

## La rispondenza ai nuovi decreti sulla resistenza al fuoco delle strutture in c.a. e in c.a.p.

(D.M. 16/02/07, D.M. 09/03/07, D.M. 09/05/07)

di Carlo Schiatti

Per lunghi anni, la normativa di riferimento per la resistenza al fuoco delle strutture è stata la Circolare n. 91 del 14/09/1961 del Ministero dell'Interno.

La circolare fu emanata a seguito del diffondersi dell'uso di profilati di acciaio per la realizzazione delle strutture portanti nelle costruzioni adibite a fini civili, fatto che destava preoccupazione in ordine a gravi pericoli per la stabilità in caso di incendio. Sulla base di uno studio condotto dal Consiglio Nazionale delle Ricerche, nonché di esperienze nazionali ed estere, furono emanati la circolare e il relativo allegato tecnico, entrambi basati sul criterio fondamentale che la struttura debba resistere, senza collassare, all'incendio delle sostanze combustibili in essa contenute.

Venivano introdotti in modo sistematico concetti come: carico d'incendio (quantità equivalente di legno per metro quadrato riferita al massimo numero di calorie per unità di superficie che si possono sviluppare per effetto della combustione di tutti i materiali combustibili presenti), durata di

resistenza al fuoco (tempo in minuti dopo il quale l'elemento costruttivo considerato, sottoposto ad un determinato incendio e quindi a una determinata curva di temperatura normalizzata, perde la sua capacità portante), grado di protezione delle strutture (provvedimenti necessari a garantire una durata minima di resistenza al fuoco funzione del carico d'incendio, della destinazione d'uso dei locali, del pericolo di propagazione del fuoco ad altri fabbricati, dell'importanza presuntiva dell'eventuale soccorso e della sua rapidità), valutazione dell'entità del rischio e dei provvedimenti atti a limitarlo (da determinarsi in base ai fattori sopra descritti).

Si consolida altresì la regola per cui la valutazione del rischio e le conseguenti prescrizioni devono essere determinati in fase di progettazione ed avere carattere vincolante per l'uso cui l'edificio è destinato.

Tutti i concetti e le regole fin qui illustrati e sanciti dalla Circolare 91 sono tutt'oggi validi, anche se diversamente normati. Per

questo motivo, e anche per mancanza di spazio, nel proseguo non si approfondirà l'aspetto relativo alla evoluzione delle regole generali, focalizzando invece l'attenzione sulla evoluzione delle prescrizioni cui devono corrispondere le prestazioni delle strutture in cemento armato e in cemento armato precompresso.

Per ottemperare alle regole di cui sopra, la Circolare n. 91 forniva criteri numerici per la determinazione della classe di resistenza, espressa in minuti primi di durata di resistenza al fuoco, cui dovevano soddisfare le strutture degli edifici (sette classi, da 15 a 180 minuti), e forniva tutta una serie di indicazioni progettuali per assicurare alle strutture la resistenza al fuoco necessaria. Tutte le indicazioni di cui sopra (spessore minimo dei rivestimenti, di vari materiali, delle strutture metalliche, spessore delle pareti tagliafuoco, spessore minimo dei solai) erano fornite in forma tabellare, perché risultato diretto di prove al forno su campioni reali.

A parte le indicazioni circa i solai e circa le pareti tagliafuoco (riferite effettivamente anche ad elementi in calcestruzzo e/o latero-cemento), tutte le tabelle, come ricordato, erano riferite a ricoprimenti di materiali protettivi (fra cui il calcestruzzo) applicati a strutture composte di profilati di acciaio.

Tuttavia, essendo la Circolare 91 l'unico elemento normativo disponibile (anche se comunque rappresentando una grande innovazione nel settore), la prassi corrente ha portato ad utilizzare le tabelle di cui trattasi anche per le strutture in cemento armato e in cemento armato precompresso, assimilando di fatto il ricoprimento delle strutture metalliche composte di profilati al ricoprimento delle armature delle sezioni in calcestruzzo.

È evidente la grossolanità di un tale passaggio, tuttavia inizialmente giustificato dai tempi, dalle esigenze di mercato dell'epoca, dalla carenza di modelli matematici disponibili, dalla carenza normativa protrattasi per lunghi anni.

La cosa ha anche ricevuto una veste di uf-

ficialità, allorché con Circolare M.I. n. 52/82 fu chiarito che i requisiti di "resistenza al fuoco" fossero valutati secondo le modalità di prova stabilite nella Circolare n. 91/61 prescindendo dal tipo di materiale costituente l'elemento da costruzione stesso (calcestruzzo, laterizi, acciaio, ecc.).

Con tale circolare fu anche introdotta per la prima volta la variabilità del livello di "resistenza al fuoco", derivante dall'aggregazione dei requisiti "R", "RE", "REI": conservazione per il tempo corrispondente alla classe, di stabilità meccanica (simbolo R), di tenuta alle fiamme ai fumi e ai gas (simbolo E), di isolamento termico (simbolo I).

