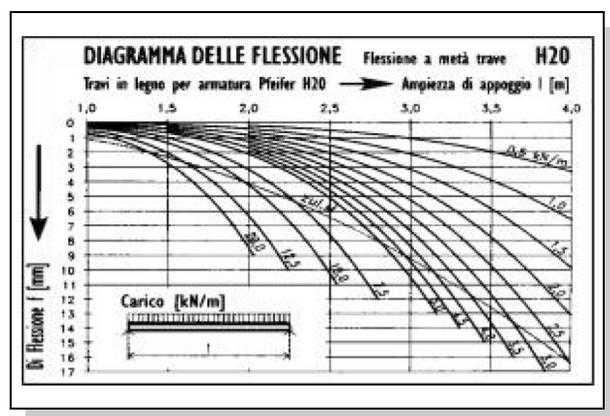
È comunque possibile procedere al calcolo analitico, per lo schema statico considerato, sapendo i valori del modulo di elasticità e del momento d'inerzia e considerato che la rigidità flessionale garantita EI dal fabbricante deve essere almeno di 450 kNm^2 .

Si ricorda che la trave per cassature UNI EN 13377:2003 è ottima non solo come trave portante e trave ripartitrice per getto di solai in calcestruzzo pieno e prefabbricati, ma viene utilizzata anche nei sistemi di casseforme per muri.

Calcolo dei puntelli

I puntelli telescopici, conformi alla normativa UNI EN 1065, costituiscono l'elemento terminale per realizzare le casseforme per il getto dei solai. Le travi in legno longitudinali sono sostenute dai puntelli tramite teste a croce. Appositi treppiedi consentono le regolazioni in caso di posizionamento su superfici non perfettamente orizzontali e un adeguato controventamento della struttura. La costruzione a norma della UNI EN 1065

Figura 9 - Deformazioni delle travi



Fonte: www.legnoproject.it

consente all'attrezzatura, legalmente fabbricata o commercializzata in un altro Paese dell'Unione europea o in un altro Paese aderente all'Accordo sullo spazio economico europeo, di essere commercializzata anche in Italia, fermo restando il rispetto delle normative specifiche di sicurezza italiane.

Inoltre il decreto ministeriale di riconoscimento del 2004 prevede che la conformità alle vigenti norme dei puntelli telescopici regolabili in acciaio avvenga con il rispetto delle seguenti condizioni:

«a) i puntelli telescopici regolabili in acciaio siano costruiti conformemente alla norma tecnica UNI EN 1065 (1999);

b) il costruttore sia in possesso delle certificazioni di conformità, rilasciate in base alla norma tecnica di cui alla lettera a), emesse da un laboratorio ufficiale;

c) i puntelli telescopici regolabili in acciaio siano accompagnati da un foglio o libretto recante:

- una breve descrizione con l'indicazione degli elementi costituenti comprensiva della designazione prevista dalla norma tecnica di cui alla lettera a);
- le indicazioni utili per un corretto impiego;
- le istruzioni per la manutenzione e conservazione;
- gli estremi (istituto che ha effettuato le prove, numeri di identificazione dei certificati, date del rilascio) dei certificati delle prove previste dalla norma tecnica UNI EN 1065 (1999);
- una dichiarazione del costruttore di conformità al decreto».

Per laboratori ufficiali si intendono:

- laboratori dell'ISPESL;
- laboratori delle Università e dei Politecnici dello Stato;
- laboratori autorizzati con provvedimento del Ministero del lavoro e delle politiche sociali, di concerto con i Ministeri dello Sviluppo Economico e della Salute, rispondenti ai requisiti stabiliti nell'Allegato XX, sezione B, del D.Lgs. n. 81/2008;
- laboratori dei Paesi membri dell'Unione europea o dei Paesi aderenti all'Accordo sullo spazio economico europeo riconosciuti dai rispettivi Stati in possesso di qualifiche e requisiti attestati dalle Autorità competenti dei rispettivi Stati.

I materiali costituenti i puntelli devono avere una buona resistenza alla corrosione e/o essere protetti contro le condizioni atmosferiche e devono essere privi di qualsiasi impurità e difetti che potrebbero influire sul loro uso soddisfacente, in particolare gli acciai effervescenti non sono ammessi.

Il materiale usato è generalmente l'acciaio S235JRH, protetto contro la corrosione mediante uno dei metodi riportati in Tabella 3.

Per il calcolo di verifica, i fattori parziali di sicurezza γ_m e γ_f debbono essere considerati, ai fini della valutazione della portata massima ammissibile dei puntelli, rispettivamente non inferiori a 1,1 per il materiale acciaio e 1,5 per tutte le azioni (pesi propri, permanenti portati non strutturali, accidentali mobili).

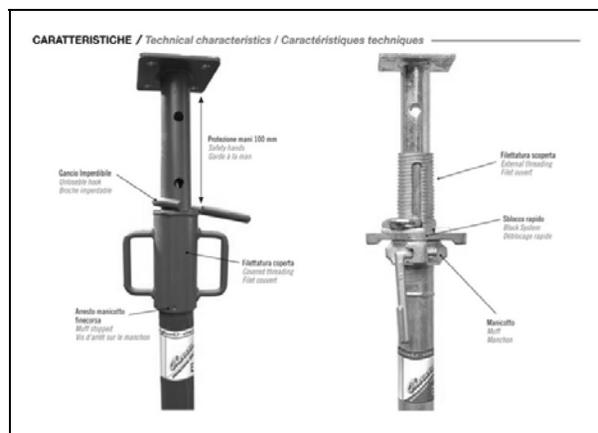
In Figura 10 sono riportate le due tipologie di puntello telescopico in commercio: a filettatura coperta e a filettatura scoperta.

Prendendo spunto dalle definizioni riportate nella UNI EN 1065:1999 è necessario ricordare che per:

Tabella 3 - Protezione contro la corrosione

Grado di finitura	Protezione
F1	Verniciato senza controllo qualità
F2	Verniciato con controllo qualità
F3	Zincatura a caldo
F4	Galvanizzazione a caldo
F5	Sistemi speciali

Figura 10 - Puntelli telescopici



Fonte: www.gherardi.it

- a) puntello telescopico regolabile di acciaio si intende l'elemento compresso normalmente usato come sostegno verticale temporaneo nei lavori di costruzione, formato da due tubi che sono telesopicamente spostabili l'uno dentro l'altro e dotato di dispositivo di regolazione grossolana con una spina inserita in fori nel tubo interno e dispositivi di regolazione fine utilizzando una ghiera filettata, coperta o scoperta;
- b) basetta terminale si indica l'elemento ortogonale ad una parte terminale del tubo esterno o interno;
- c) testa a forcilla s'intende il pezzo con risalti laterali per il posizionamento di una trave, ad esempio prefabbricata in legno;
- d) ghiera filettata si indica l'elemento con almeno una maniglia e una faccia che sostiene la spina ed è internamente filettata per permettere una regolazione fine della lunghezza del puntello;
- e) tubo interno si indica il tubo di diametro più piccolo provvisto di fori per la regolazione grossolana del puntello;
- f) tubo esterno si indica il tubo di diametro più grande, una estremità del quale è filettata esternamente;
- g) dispositivo di regolazione della lunghezza s'intende il meccanismo consistente in una spina, un collare a ghiera filettata, fori nel tubo interno e un tubo esterno filettato;
- h) spina si indica la parte del dispositivo di regolazione

X

della lunghezza che è inserito tra i fori del tubo interno ed è fissata al puntello;

i) lunghezza alla massima estensione s'intende la distanza misurata tra le estremità esterne delle basette quando il puntello è nella posizione completamente estesa.