Solo nel 1989 vede la luce la norma UNI 9502, successivamente revisionata, basata sugli eurocodici UNI EN 1991-2-2 e UNI EN 1992-1-2, che per la prima volta mette a disposizione un metodo di calcolo per la valutazione della resistenza al fuoco di elementi singoli in calcestruzzo armato normale e precompresso sottoposti all'incendio normalizzato. Sono anche rese disponibili varie mappature termiche di sezioni in calcestruzzo allo scopo di permettere la valutazione analitica.

È poi comunque prevista una verifica della capacità portante con il sistema tabellare, alla stregua di quanto prevedeva la Circolare 91, nonché ulteriori criteri di verifica con metodi semplificati. Sono comunque richiamate le modalità di prova sperimentale, sempre ammesse, sia per la determinazione della resistenza del singolo elemento, sia per la determinazione della singola mappatura termica. La norma è stata elaborata con il contributo determinante dei Vigili del Fuoco.

Viene più compiutamente definita la "resistenza al fuoco" nelle sue componenti possibili in ordine alla classificazione di un elemento costruttivo:

- ✓ la sola capacità portante (R): elementi strutturali interni ad un compartimento (spazio delimitato da elementi di separazione in grado di impedire la propagazione del fuoco oltre i confini dello stesso);

- ✓ la capacità di compartimentazione (RE): rispetto del criterio della capacità portante e del criterio della tenuta;
- ✓ la capacità di compartimentazione con controllo della temperatura sul lato esterno dell'elemento separante (REI): di solito richiesta per gli elementi di separazione fra compartimenti attigui.

Le classi di resistenza sono ridotte a sei (30, 60, 90, 120, 180, 240), con la eliminazione delle classi 15 e 45 e con l'aggiunta della classe 240 rispetto alla Circolare 91. La norma impedisce di tenere conto della possibilità di riduzione della temperatura dei gas a contatto con la superficie esposta al fuoco degli elementi strutturali di copertura nel caso siano presenti aperture quali lucernari, fori, evacuatori di fumo, zone di minimo spessore non strutturale destinate a forarsi in caso di incendio, eccetera.

Quest'ultimo aspetto rappresenta un limite della norma, oggi superato, anche se solo per casi determinati, dalla emanazione del D.M. 09/05/2007.

La metodologia di calcolo viene esposta nei dettagli, anche con esempi applicativi.

- ✓ **Verifica del criterio di capacità portante (R):** determinata la mappatura termica, si effettua la verifica allo stato limite ultimo dell'elemento per il tempo corrispondente alla classe richiesta, tenendo conto del degrado dei materiali. La norma fornisce anche indicazioni sulle azioni di progetto e sulle relative combinazioni da considerare per la verifica allo stato limite ultimo, ivi compresi i coefficienti " $\psi$ " di combinazione per l'azione variabile considerata come principale e per le azioni variabili considerate come secondarie.

Su questo punto, come vedremo, il D.M. 09/03/2007 introduce innovazioni, in specie per quanto riguarda il carico neve in copertura. La UNI 9502, sul punto, era in effetti penalizzante, specie per le classi di resistenza "R" elevate, imponendo uno  $\psi_1$  pari a 0,5 per qualsiasi altitudine.

- ✓ **Verifica del criterio di tenuta (E):** non conducibile per via analitica.

Vengono fornite regole pratiche di progettazione.

- ✓ **Verifica del criterio di isolamento termico (I):** si conduce per via analitica attraverso il calcolo della distribuzione delle temperature nell'elemento. Sono imposti due livelli insuperabili riferiti alla differenza di temperatura fra il tempo corrispondente alla classe considerata e il tempo zero, valutati sulla superficie non esposta al fuoco: un livello per la temperatura massima e un livello per la temperatura media valutata sulla superficie interessata. In via semplificata viene fornito un criterio pratico di progettazione su base tabellare per il soddisfacimento del criterio "I".

Da notare la prescrizione contenuta al punto 7.2.2 della norma, relativa agli elementi separanti per la realizzazione di compartimentazioni, là dove si precisa che, nel caso tali elementi inglobino materiali che alle alte temperature possano sviluppare gas e conseguenti pressioni ed esplosioni, occorre predisporre opportuni sfoghi in direzione della faccia esposta al fuoco.

Questo argomento è di interesse specifico per la prefabbricazione in calcestruzzo. Sulla problematica, spesso trascurata, si è espressa la Direzione Centrale per la prevenzione e la sicurezza tecnica del Dipartimento dei Vigili del Fuoco di Roma, presso il Ministero dell'Interno con nota prot. P567/4122 sott. 55, indirizzata alla Direzione Regionale VV.F. della Lombardia, che aveva richiesto un parere in tal senso.