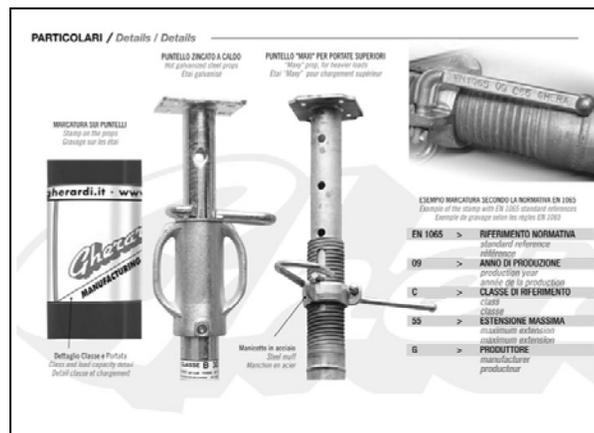
L'estensione del puntello è chiamata «completamente aperta» se la spina è nel foro più lontano dalla basetta del tubo interno e la ghiera filettata è nella posizione superiore. L'estensione del puntello è chiamata «completamente chiusa» se la spina è nel foro più vicino alla basetta del tubo interno e la ghiera filettata è nella posizione più bassa.

Ogni puntello deve essere dotato di opportuna marcatura impressa o a rilievo (vedi Figura 11) leggibile dopo l'applicazione di un rivestimento di protezione contro la corrosione, riportante l'indicazione EN 1065, nome o marchio di fabbrica del costruttore del puntello, anno di costruzione (ultime due cifre), classificazione del puntello (A, B, C, D, E), livello di ispezione (controllo di qualità adottato) «L» o «M».

Il costruttore del puntello deve inoltre fornire nelle istruzioni d'uso tutte le informazioni utili per la corretta gestione dell'attrezzatura.

I puntelli sono classificati dalla norma in cinque classi, secondo la Tabella 4, in relazione alla loro lunghezza

Figura 11 - Puntelli telescopici



Fonte: www.gherardi.it

Tabella 4 - Classificazione dei puntelli UNI EN 1065

Classe	Lunghezza alla massima estensione L max (m)
A da 25 a 40	da 2,5 m a 4 m
B da 25 a 55	da 2,5 m a 5,5 m
C da 25 a 55	Da 2,5 m a 5,5 m
D da 25 a 55	Da 2,5 m a 5,5 m
E da 25 a 55	Da 2,5 m a 5,5 m

massima di estensione, con passo fra una Classe e l'altra di 50 cm.

In accordo con la Classe e con la lunghezza alla massima estensione L_{max} in metri, i puntelli UNI EN 1065 posseggono una resistenza caratteristica nominale riportata nella Tabella 5, dipendente dalla lunghezza di estensione reale «L» in metri del puntello.

È bene precisare che le resistenze indicate valgono solamente se sono adottati i materiali, i requisiti di progetto, le alternative di protezione contro la corrosione, nonché i metodi di verifica usando sia calcoli sia prove su provino reale, stabiliti dalla norma tecnica UNI EN 1065, valida esclusivamente per puntelli telescopici regolabili di acciaio con filettatura coperta o scoperta che sono destinati all'uso nei cantieri; non sono infatti valide per puntelli regolabili di differenti materiali o costruzione. Continuando nell'esempio di calcolo, per concludere l'esame della cassetta, si è scelto un puntello di Classe B, di peso 24 kg, a filettatura scoperta con piastra piana di base $120 \times 120 \times 8$ mm, zincato a caldo, dotato di filetto esterno con meccanismo di abbassamento rapido e dispositivo antisfilamento del tubo interno, avente il tubo esterno di 60×3 mm e il tubo interno di $48 \times 3,7$ mm, dotato di treppiede stabilizzatore e testa a forcella per l'appoggio della trave longitudinale in legno per casseforme.

L'interasse trasversale fra i puntelli è di 1,1 m, mentre quello longitudinale è pari a 2,5 m, con altezza tra solaio sottostante e solaio da cassetta di 2,8 m, risultando quindi una azione normale ultima a stato limite ultimo (SLU) pari a:

peso proprio tavole	$0,125 \times 1,1 \times 2,5 = 0,35$ kN
peso proprio travi legno	$0,05 \times (1,1 + 2,5 \times 2) = 0,31$ kN
peso puntello	0,24 kN
carico cls	$25 \times 0,24 \times 1,1 \times 2,5 = 16,5$ kN
carico mobile (CNR10027/85)	$1,5 \times 1,1 \times 2,5 = 4,13$ kN
totale	$1,5 \times 21,54 = 32,29$ kN

La resistenza di progetto ultima vale, considerato un puntello B45, con lunghezza di massima estensione di 4,5 m e di minima estensione di 2,5 m:

$$R = 68 \times 4,5 / 2,8^2 = 41,55 / 1,1 = 39 \text{ kN}$$

Tabella 5 - Resistenza caratteristica dei puntelli UNI EN 1065

Classe	Resistenza caratteristica nominale (kN)
A	$51 \times (L_{max} / L^2) < 44$
B	$68 \times (L_{max} / L^2) < 51$
C	$102 \times (L_{max} / L^2) < 59,5$
D	34
E	51

Il puntello risulta pertanto verificato, in quanto i 32,29 kN di effetto dell'azione sono inferiori ai 39 kN di resistenza dell'elemento.

In conclusione, i vantaggi dell'uso del puntello telescopico risiedono nella sua sicurezza d'impiego, nel risparmio di tempo nel montaggio, nel ridotto ingombro nei passaggi sottostanti la cassetta durante le lavorazioni, nella durata e affidabilità dell'elemento strutturale, nella versatilità dell'altezza, consentendo inoltre che l'investimento economico si ammortizzi già dopo alcuni reimpieghi dell'attrezzatura.

Parapetti provvisori

Ricordato che, secondo la definizione della UNI 8088, una copertura è «praticabile» se è possibile l'accesso e il transito di persone, anche con attrezzature portatili, senza predisposizione di particolari mezzi e/o misure di sicurezza in quanto non sussistono pericoli di caduta di persone e/o di cose dall'alto né rischi di scivolamento in condizioni normali, nei casi di non praticabilità della copertura o di una generica superficie in quota si pone il problema di predisporre i necessari apprestamenti di sicurezza a protezione delle cadute dall'alto, anche in funzione alla pendenza della copertura stessa che può essere del tipo, sempre con riferimento alla UNI 8088, orizzontale o suborizzontale (fino al 15%), inclinata (dal 15% al 50%) o fortemente inclinata (oltre il 50%).

Un apprestamento di sicurezza che si sta via via sempre più diffondendo soprattutto nei cantieri edili è il parapetto provvisorio a protezione dei bordi, anche se, è bene precisare, il solo «parapetto» non rappresenta in tutti i casi l'unico dispositivo di sicurezza necessario.

Infatti, se sulle superfici orizzontali il lavoratore, in piedi o camminando in ogni direzione su di esso, non è soggetto al rischio di scivolamento e/o di rotolamento, mantenendo l'equilibrio nella posizione iniziale, il parapetto provvisorio è l'unico apprestamento necessario. Sulle superfici a debole pendenza il lavoratore, in piedi o camminando in ogni direzione su di esso, pur potendo mantenere l'equilibrio della posizione iniziale, è soggetto a un rischio lieve di scivolamento, di rotolamento e/o di urto contro degli ostacoli, e pertanto i parapetti provvisori sono ancora l'unico dispositivo di sicurezza necessario, ma debbono resistere anche a sollecitazioni dinamiche di lieve entità.

Sulle superfici a forte pendenza il lavoratore, pur potendo stare ancora in piedi o camminare in ogni direzione su di esso, è soggetto a un rischio elevato di scivolamento, di rotolamento e di urto contro degli ostacoli, e in questo caso le sollecitazioni dinamiche rilevanti rendono sufficiente l'utilizzo di parapetti provvisori, ma gli elementi componenti e gli ancoraggi del sistema devono essere idoneamente progettati.

Sulle superfici a fortissima pendenza il lavoratore non può stare in piedi o camminare in ogni direzione su di esso senza scivolare, rotolare e urtare contro degli ostacoli, e in questo caso non è più adeguata la sola adozione del sistema dei parapetti provvisori, ma è necessario utilizzare tecniche alternative ai dispositivi collettivi di protezione dei bordi quali l'uso di ponti sviluppati o di cestelli elevatori, l'uso di linee vita

di ancoraggio e di punti di ancoraggio, la realizzazione di piani di lavoro ausiliari ecc.

Fatta quindi la preliminare e ineludibile valutazione dei rischi per la scelta degli apprestamenti più idonei da usare, la norma UNI EN 13374 specifica i requisiti e i metodi di prova dei parapetti provvisori (in Figura 12 è riportato un esempio di applicazione) impiegati durante la costruzione o la manutenzione di edifici o di altre strutture per la protezione dei bordi di qualsiasi superficie di lavoro piana o inclinata (solaio, tetto, ecc.) con funzione di arresto della possibile caduta degli operatori verso il vuoto da una altezza superiore ai 2 m (non si applica alle protezioni laterali dei ponteggi che devono rispondere ad altre norme legislative e tecniche).

I parapetti vengono suddivisi in tre classi:

- Classe A: i sistemi di parapetti Classe A devono garantire la sola resistenza ai carichi statici; i requisiti base sono di sostenere una persona che si appoggia sulla protezione e di fornire un appoggio quando essa cammina sul fianco e di arrestare una persona che cammini o cada verso la protezione;

- Classe B: i sistemi di parapetti Classe B devono garantire la resistenza ai carichi statici e a basse forze dinamiche; i requisiti base sono di sostenere una persona che si appoggia sulla protezione, di fornire un appoggio quando essa cammina sul fianco, di arrestare una persona che cammini o cada verso la protezione e di arrestare la caduta di una persona che scivola lungo la superficie inclinata;

- Classe C: i sistemi di parapetto Classe C devono garantire la resistenza a elevate forze dinamiche generate dall'arresto della caduta di una persona che scivoli dal piano inclinato a cui è asservito.

La norma tiene conto dell'energia di impatto (sforzo dinamico) nel caso di arresto di una caduta e pertanto introduce nella classificazione dei parapetti la pendenza del tetto o della superficie rispetto al piano orizzontale e dalla possibile altezza di caduta (misurata in verticale dai piedi dell'operatore al punto più basso della protezione laterale del parapetto) del lavoratore esposto al rischio:

Figura 12 - Sistema di parapetti provvisori



Fonte: www.dimos.fr.

- Classe A: con inclinazioni non superiore a 10° di pendenza;

- Classe B: con inclinazioni minori di 30° di pendenza senza limitazioni dell'altezza di caduta o con inclinazioni fino a 60° se l'altezza della caduta sia contenuta in 2 m;

- Classe C: con inclinazioni comprese tra i 30° e i 45° senza limitazioni dell'altezza di caduta o con inclinazioni comprese tra i 45° e i 60° se l'altezza di caduta è inferiore a 5 m.

Si nota che sopra i 45° di pendenza o sopra l'altezza di caduta di 5 m, la norma non prevede più l'adeguatezza dell'utilizzo dei parapetti provvisori, confermando quanto detto in merito alla valutazione dei rischi per condizioni più gravose di lavoro.

Tutti gli elementi componenti il parapetto provvisorio UNI EN 13374 devono riportare una marcatura con il nome del fabbricante, il riferimento alla norma, la classe, l'anno e il mese di fabbricazione o il numero di serie. Deve essere inoltre fornito il manuale di istruzione all'utilizzatore, il quale è anche spesso l'installatore e montatore dell'attrezzatura stessa.

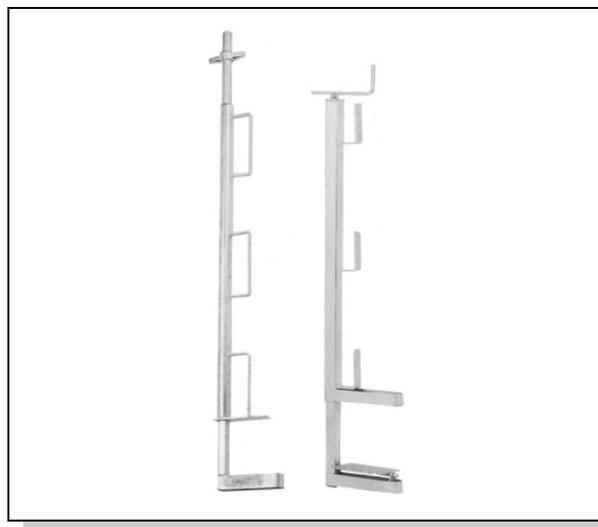
Il montaggio del sistema di protezione dei bordi con parapetti provvisori (che è anch'esso un lavoro in quota) va effettuato con tutte le cautele atte ad evitare il rischio di caduta dall'alto; si predilige l'uso di una piattaforma di lavoro elevabile P.L.E. per la realizzazione degli ancoraggi e la posa dei montanti e di correnti, con l'operatore sempre situato nel «cestello», ma si può anche, per coperture già predisposte con punti di ancoraggio o linee vita, procedere all'assemblaggio con l'uso di idonei Dispositivi di Protezione Individuali (DPI) fino alla completa messa in opera.

Descrizione del sistema

Un sistema di protezione di bordi (parapetto provvisorio) è costituito da:

a) un montante: è il supporto principale (vedi Figura 13), ancorato alla costruzione, sul quale vengono colle-

Figura 13 - Montanti per parapetti provvisori



Fonte: www.comipont.it

gati il corrente principale, il corrente intermedio e quello inferiore;

b) un corrente principale: è la barriera superiore posizionata a una altezza minima di 1 m misurata perpendicolarmente rispetto alla superficie di lavoro;

c) un corrente intermedio: è la barriera protettiva tra il corrente principale e la superficie di lavoro. Può essere costituita da un elemento rettilineo e/o da una rete, in questo caso è denominata «protezione intermedia»;

d) un corrente inferiore: è la barriera posta in corrispondenza della superficie di lavoro atta a evitare la caduta di persone e cose. Generalmente è costituita da una tavola fermapiede con il bordo superiore posizionato ad almeno 150 mm sopra la superficie di lavoro;

e) un ancoraggio: è il sistema con cui le forze agenti sulla protezione dei bordi vengono trasmesse alla struttura a cui è collegato; può essere realizzato in vari modi (tasselli, viti, ganci ecc), ivi compreso il sistema a contrappeso funzionante ad attrito.