Nella nota "si fa presente che il fenomeno ... consiste in una improvvisa e violenta combustione dei gas derivanti dalla sublimazione e successivo innesco del polistirene contenuto nel calcestruzzo, come alleggerimento di solai e come coibente di pareti, che produce un elevato innalzamento delle pressioni su elementi non progettati per sopportarle, determinandone lo scoppio". Si ha perdita prematura del requisito "E".

Richiamate le numerose prove di labo-



ratorio effettuate, la nota conclude che la mancata disposizione della prescrizione di cui all'art. 7.2.2. della norma UNI 9502/2001 "può rappresentare un significativo rischio per gli utenti".

Sull'argomento, spesso trascurato nella pratica corrente, si possono trovare approfondimenti, trattazione teorica e risultati di prove di laboratorio in una memoria tecnica pubblicata nel 2006 dalla Ruredil S.p.A. di Milano, Azienda aderente al Gruppo Inserti di ASSOBETON (le immagini sono tratte da tale memoria).

Nella memoria si rendiconta altresì una prova sperimentale condotta in collaborazione con la Sezione Solai a Doppia Lastra di ASSOBETON eseguita presso

il laboratorio autorizzato CSI di Bollate (MI) (esperienza pubblicata al convegno FIB Milano ottobre 2004 a firma dell'Ing. Andrea Franchi di Parma).

Per raggiungere gli scopi di cui alla prescrizione dell'art. 7.2.2. della UNI 9502, si ricorre spesso, sia pure nella poco diffusa pratica, a forature nelle solette inferiori delle lastre predalles e a tubicini di plastica colleganti i blocchi di polistirene con la superficie esterna nei pannelli prefabbricati in cemento armato.

Tali semplici metodi artigianali, ancorché poco diffusi, prevengono il problema dello scoppio ma presentano alcune controindicazioni: il foro può limitare la durabilità del manufatto, permettendo a fumi, umidità e sporcizia in genere di permeare nelle cavità, può determinare inoltre piccoli problemi estetici, e può arrivare anche, se mal posizionato nei pannelli tagliafuoco, a danneggiare prematuramente, in caso di incendio, la sigillatura REI interposta fra i pannelli stessi.

Per quanto sopra, al pari di quanto più volte osservato in merito agli inserti per la prefabbricazione, è di notevole aiuto per il Progettista la messa a disposizione di inserti specifici prodotti da Aziende specializzate, testati sperimentalmente, di facile utilizzo, certificati dal Produttore.

Allo scopo, auspicando il diffondersi ulteriore di prodotti industriali specifici, si segnala il dispositivo denominato "JET" della Ruredil S.p.A., messo a punto, brevettato e sperimentato dall'Azienda nella prova al forno sopra citata, atto a eliminare il fenomeno dello scoppio senza le controindicazioni sopra espresse.

Il dispositivo Ruredil JET è realizzato in materiale plastico con punto di fusione prefissato, ed è costituito da un corpo cilindrico di 25 mm di diametro e 1 mm di spessore, tagliato in sommità a 45° per facilitare l'inserimento nel blocco di alleggerimento. La sua estremità inferiore viene posta a diretto contatto con la cassaforma durante la fase produttiva del manufatto. Nella versione HS particolari alette consentono un appoggio stabile dello sfato

durante la posa del blocco di polistirene. La versione H, priva di ali, è progettata per poter essere inserita manualmente nel blocco di polistirene prima del getto. Un apposito disco assicura un corretto inserimento nel blocco di alleggerimento. In corrispondenza della sommità sono presenti 4 rostri triangolari che conferiscono allo sfiato la capacità di ancorare il blocco di polistirene al calcestruzzo.

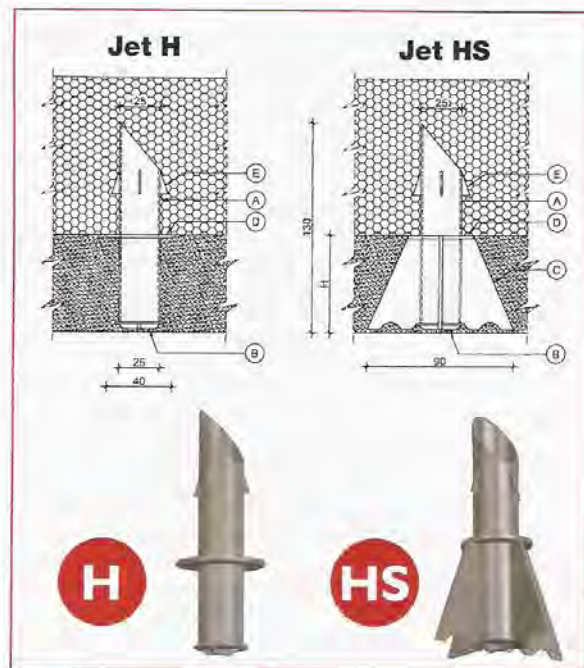
Non sono visibili fori all'esterno: il sottile velo di calcestruzzo e la valvola a punto di fusione prefissato permettono l'attivazione dello sfiato in caso di incendio. Come sempre, sono disponibili modelli differenziati, guide applicative, assistenza agli utenti.