Un sistema di protezione dei bordi deve comprendere necessariamente un corrente principale, un corrente intermedio o una protezione intermedia e un corrente inferiore fermapiede; tutti gli elementi componenti devono essere rifiniti e collocati in modo tale che il rischio di lesioni dovute a perforazioni o a lacerazioni, nell'uso e nel momento della caduta, sia ridotto al minimo.

Il montaggio e lo smontaggio del parapetto provvisorio è bene che siano effettuati da una persona qualificata come montatore.

Dei parapetti provvisori è necessario verificare periodicamente lo stato di conservazione, ingrassare le parti di movimento, come i perni, ed effettuare la pulizia dei bulloni; inoltre, una buona manutenzione delle parti superficiali elimina possibili pericoli derivanti da indebolimenti dovuti alla corrosione. I parapetti provvisori devono essere ispezionati a intervalli raccomandati dal fabbricante e al massimo ogni sei mesi. Prima d'ogni impiego bisognerà che i componenti siano integri (materiali e saldature), verificare la movimentazione delle parti mobili e l'efficacia dei dispositivi di blocco e di sblocco.

Dopo ogni impiego, il lavoratore dovrà esaminare l'integrità dei componenti (materiali e saldature) ed effettuare una accurata pulizia di tutte le parti; nel caso che l'integrità e/o la funzionalità del parapetto provvisorio risultassero compromesse, deve essere sottoposto al controllo del montatore o dal fabbricante, che deve fornire un parere al fine del riutilizzo o della sostituzione.

Le tipologie di ispezione, di cui è bene lasciare traccia scritta in un libretto delle registrazioni, possono essere classificate in:

a) ispezione prima del montaggio e dopo lo smontaggio da parte del montatore;

b) ispezione d'uso da parte del lavoratore;

c) ispezione periodica da parte del montatore.

Ogni parapetto provvisorio che ha subito un arresto caduta o presenta un difetto deve essere immediatamente ritirato dal servizio e riposto in un luogo dove sia impedito l'accesso; sullo stesso deve essere posto un cartellino che attesti la condizione di fuori servizio. Il parapetto provvisorio deve essere controllato dal montatore o da altra persona qualificata dal fabbricante che

deve decidere se rimetterlo in servizio, distruggerlo o ripararlo.

Le parti da controllare, in modo visivo, funzionale o strumentale, sono il montante, i correnti in acciaio e/o i correnti in legno, l'ancoraggio, la struttura di ancoraggio e i dispositivi di blocco/sblocco e le parti mobili.

Particolare importanza riveste l'ancoraggio del parapetto provvisorio; a tal proposito è opportuno stabilire che: a) il materiale base è il materiale costituente la struttura di ancoraggio;

b) l'ancorante è l'elemento lavorato e assemblato per consentire l'ancoraggio tra il materiale base e l'elemento da fissare;

c) l'elemento da fissare è l'elemento che deve essere fissato al materiale base (i parapetti provvisori).

d) l'ancoraggio è l'insieme di elementi comprendente il materiale base, l'ancorante e l'elemento da fissare.

Il materiale base di una costruzione edilizia è l'elemento fondamentale per la realizzazione di un ancoraggio sicuro. Nelle costruzioni nuove e, soprattutto, nelle ristrutturazioni, i materiali impiegati sono differenti da caso a caso, la loro scelta avviene in funzione, infatti, della tipologia della costruzione, della tecnica realizzativa, della disponibilità di maestranze specializzate in settori specifici e della zona nella quale è ubicato l'immobile. Calcestruzzo, muratura, calcestruzzo cellulare e legno sono le tipologie di materiali più diffusi in Italia per la realizzazione delle costruzioni.

Per gli ancoranti, non esistendo un riferimento normativo univoco e condiviso valido per tutti i materiali, l'approccio che può essere utilizzato è quello di fare riferimento alle ETAG 001. Se la costruzione è di calcestruzzo armato, è possibile utilizzare gli ancoranti previsti nelle ETAG 001, quindi:

1) gli ancoranti a espansione a controllo di coppia (ETAG001, parte 2);

2) gli ancoranti sottosquadro (ETAG001, parte 3);

3) gli ancoranti a espansione a controllo di spostamento (ETAG 001, parte 4);

4) gli ancoranti chimici (ETAG 001, parte 5).

Utilizzare una delle tipologie di ancoranti descritti significa utilizzare un prodotto marcato CE, avente la presunzione di conformità ai requisiti previsti nella «direttiva prodotti da costruzione».

Se l'edificio da realizzare o da ristrutturare è di un materiale diverso dal calcestruzzo armato si possono utilizzare ancoranti con principi di funzionamento identici a quelli previsti nelle ETAG 001 ma non marcati CE, non esistendo per gli altri materiali base diversi dal calcestruzzo specificazioni tecniche condivise. In questo caso si possono utilizzare prodotti dotati di sistemi di qualifica di tipo prestazionale ottenuta con prove effettuate presso laboratori indipendenti o qualificati direttamente dal fabbricante. Questi devono comunque assicurare la resistenza ai carichi applicati, la sicurezza durante l'utilizzo e il mantenimento nel tempo delle caratteristiche specificate. La capacità di carico e l'affidabilità degli ancoraggi sono fortemente influenzate dal modo in cui gli ancoranti sono installati. Per questi prodotti le istruzioni di installazione fornite dal fabbricante e la formazione del personale preposto al montaggio assumono un valore molto significativo. Può essere talvolta anche necessario ricorrere a prove di caratterizza-

zione della resistenza del materiale base con prove di estrazione in sito del tipo «pull-out».

La forza alla quale è soggetto l'ancoraggio di un parapetto provvisorio può arrivare fino ai 10 kN.

Pertanto possono essere impiegati, in analogia all'uso con i dispositivi di protezione individuale DPI contro le cadute dall'alto, gli ancoraggi permanenti conformi alla UNI EN 795 (vedi Figura 14), nello specifico le tipologie di Classe A1, comprendente ancoraggi strutturali progettati per essere fissati a superfici verticali, orizzontali e inclinate, e di Classe A2, comprendente ancoraggi strutturali progettati per essere fissati a tetti inclinati.

In Figura 15 è riportato che il punto di ancoraggio UNI EN 795, tipo A1 e A2, deve resistere ad un carico statico di 10 kN (pari a 1.000 kg) e ad un carico dinamico dovuto alla caduta di una massa di 100 kg da una altezza di 2,50 m superiore alla quota di ancoraggio.

Inoltre possono essere utilizzati, per i casi meno gravosi, i ganci di sicurezza da tetto UNI EN 517 (vedi Figura 16), di tipo A, per carichi solo nella direzione della pendenza del tetto, e di tipo B, per carichi anche laterali alla pendenza, con resistenza statica di almeno 5 kN.

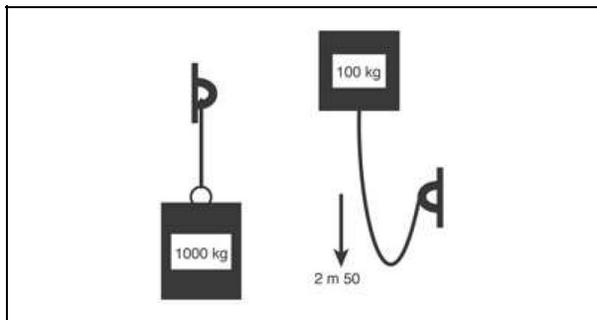
I punti d'ancoraggio conformi alla norma EN 795 ed EN 517 non ricadono sotto la definizione di DPI non essendo prodotti che l'operatore possa portare con sé, pertanto non è prevista la loro marcatura CE, ma è sufficiente una dichiarazione di conformità alla norma rilasciata dal fabbricante.

Figura 14 - Ancoraggio tipo A2 UNI EN 795



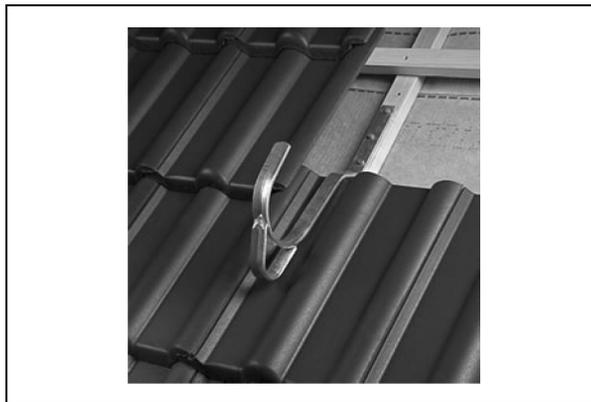
Fonte: www.dimos.fr

Figura 15 - Resistenza ancoraggi A1 e A2 UNI EN 795



Fonte: www.dimos.fr

Figura 16 - Gancio tipo A UNI EN 517



Fonte: www.kloeber-home.de/it

Qualora la stabilità del sistema sia assicurata da un sistema a contrappeso, è vietato l'utilizzo di materiali granulari o fluidi, come sabbia o acqua, per realizzare il contrappeso.

I materiali costituenti il sistema di protezione dei bordi devono essere sufficientemente robusti e durevoli da resistere alle normali condizioni di lavoro, privi di difetti e impurità; le caratteristiche meccaniche sono quelle indicate nella norma UNI EN 12811-2 relativamente all'acciaio, all'alluminio e al legno.

Le reti di sicurezza, in fibra di polipropilene o di poliammide, realizzanti talvolta la protezione intermedia, come nel caso della Figura 17, devono essere conformi alla norma tecnica UNI EN 1263-1.

Le reti, affinché siano idonee come protezione laterale intermedia, devono essere certificate come appartenenti almeno alla Classe A1 o A2, a maglia quadrata di apertura max 60 mm o a maglia diamantata di apertura max 100 mm, con assorbimento di energia garantita dal fabbricante pari a 2,3 kJ.

Il sistema di applicazione delle reti, ai montanti e ai correnti superiori e inferiori, tramite elementi elastici

Figura 17 - Reti per protezione laterale



Fonte: www.am-sa.it

di attacco, rientra nel Sistema U, per uso verticale, con corde perimetrali del tipo N o O, aventi carico di rottura minimo di almeno 7,5 kN.

In conformità alla UNI EN 13374, la verifica tramite il calcolo degli elementi componenti il sistema di protezione dei bordi, va effettuata con il metodo semi-probabilistico agli stati limite, ultimi SLU, di esercizio SLE e per azioni accidentali SLA, utilizzando i seguenti coefficienti:

- per gli SLU: $\gamma_f=1,5$ per le azioni (0,9 se favorevole), $\gamma_m=1,1$ per il materiale acciaio e $\gamma_m=1,3$ per il legno;
- per gli SLE: $\gamma_f=1$ per le azioni, $\gamma_m=1$ per tutti i materiali;
- per gli SLA: $\gamma_f=1$ per le azioni accidentali, $\gamma_m=1$ per tutti i materiali.

L'inflessione elastica allo stato limite di esercizio SLE di ogni componente del sistema non deve superare i 55 mm.

Si applicano i metodi di verifica specifici per ogni materiale usato, in riferimento agli Eurocodici per l'acciaio (ENV 1993-1-1), il legno (1995-1-1) e l'alluminio (ENV 1999-1-1), come recepiti dalla normativa italiana nel Decreto ministeriale 14 gennaio 2008 «Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni».

Calcolo sistema Classe A

La protezione di Classe A fornisce resistenze solo per i carichi statici, deve avere altezza non inferiore a 1 m e possedere una fascia di fermo al piede non inferiore a 150 mm, ed essere montata in modo da evitare varchi (fra il fermapiede e la superficie di lavoro e fra elementi contigui di parapetto) tali per cui una sfera di 20 mm di diametro possa passarci attraverso.

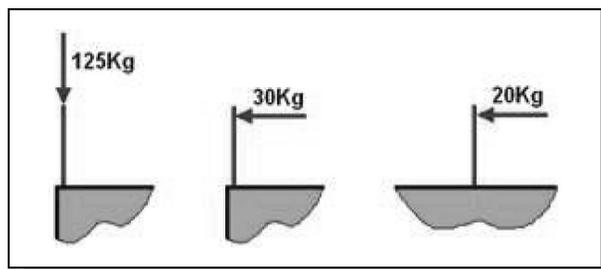
Inoltre il parapetto di Classe A non deve avere una inclinazione sulla verticale superiore a 15° e, se è previsto un corrente intermedio di parapetto, tutte le aperture devono impedire il passaggio attraverso la protezione di una sfera di 470 mm di diametro.

Di fondamentale importanza nel sistema è la scelta dell'interasse dei montanti, anche in funzione del sistema costruttivo impiegato per la realizzazione dei correnti (rete verticale, tavole in legno, profilati telescopici in alluminio, ecc).

Tutti gli elementi del sistema di protezione dei bordi devono poter resistere (vedi Figura 18):

- ad una forza di sollecitazione orizzontale pari a 0,3 kN (30 kg) applicata nel punto più critico, eccetto per il fermapiede;

Figura 18 - Carichi statici



Fonte: www.dimos.fr

- ad una forza di sollecitazione orizzontale pari a 0,2 kN (20 kg) applicata nel punto più critico per il fermapiede;
- ad una forza di sollecitazione parallela al corrente di parapetto pari a 0,2 kN (20 kg) applicata nel punto più critico;
- ad un carico accidentale, per ogni elemento, applicato dall'alto verso il basso nella posizione più sfavorevole, con un angolo di $\pm 10^\circ$ dalla verticale, pari a 1,25 kN (125 kg) su una lunghezza di 100 mm;
- ad una sollecitazione data dal vento con una pressione dinamica di 0,2 kN/m² da applicare all'area esposta dei vari componenti del sistema di protezione, con un coefficiente di forza aerodinamica pari a 2; in ogni caso non superiore a 0,3 kN sul singolo elemento per una pressione dinamica di 0,6 kN/m².