A seguito della pubblicazione della norma UNI 9502, ASSO-BETON, ha reso disponibile una guida applicativa e interpretativa sulla norma stessa, a servizio degli Associati e dei progettisti, con la quale caratterizza le prescrizioni della norma al settore specifico della prefabbricazione fornendo per di più ulteriori suggerimenti e indicazioni progettuali.

Si segnalano quelle relative alle compartimentazioni, agli inserti metallici, e indicazioni sulle sigillature intumescenti delle pareti tagliafuoco composte da pannelli prefabbricati (quindi discontinue).

Nonostante la pubblicazione della norma UNI 9502, è rimasto negli anni assai diffuso il ricorso alla Circolare 91/61, giustificato da motivi di opportunità ma anche dal fatto che la seconda aveva carattere di ufficialità almeno pari alla prima.

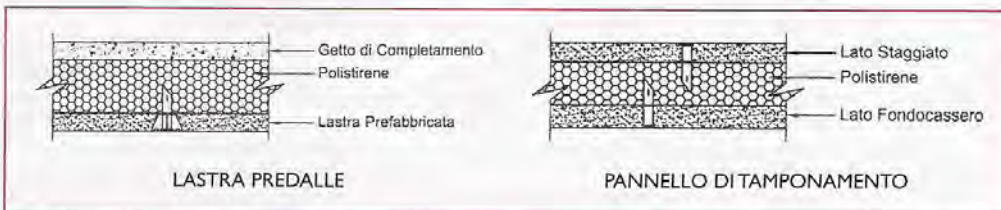
Basti pensare che solo con D.M. dei Ministeri dell'Interno e della Funzione Pubbli-



ca del 4 maggio 1998 il metodo analitico viene ammesso, per la prima volta, per il calcolo della resistenza al fuoco.

Questa situazione di carenza legislativa, e di confusione comportamentale, ha finalmente ricevuto una parziale regolamentazione con l'emanazione del D.M. 16/02/2007.

Nel frattempo, in un quadro di positiva evoluzione regolamentare, in data 31/01/2001, il Ministero degli Interni inviava Circolare ai comandi provinciali dei V.V.F. accompagnando sette modelli di certificazione e dichiarazione da allegare



alla domanda di rilascio del Certificato di Prevenzione Incendi:

- ✓ Mod. CERT. REI (resistenza al fuoco degli elementi costruttivi portanti e separanti);
- ✓ Mod. DICH. CORRISP. (dichiarazione di corrispondenza in opera di elementi costruttivi portanti e separanti);
- ✓ Mod. DICH. RIV. PROT. (dichiarazione di corretta posa in opera dei rivestimenti protettivi);
- ✓ Mod. REL. REI (relazione valutativa di resistenza al fuoco degli elementi costruttivi portanti e separanti);
- ✓ Mod. DICH. POSA IN OPERA (dichiarazione di corretta posa in opera dei materiali classificati e delle porte);
- ✓ Mod. DICH. IMP. (dichiarazione di corretta installazione di impianti non ricadenti nel campo della L 46/1990);
- ✓ Mod. CERT. IMP. (certificazione di impianto antincendio o protezione fulmini non ricadente nel campo della Legge 46/1990).

Questi modelli, successivamente revisionati fino all'ultima versione 2004, sono stati totalmente superati da una revisione più radicale emanata con Circolare VV.F. del 24 aprile 2008, di cui si dirà in conclusione.

Va però subito sottolineato il quadro di responsabilità che emerge, perché sostanzialmente sempre valido.

Il progettista della resistenza al fuoco degli elementi costruttivi portanti e/o separanti (iscritto negli elenchi del M.I. ai sensi della Legge 818/84) certifica la resistenza al fuoco (R/RE/REI) sulla base di tre possibili alternative:

- ✓ valutazione di tipo sperimentale;
- ✓ valutazione di tipo tabellare;
- ✓ valutazione di tipo analitico.

L'eventuale prova sperimentale assunta per la certificazione è utilizzabile solo se riproduce esattamente l'elemento in opera per geometria, dimensioni, composizione dei materiali, condizioni di incendio, condizioni di vincolo, di posa e di situazione di carico.

La certificazione e i relativi allegati richiesti

deve essere prodotta al locale Comando dei Vigili del Fuoco ai fini del rilascio del certificato di prevenzione incendi.

La certificazione su base sperimentale di materiali e/o prototipi comporta una dichiarazione di conformità dell'impresa installatrice alla prova sperimentale stessa.

Se la certificazione è basata sull'applicazione di rivestimenti protettivi, questa comporta, oltre alla certificazione dei materiali, una dichiarazione di corretta posa in opera da parte dell'impresa installatrice.

La certificazione su base analitica comporta la elaborazione di apposita relazione di calcolo che riporti le ipotesi di base adottate per il calcolo e ogni altro dato necessario per la eventuale riproducibilità della verifica analitica.