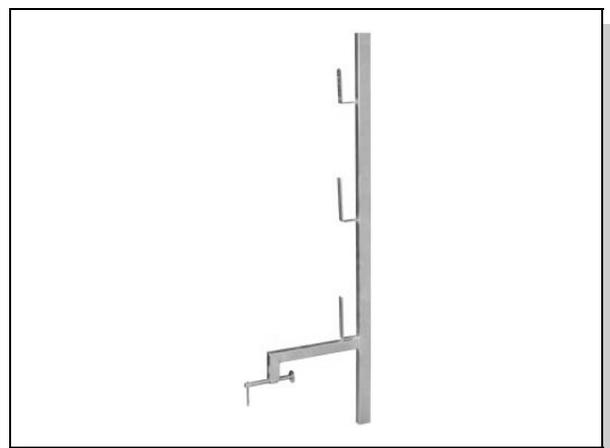
Con tali premesse, si voglia ora verificare tramite calcolo il sistema di protezione Classe A per cordolo verticale in calcestruzzo armato, composto dal montante denominato HT8A di Figura 19, con passo di 1,5 m fra i montanti, avente le seguenti caratteristiche:

- parapetto costituito da un montante in un tubo quadro 30 × 5 mm, dotato di staffe di supporto dei correnti, con saldato un elemento ad «L» portante la vite di serraggio dell'elemento di contrasto interno con il cordolo;
- spessore massimo di ammorsaggio 30 cm, con un minimo di 20 cm;
- tavole in legno per corrimano ed intermedi di sezione 200 × 25 mm, di lunghezza standard di 240 cm;
- tavola in legno per fermapiede di sezione 200 × 30 mm, di lunghezza standard di 240 cm;
- le tavole in legno, per dare continuità al sistema di protezione, sono unite tra loro tramite viti da legno.

Le tavole di legno di abete o essenze di analoga resistenza sono appartenenti alla Classe C16 prevista dalla norma UNI EN388, mentre il montante è completamente di acciaio zincato a caldo S235 per profilati laminati a caldo della norma UNI EN 10210-1.

Il sistema è indicato per la protezione da cadute su superfici piane in presenza di cordoli e pannelli verticali in calcestruzzo armato dello spessore da 20 a 30 cm. Il bordo superiore del fermapiede dovrà essere almeno

Figura 19 - Montante Classe A



Fonte: www.wuerth.it

a 200 mm sopra la superficie di lavoro, mentre la luce tra il parapiede e la superficie di lavoro non dovrà superare i 20 mm, l'altezza del corrente superiore è minimo 1 m.

Al legno si associa sempre la Classe di servizio 2 e la durata del carico istantanea, per i carichi accidentali, e di breve durata, per gli altri carichi, per cui risulta un parametro «kmod» nelle verifiche di resistenza pari a 1 e 0,9 rispettivamente; per il calcolo delle inflessioni si utilizza il modulo elastico medio.

Fatte queste ipotesi, la verifica del corrente corrimano risulta:

Azioni elementari

carico orizzontale 0,3 kN in mezzeria di 1,5 m
carico vento $2 \times 0,2 \times 0,2 = 0,08$ kN/m uniforme
carico accidentale 1,25 kN in mezzeria di 1,5 m

Momento flettente SLU

$$1,5 \times 0,3 \times 1,5/4 + 1,5 \times 0,08 \times 1,5^2/8 = 0,203 \text{ kNm}$$

Taglio SLU

$$1,5 \times 0,3/2 + 1,5 \times 0,08 \times 1,5/2 = 0,315 \text{ kN}$$

Momento flettente SLA

$$1,25 \times 1,5/4 = 0,469 \text{ kNm}$$

Taglio SLA

$$1,25/2 = 0,625 \text{ kN}$$

Pertanto, la verifica alle tensioni del legno strutturale C16 UNI EN 338, con carichi di rottura caratteristici pari a 16 N/mm² per la flessione e 1,8 N/mm² per il taglio, vale:

SLU

$$W = 200 \times 25^2/6 = 20833,33 \text{ mm}^3$$
$$\sigma = 0,203 \times 1000 \times 1000/20833,33 = 9,73 \text{ N/mm}^2$$
$$\sigma < 0,9 \times 16/1,3 = 11,07 \text{ N/mm}^2$$

$$At = 200 \times 25/1,5 = 3333,33 \text{ mm}^2$$
$$\tau = 0,315 \times 1000/3333,33 = 0,095 \text{ N/mm}^2$$
$$\tau < 0,9 \times 1,8/1,3 = 1,24 \text{ N/mm}^2$$

SLA

$$W = 25 \times 200^2/6 = 166666,7 \text{ mm}^3$$
$$\sigma = 0,469 \times 1000 \times 1000/166666,7 = 2,81 \text{ N/mm}^2$$
$$\sigma < 1 \times 16/1,3 = 12,3 \text{ N/mm}^2$$

$$At = 200 \times 25/1,5 = 3333,33 \text{ mm}^2$$
$$\tau = 0,615 \times 1000/3333,33 = 0,19 \text{ N/mm}^2$$
$$\tau < 1 \times 1,8/1,3 = 1,38 \text{ N/mm}^2$$

La verifica a SLE dell'inflessione elastica, assumendo un modulo elastico pari a 8.000 N/mm² per il legno strutturale C16 UNI EN 338, vale:

$$I = 200 \times 25^4/12 = 6510417 \text{ mm}^4$$
$$\delta = 0,3 \times 1000 \times 1500^3/48 \times 8000 \times 6510417 = 0,41 \text{ mm} < 55 \text{ mm}$$

Analogamente si può procedere per il corrente intermedio e per la tavola fermapiede.

Per il montante, invece, la verifica porta ai seguenti risultati:

Azioni elementari

carico orizzontale 0,3 kN applicato a 1 m
carico orizzontale 0,2 kN applicato a 0,2 m
carico orizzontale 0,3 kN a 0,6 m (per inflessione)
carico parallelo 0,2 kN
carico vento $2 \times 0,2 \times 0,2 \times 1,5 = 0,12$ kN applicato a 0,9 m, 0,5 m e 0,1 m
carico accidentale 1,25 kN applicato a 1 m

Momento flettente SLU

$$1,5 \times 0,3 \times 1 + 1,5 \times 0,2 \times 0,2 + 1,5 \times 0,12 \times 0,9 + 1,5 \times 0,12 \times 0,5 + 1,5 \times 0,12 \times 0,1 = 0,78 \text{ kNm direz. perpendicolare}$$
$$1,5 \times 0,2 \times 1 = 0,3 \text{ kNm direzione parallela}$$

Taglio SLU

$$1,5 \times 0,3 + 1,5 \times 0,2 + 1,5 \times 0,12 + 1,5 \times 0,12 + 1,5 \times 0,12 = 1,29 \text{ kN direzione perpendicolare}$$
$$1,5 \times 0,2 = 0,3 \text{ kN direzione parallela}$$

Sforzo normale SLA

$$1,25 + 0,12 \text{ (pesi propri)} = 1,37 \text{ kN}$$

Pertanto, la verifica dell'acciaio strutturale avente tensione di snervamento caratteristica pari a 235 N/mm², vale:

SLU

$$\varepsilon = 1 \text{ c/t} = 20/5 = 4 \text{ - sezione Classe 1}$$
$$W_{pl} = 5172 \text{ mm}^3$$
$$M_{plrd} = 5172 \times 235/1,1 = 1,104 \text{ kNm}$$
$$(0,78/1,104) + (0,3/1,104) = 0,978 < 1$$

con tagli $< 0,5 \times 30,83 = 15,41 \text{ kN}$

$$A_v = 500 \times 30/(30+30) = 250 \text{ mm}^2$$
$$V_{crd} = 250 \times 235/1,732 \times 1,1 = 30,83 \text{ kN}$$