Il professionista responsabile della posa in opera della resistenza al fuoco degli elementi costruttivi portanti e/o separanti (iscritto negli elenchi del M.I. ai sensi della Legge 818/84) certifica la corrispondenza tra gli elementi costruttivi certificati con quelli posti in opera, dichiarando di aver visionato la certificazione di resistenza al fuoco, la eventuale relazione valutativa analitica, l'eventuale dichiarazione di corretta posa in opera dei rivestimenti protettivi, di aver riscontrato la conformità con quanto realizzato con esplicito riferimento al numero e posizione degli elementi, alla loro geometria, ai materiali, alla loro disposizione, alle condizioni di incendio, alle condizioni di carico e di vincolo, alle caratteristiche e modalità della posa di eventuali protettivi.

#### **D.M. 16/02/2007, "CLASSIFICAZIONE DI RESISTENZA AL FUOCO DI PRODOTTI ED ELEMENTI COSTRUTTIVI DI OPERE DA COSTRUZIONE"**

Il decreto, emanato dal Ministero degli Interni nell'ambito del recepimento delle norme della Commissione Europea relative alla marcatura CE sui prodotti da costruzione, riordina la materia allo scopo di recepire il sistema europeo di classificazione di resistenza al fuoco dei prodotti e



Foto: Edilmatic

previste opportune armature locali di rinforzo, tali da distribuire localmente il carico ed evitare rotture nel calcestruzzo.

#### ...FISSARE

Funzione principale degli inserti per il fissaggio è quella di consentire la realizzazione di una serie di nodi di collegamento tra elementi prefabbricati che, essendo realizzati separatamente, devono essere assemblati a formare l'insieme finito della

costruzione con giunzioni efficaci, durevoli, nel più breve tempo possibile e in tutta sicurezza. A queste esigenze il settore ha dato risposta ormai da diversi decenni con una vasta serie di sistemi di fissaggio realizzati industrialmente, che si affiancano quale alternativa ai più tradizionali sistemi di collegamento con tasselli di varia natura. Quale che sia la tipologia degli inserti utilizzati per il fissaggio e il collegamento, questi devono offrire le massime garanzie in relazione a una serie di specifici aspetti, tra cui assumono particolare rilievo la possibilità di regolazione, possibilmente nei tre assi, la capacità di trasmissione del carico, la velocità nel montaggio, la

durabilità nel tempo e la completezza degli accessori. La già citata norma CNR 10025/98 propone una definizione di tali sistemi di fissaggio come basati su tre elementi fondamentali: profilo incavo, connettore e infisso. Il primo costituisce l'inserto vero e proprio, da annegare nel getto e destinato a costituire permanentemente parte integrante dell'elemento prefabbricato: è realizzato in numerose tipologie, che si differenziano per geometria (rettangolare, trapezoidale, ecc.), dimensioni, tecnologia produttiva (profilato a freddo o laminato a caldo), e sistema di ancoraggio al calcestruzzo (piedini saldati o punzonati, staffe ripiegate a coda di rondine, linguette, spirali). Per la scelta di tali profili, determinanti risultano fattori quali il valore, la direzione, l'interasse e la tipologia del carico di esercizio; da tenere in debita considerazione sono inoltre sia l'interasse che la distanza dei profili dal bordo dell'elemento, così come lo spessore e la classe di resistenza del calcestruzzo. Quanto al loro utilizzo, tali componenti vengono generalmente collocati all'interno di elementi prefabbricati quali pilastri, pannelli, travi, tegoli di copertura in corrispondenza di prestabiliti punti di collegamento reciproci in fase di montaggio; la lunghezza del profilo è funzione della tolleranza richiesta al collegamento, e può variare da alcuni centimetri fino a diversi metri. Onde evitare intrusioni di calcestruzzo all'interno del profilo in fase di getto, questo viene generalmente riempito con appositi materiali quali schiume o polistirolo o altro, che vengono quindi asportati all'atto della messa in opera. Nella sua forma più tipica, il connettore è invece una vite, di diametro, lunghezza e classe di resistenza variabili, munita di testa sagomata sul profilo in cui si deve inserire in modo da garantire sotto carico una corretta trasmissione degli sforzi al profilo stesso. Il nodo di collegamento deve naturalmente essere calcolato in funzione della capacità portante dell'elemento, profilo o connettore, più debole. Sul mercato sono disponibili anche tipologie di connettori a piastre, anch'esse a testa sagomata e spesso munite di asola e dentatura antiscivolo, che si inseriscono nel profilo e sono frequentemente utilizzati per il fissaggio dei pannelli. L'infisso, infine, è il componente che per mezzo del connettore viene fissato al profilo e, quindi, all'elemento prefabbricato: ad esempio piastre angolari, mensole, tiranti e, più in generale, qualsiasi altro accessorio avente la funzione di collegare tra loro due elementi prefabbricati o di fissare elementi di completamento dell'edificio come facciate, serramenti, elementi di copertura.