$> 1,29 \text{ kN}$ e $0,3 \text{ kN}$

SLA

$$A = 500 \text{ mm}^2$$
$$N_{crd} = 500 \times 235/1,1 = 106,81 \text{ kN} > 1,37 \text{ kN}$$

senza instabilità per i bassi livelli di sollecitazione

La verifica a SLE dell'inflessione elastica, assumendo un modulo E pari a 210.000 N/mm², per l'acciaio strutturale, vale:

$$I = 51720 \text{ mm}^4$$
$$d_1 = 0,3 \times 1000 \times 1000^3 / 3 \times 210000 \times 51720 = 9,21 \text{ mm}$$
$$d_2 = 0,3 \times 1000 \times 600^3 / 3 \times 210000 \times 51720 = 1,99 \text{ mm}$$
$$d_3 = 0,2 \times 1000 \times 200^3 / 3 \times 210000 \times 51720 = 0,074 \text{ mm}$$
$$d = 9,21 + 1,99 + 0,074 = 11,28 \text{ mm} < 55 \text{ mm}$$

È in ogni caso prevista una prova di deflessione statica, a norma UNI EN 13374, che il fabbricante eseguirà per poter certificare il sistema in Classe A.

L'ammorsaggio su un cordolo di calcestruzzo armato di

minimo 20 cm non necessita di particolari verifiche dell'ancoraggio, viste le forze in gioco rispetto alla resistenza strutturale del cordolo stesso.

Calcolo sistema Classe B

La protezione di Classe B fornisce resistenza ai carichi statici e a forze dinamiche basse, deve avere altezza non inferiore a 1 m (misurata perpendicolarmente alla superficie di lavoro), possedere una fascia di fermo al piede non inferiore a 150 mm ed essere montata in modo da evitare varchi (fra il fermapiede e la superficie di lavoro e fra elementi contigui di parapetto) tali per cui una sfera di 20 mm di diametro possa passarci attraverso. L'inclinazione del sistema non deve scostarsi per più di 15° dalla verticale passante per il piede del montante e le aperture tra i correnti devono impedire il passaggio di una sfera di diametro pari a 250 mm.

Oltre alle azioni statiche già indicate, il sistema di Classe B deve essere in grado di assorbire una energia cinetica di 1100 J fino ad una altezza di 200 mm al di sopra della superficie di lavoro e di 500 J alla sommità.

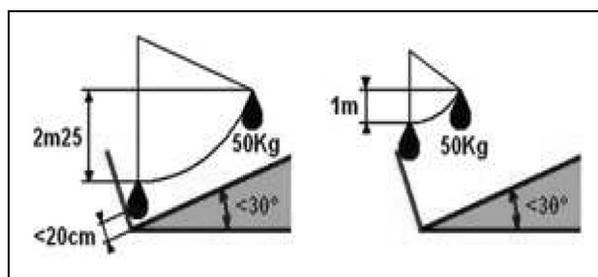
Le forze dinamiche sono simulate, nelle prove di carico per certificare il sistema da parte del fabbricante, con i carichi rappresentati in Figura 20 attraverso la caduta:

- di un sacco di 50 kg da 2,25 m, urtante la parte bassa del sistema;
- di un sacco di 50 kg da 1 m, urtante la sommità del sistema.

Si voglia ora verificare il sistema di protezione Classe B per tetti in legno, composto dal montante per parapetto provvisorio denominato HT4B di Figura 21, con passo di 1,4 m, avente le seguenti caratteristiche:

- il corpo principale ad «L» con l'asta orizzontale inclinata verso l'alto di 22°, costituisce l'elemento di collegamento alla trave in legno; sull'asta orizzontale inclinata è posizionata la morsa di fissaggio, costituita da un elemento di contrasto e da un piattello regolabile mediante vite; all'estremità dell'asta inclinata sono posizionati elementi fissi di contrasto alla trave di ancoraggio; una leva serve per bloccare la morsa in posizione di fissaggio e per consentire un facile sbloccaggio della morsa stessa al momento dello smontaggio;
- il montante verticale in tubo quadro 40 × 6,3 mm da inserire nella parte verticale del corpo principale, costituisce l'elemento di supporto dei correnti di parapetto;
- l'unione solidale e permanente dei due elementi, durante l'uso è assicurata da una copiglia elastica;

Figura 20 - Prove dinamiche Classe B



Fonte: www.dimos.fr

Figura 21 - Montante Classe B



Fonte: www.wuerth.it

- sul montante sono saldate tre staffe fisse e chiuse che servono da supporto alle tavole in legno con funzione di corrimano; una quarta staffa aperta e regolabile in altezza, è solidale con il corpo principale e serve a supportare la tavola con funzione di fermapiede;

- l'utilizzo è per travi in legno di spessore da 100 a 160 mm, con inclinazione massima di 30° rispetto all'orizzontale;

- le tavole per corrimano ed intermedi sono di sezione 200 × 25 mm;

- la tavola per fermapiede è di sezione 200 × 40 mm;

- le tavole in legno, per dare continuità al sistema di protezione, sono unite tra loro tramite viti da legno.

Le tavole di legno di abete o essenze di analoga resistenza sono appartenenti alla Classe C16 della norma tecnica UNI EN 388, mentre il montante è un profilato formato a caldo in acciaio zincato S235 della norma tecnica UNI EN 10210-1.

Il sistema è indicato per la protezione da cadute durante i lavori di riparazione e montaggio di coperture per tetti in legno con pendenza massima di 30 gradi. Nel caso in cui la luce tra il fermapiede e la superficie di lavoro supera i 20 mm si integrerà il sistema con ulteriori tavole in legno.

Il montante è fissato alle travi in legno con un punto di ancoraggio tipo UNI EN 795, Classe A2, che, resistendo a una caduta di una massa pari a 100 kg per 2,5 m, assorbe senz'altro quella di un grave di 50 kg per 2,25 m.

Tralasciando i calcoli statici, la cui esecuzione è del tutto simile a quanto riportato per il sistema di Classe A, si vuole invece verificare l'assorbimento dell'energia cinetica del sistema attraverso l'accumulo dell'energia nei vari elementi del sistema.

Ci si concentra sul montante quadro 40 × 6,3 mm, assumendo l'inflexione permanente di 100 mm (valore consigliato dalla norma UNI EN 13374), ad una altezza di 200 mm, tenuto conto che il sistema dopo tali sollecitazioni può perdere la sua funzionalità.

Il lavoro plastico compiuto dal momento flettente di rottura alla base vale, in modo approssimato:

$$W_{pl} = 11010 \text{ mm}^3$$

$$M_{plrd} = 11010 \times 235/1000 = 2587,35 \text{ Nm}$$

$$T_g \Theta = 100/200 = 0,5 \quad \Theta = 0,46 \text{ rad}$$

$$U_{pl} = 2587,35 \times 0,46 = 1199 \text{ J} > 1100 \text{ J}$$

Per la sommità si assume una inflessione permanente di 200 mm, risultando:

$$W_{pl} = 11010 \text{ mm}^3$$

$$M_{plrd} = 11010 \times 235/1000 = 2587,35 \text{ Nm}$$

$$T_g \Theta = 200/1000 = 0,2 \quad \Theta = 0,19 \text{ rad}$$

$$U_{pl} = 2587,35 \times 0,19 = 511 \text{ J} > 500 \text{ J}$$

Se ne deduce quindi la capacità della cerniera plastica del montante ad assorbire flessionalmente l'energia cinetica del corpo in caduta. Si possono comunque adottare altri schemi di calcolo a rottura ritenuti più aderenti al comportamento strutturale del parapetto e dei vari elementi costituenti.

In ogni caso è necessario sottoporre il sistema alle prove dinamiche, conformemente alla norma UNI EN 13374, in modo tale che il fabbricante potrà certificare il sistema assegnandogli la Classe B.

Calcolo sistema Classe C

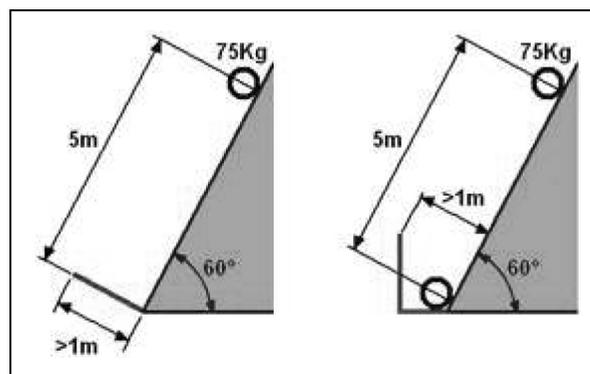
La protezione di Classe C fornisce resistenza ai carichi statici e a forze dinamiche elevate, deve avere altezza non inferiore a 1 m (misurata perpendicolarmente alla superficie di lavoro), possedere una fascia di fermo al piede non inferiore a 150 mm ed essere montata in modo da evitare varchi (fra il fermapiè e la superficie di lavoro e fra elementi contigui di parapetto) tali per cui una sfera di 20 mm di diametro possa passarci attraverso. L'inclinazione del sistema deve essere compresa fra la linea verticale passante per il piede del montante e la linea perpendicolare alla superficie di lavoro; le aperture tra i correnti devono impedire il passaggio di una sfera di diametro pari a 100 mm.

Oltre alle azioni statiche già indicate, il sistema di Classe C deve essere in grado di assorbire una energia cinetica di 2200 J in qualsiasi punto della protezione fino ad una altezza di 200 mm al di sopra della superficie di lavoro. Tale carico dinamico è simulato con prove di carico rappresentate in Figura 22 attraverso il rotolamento di un cilindro di 75 kg che cade da una altezza di 5 m lungo un piano inclinato di 60°.

Con tali premesse, si voglia ora verificare tramite calcolo il sistema di protezione Classe C di Figura 23, con passo di 3 m, avente le seguenti caratteristiche:

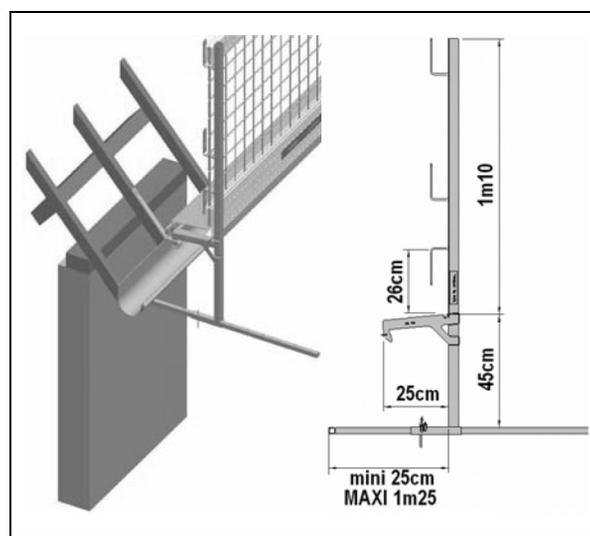
- corrente superiore telescopico (da 2 a 3 m di lunghezza), in alluminio alto 10 cm;
- montante in tubo quadro 50 x 5 in acciaio zincato, in profilato lamionato a caldo UNI EN 10210-1, di altezza di 1,1 m;
- protezione intermedia realizzata in rete verticale di sicurezza sistema U con maglia 60 mm conforme alla UNI EN 1263-1, di Classe A1, altezza 1 m e lunghezza 3 m;
- corrente fermapiè telescopico (da 2 a 3 m di lunghezza), in alluminio alto 15 cm;

Figura 22 - Prove dinamiche Classe C



Fonte: www.dimos.fr

Figura 23 - Sistema Classe C



Fonte: www.dimos.fr

- tavola orizzontale telescopica in alluminio (da 2 a 3 m di lunghezza), non costituente impalcato di servizio, larga 30 cm, con resistenza ai carichi verticali di 2 kN/m² (Classe 3 della UNI EN 12811-1).

L'ancoraggio del sistema è rappresentato in Figura 24, ed è composto da ancoraggio «tipo bordo tetto» di Classe A2 UNI EN 795 per travature in legno di sezio-

Figura 24 - Sistema Classe C - Ancoraggio



Fonte: www.dimos.fr

ne almeno $4,2 \times 6,3$ cm, fissato alla trave stessa con almeno cinque chiodi e con perno passante a rampone, resistendo a un carico statico di 10 kN.

Tralasciando le considerazioni statiche svolte per i sistemi di Classe A applicabili anche al sistema di Classe C, si vuole invece verificare l'assorbimento dell'energia cinetica del sistema attraverso l'accumulo dell'energia nei vari elementi, tenuto conto che dopo il carico dinamico non è necessario garantire la funzionalità del parapetto provvisorio.

Per quanto riguarda le rete di sicurezza tipo UNI EN 1263-1 Classe A1 di tipo verticale, essa è certificata per una energia di assorbimento pari a 2,3 kJ, pertanto non necessita di particolare verifica essendo tale energia maggiore dei 2200 J richiesti, mostrando anzi il vantaggio e l'efficacia di tale soluzione, capace di raccogliere senza rischi aggiuntivi il corpo di un lavoratore in caduta.

Per quanto riguarda il montante quadro 50×5 mm, nell'ipotesi di inflessione permanente, dopo il carico dinamico, pari a 200 mm ad una altezza di 200 mm (come

prescritto dalla norma UNI EN 13374), il lavoro plastico compiuto dal momento flettente di rottura alla base vale, in modo approssimato:

$$W_{pl} = 17400 \text{ mm}^3$$

$$M_{plrd} = 17400 \times 235/1000 = 4089 \text{ Nm}$$

$$Tg \Theta = 200/200 = 1 \quad \Theta = 0,78 \text{ rad}$$

$$U_{pl} = 4089 \times 0,78 = 3211 \text{ J} > 2200 \text{ J}$$

Risulta quindi la capacità della cerniera plastica del montante ad assorbire flessionalmente l'energia cinetica del corpo in caduta. Si possono comunque adottare altri schemi di calcolo a rottura ritenuti più aderenti al comportamento strutturale per l'assorbimento dell'energia. Simili considerazioni possono essere svolte per gli altri elementi del sistema, ad esempio per i profilati di alluminio usati come correnti.

In ogni caso è obbligatorio sottoporre il sistema alle prove dinamiche, conformemente alla norma UNI EN 13374, in modo tale che il fabbricante potrà certificare il sistema assegnandogli la Classe C.