Foto: Ruredil

## PRODOTTI &amp; TECNOLOGIE/INSERTI

**...E ARMARE**

Una opportuna continuità delle barre di armatura degli elementi rappresenta un fattore di fondamentale rilievo in relazione a molteplici esigenze. In primo luogo di natura statica, onde garantire una precisa ed efficace trasmissione degli sforzi; in secondo luogo, per motivi di sicurezza, onde evitare la presenza potenzialmente pericolosa di ferri di richiamo sporgenti dal getto; in terzo luogo, infine, per questioni di carattere operativo e di tempistica, legate soprattutto alla possibilità di effettuare riprese di getto senza necessità di dover forare i casseri che, conseguentemente, risultano notevolmente semplificati. La classificazione tipologica dei sistemi di continuità delle armature comprende le due famiglie dei collegamenti filettati maschio-femmina e delle cassette di ripresa di getto. I primi prevedono la predisposizione nel getto di ferri muniti di una parte terminale filettata a boccola, ottenibile sia mediante piombatura di una boccola sulla estremità del tondo, sia forgiando la parte terminale del tondo e filettandolo, e sono in genere muniti di una flangia che ne consente il fissaggio al cassero; la ripresa di getto avviene, una volta rimosso il cassero, avvitando nella boccola il tondo filettato maschio. Le cassette per riprese di getto contengono invece già al loro interno i ferri di ripresa, annegate all'interno del getto, una volta tolto il cassero, vengono scoperte per consentire il ripiegamento verso l'esterno dei ferri e riprendere quindi il getto. Entrambi i sistemi vanno ovviamente dimensionati in funzione del carico da trasmettere, e possono presentare diametro e interasse dei ferri variabili a seconda dell'applicazione.

**PER LE SICUREZZE**

Non diversamente da qualsiasi altra operazione di cantiere, anche il montaggio di sistemi prefabbricati presenta specifiche problematiche sotto il profilo della sicurezza.

D'altro canto, l'impossibilità di utilizzare in questo ambito i comuni sistemi di protezione normalmente impiegati nell'edilizia tradizionale ha imposto la necessità di sviluppare soluzioni alternative, individuate nella predisposizione all'interno degli elementi di appositi inserti progettati in funzione di tale scopo. La norma UNI EN 795/98, oltre a definire con precisione i requisiti ed i metodi di prova cui tali sistemi devono rispondere per ottenere il marchio CE, stabilisce una specifica terminologia per la definizione degli elementi dei sistemi stessi che, per una linea anticaduta, sono costituiti da un ancoraggio strutturale di estremità, un ancoraggio strutturale intermedio e una linea di ancoraggio. Il



Foto: Ruredil

primo è posto in testa e in coda alla linea anticaduta; nella prefabbricazione è uso comune scomporre questo ancoraggio in due parti, un elemento a perdere, ovvero una boccola o un altro inserto, da annegare nel calcestruzzo in fase di getto che costituisce la sede per l'ancoraggio mobile, e un elemento recuperabile, costituito da un'asta o altro sostegno verticale che si accoppia all'elemento a perdere. L'ancoraggio strutturale intermedio presenta la medesima conformazione ma è privo di controventatura, presente invece sugli ancoraggi di estremità con funzione di contrasto dei carichi. Tali dispositivi rispondono allo scopo di contenere, sotto carico, l'angolo di caduta della linea entro limiti tali da non superare il dislivello tra il piano di lavoro in quota e il terreno. La linea di ancoraggio, infine, è una linea flessibile, costituita in genere da un cavo in acciaio collegato agli ancoraggi strutturali, dove l'operatore può agganciare i dispositivi di protezione individuale; questa deve essere installata a terra, prima della movimentazione del manufatto, e tesa secondo le istruzioni del fornitore.

**PER PANNELLI SANDWICH...**

Nei pannelli a taglio termico, in cui uno strato di materiale isolante separa totalmente lo strato portante e lo strato portato in calcestruzzo, il collegamento fra questi ultimi deve essere realizzato in modo tale da consentire i movimenti determinati dalle variazioni termiche evitando deformazioni nel pannello. Le soluzioni a questo scopo utilizzate devono quindi garantire il collegamento strutturale dei due strati assicurandone parallelamente la reciproca libertà di movimento, ridurre al minimo i ponti termici, una adeguata durabilità e resistenza alle sollecitazioni torsionali durante il trasporto e il montaggio del pannello. Per soddisfare tali requisiti,

REPERTORIO/INSERTI

**EDILMATIC**

Il sistema di ritenuta con Scatola ST è la soluzione ideale per ritenere e vincolare manufatti prefabbricati alle strutture in calcestruzzo. Il sistema si compone della Scatola ST2 da posizionare nell'elemento in ritenuta, da spezzoni di profilo da predisporre nell'elemento ancorante, da bulloni, dadi, rondelle e contropiastre per il consolidamento ed il fissaggio dei due elementi. Grazie alla zigrinatura posta sul dorso delle scatole è possibile la realizzazione di nodi in presenza di sollecitazioni con componenti laterali. La portata utile del sistema è data dal tipo di profilo utilizzato. La portata nominale di 20kN (2 t) si riferisce all'utilizzo del Profilo tipo "M" e/o per applicazioni senza profili incavi.

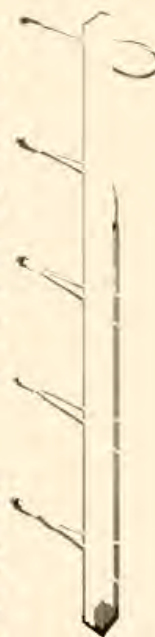


**EDILMATIC**

The retention system with Scatola ST is the ideal solution to retain and constrain precast products onto the concrete structures. The system consists of the Scatola ST2 which must be positioned into the retaining element, section pieces which must be put into the anchoring element, bolts, nuts, washers and back-plates for the reinforcement and fixing of both elements. Thanks to the knurling of the back of the boxes, it is possible to make knots in case of stresses with side components. The capacity of this system is due to the type of section used. The nominal capacity of 20 KN (2 T) refers to the use of the "M" type Section and/or to applications free from holed sections. applicazioni senza profili incavi.

**HALFEN DEHA**

Halfen HLB è un nuovo prodotto per la realizzazione di riprese di getto che si affianca ai ben noti sistemi di ripresa con cassette metalliche e barre ad aderenza migliorata ripiegate, e permette di realizzare connessioni in modo più rapido e veloce dal momento che, alla rimozione del coperchio metallico, i capi automaticamente raddrizzano nella posizione prevista. Tutti i componenti sono protetti dalla corrosione: le lamiere del cassero a perdere sono in lamiera sendzimir, le funi sono zincate e tutto è accuratamente controllato per garantire sia una semplice installazione che un rapido assemblaggio in fase di montaggio.



**HALFEN DEHA**

Halfen HLB is a new product to make casts, besides the famous casting systems with metallic boxes and bond improved adhesive-force rods. It enables to make joints in a short time because of when the metallic cap is removed, the loops straighten automatically in the position expected. All the components are resistant to corrosion: the sheets of the disposable formwork, which are made in sendzimir plates and the galvanized cables, while everything is tested to guarantee both ease in installation and fastness in assembly during mounting.



**GL LOCATELLI**

Connessione Trave-Pilastro è un sistema di connessione a secco per il trasferimento del momento flettente dalla trave al pilastro. Il sistema si compone di un inserto a pilastro personalizzato sulla forma della trave e costituito da una dima di posizionamento boccole. Un inserto da trave che trasferisce la compressione o la trazione attraverso piastre di distribuzione. Ed infine il collegamento

meccanico attraverso un tirante filettato con teste opportunamente sagomate per agevolare l'operazione del serraggio. Le forze di taglio sono delegate all'azione delle mensola in calcestruzzo che resta una valida soluzione per l'appoggio. La connessione assolve anche al compito di anticaduta della trave stessa.



**GL LOCATELLI**

The Girder-Pillar joint is a dry joining system for the transfer of the bending moment from the girder to the pillar. The system consists of a pillar insert personalized in line with the girder shape and made in a template of bush positioning. A girder insert, which transfers the compression or the tensile strength through distribution plates. And finally, the mechanical joint by means of a threaded bolt loop with appropriately shaped heads to make easier the clamping works. The shear stresses are linked to the action of the concrete bracket which is still a good solution for laying. Plus, the joint acts as anti-drop support of the girder.

**RUREDIL**

Konnektor® è il sistema brevettato Ruredil sul mercato dal 1997, che utilizza dispositivi di connessione tra due strati in calcestruzzo liberamente dilatabili per realizzare pannelli a taglio termico. Dispositivi di collegamento, sostegni e connettori, sono stati progettati per consentire la realizzazione di pannelli senza limite di dimensione. I pannelli realizzati con Konnektor non sono soggetti alle deformazioni e alle fessurazioni tipiche di pannelli con elementi strutturali passanti. Il sistema, pratico e facile da utilizzare (connettori e sostegni si installano direttamente durante le fasi di produzione del pannello), consente di risparmiare su i costi della mano d'opera e sui materiali isolanti, eliminando i ponti termici e le condense interne. Un software di calcolo gratuito, denominato PAK, permette inoltre di verificare la trasmittanza e di calcolare le connessioni necessarie.



**RUREDIL**

Konnektor® is the system patented by Ruredil - on the market since 1997 - and uses joints between two concrete layers, which can freely dilate, to make thermal cut panels. Joining systems and supports and connectors have been designed to enable to make panels of any sizes. The panels made by means of Konnektor are not subject to deformations and cracks, which are usual in panels with passing-through structural elements. The system, practical and easy to use (joints and supports are installed directly during the panel production phases), enables to save the costs of labour and of insulating materials, as it eliminates thermal bridges and internal condensations. Finally, free calculation software, called PAK, enables to test the transmittance and to calculate the necessary joints.

**Macchine e impianti di convogliamento**

Rotix DSF 100 Impianto di convogliamento viene utilizzato per il trasporto dei premiscelati dal silo a pressione alla Rotix Macchina Intonacatrice RS, in un flusso di materiale uniforme e continuo anche in casi di portata elevata. I silos di cantiere Rotix sono disponibili a pressione oppure a caduta, con o senza impianto di convogliamento. Gli impianti di convogliamento Rotix sono compatibili con le macchine intonacatrici Rotix ed attualmente in commercio. Rotix offre una vasta gamma di prodotti che sono lavorabili con macchina intonacatrici: il premiscelato viene pompato e secco dal silo verso l'intonacatrice, poi l'acqua viene aggiunta automaticamente e, creando una pressione nel cosiddetto "palmone", l'impasto viene spruzzato sul muro. Le macchine intonacatrici lavorano sia il prodotto consegnato sfuso dal silo che il prodotto fornito in sacco. I requisiti fondamentali affinché il prodotto possa essere lavorato a macchina sono la granulometria inferiore a 4mm e il tempo di presa che deve essere superiore ai 30 minuti (Rotix).



**L'organizzazione**

Per una corretta organizzazione del cantiere è indispensabile anzitutto una attenta progettazione dell'area da destinare a cantiere che dovrà rispondere ad alcuni requisiti fondamentali. Si dovrà tenere conto della organizzazione degli spazi per evitare che le lavorazioni svolte interferiscano fra di loro; della viabilità interna, che dovrà essere segnalata e differenziata per uomini e macchine;

delle zone pericolose, protette e segnalate. Adeguato spazio dovrà essere riservato allo stoccaggio dei materiali e semilavorati che dovranno essere riposti, preferibilmente al coperto e in modo ordinato, per evitare che possibili danni prima della messa in opera compromettano la qualità del lavoro finito. Tra i provvedimenti ritenuti necessari per eliminare o ridurre al minimo i rischi e garantire l'incolumità dei

lavoratori, il decreto legislativo 9 aprile 2008 n.81 dispone che vengano indicate le procedure, ciò che siano stabilite le modalità e le sequenze per eseguire un determinato lavoro od operazione, in riferimento all'area di cantiere, all'organizzazione di cantiere ed alle lavorazioni che presentano rischi aggiuntivi rispetto a quelli specifici dell'attività delle imprese o dei lavoratori autonomi.

**Il cantiere di recupero**

Il cantiere di recupero, per alcune sue caratteristiche ricorrenti, deve essere oggetto di particolare attenzione da parte del coordinatore per la progettazione. Nei cantieri di nuova costruzione, spesso ubicati in aree periferiche, la scarsa influenza limitativa dei vincoli esterni, favorisce sicuramente le lavorazioni, la creazione di facili vie d'accesso, di idonei spazi per la movimentazione dei mezzi di lavoro anche di notevoli dimensioni. Sono invece più difficilmente rispettabili le stesse prescrizioni nei cantieri di recupero, restauro e manutenzione, dove la limitatezza dello spazio a disposizione, la loro localizzazione e quindi difficile raggiungibilità da parte di mezzi e materiali e la particolare conformità del sito (spesso si interviene su edifici collocati in un tessuto urbano molto denso) richiedono alcune considerazioni specifiche. Un sopralluogo e una attenta valutazione del sito, oltre che ad una ricerca di quanto offre il mercato in merito ad attrezzature dedicate, sono elementi preliminari a quella che deve poi configurarsi come una vera e propria attività di progettazione (analisi, valutazione, scelta). Sempre considerando che tra l'altro l'installazione del cantiere di recupero deve essere spesso effettuata prima dell'inizio dei lavori veri e propri per permettere lo svolgimento delle necessarie operazioni diagnostiche conoscitive. Una cantiere, quindi, che si caratterizza nel suo divenire prima ancora come supporto alla progettazione dell'intervento e poi alla realizzazione vera e propria.

*Progetto&Pubblico Febbi*

**Sicurezza**

Rurefast è il sistema sviluppato e brevettato da Ruresti in ottemperanza alla norma UNI EN 795:02. Rurefast è costituito da semplici, efficaci e pratici inserti in plastica da annegare nel getto, che costituiscono il supporto della linea salvasita da installare al momento del montaggio della struttura, facilmente e in massima sicurezza. In Rurefast 3 l'ultima evoluzione del sistema, negli elementi riempibili vengono utilizzati i nastri terminali e il pontone. Per quanto riguarda la linea orizzontale, la pesante lince in acciaio viene sostituita con una speciale corda sintetica che pesa soltanto 40 g/m. La tensione della lince non necessita del tenditore né dell'avvolgitore; infatti è sufficiente una pretesione di 50 kg, realizzabile con la semplice forza di un braccio. Il sistema Rurefast ha ottenuto il marchio nel 1996 e successivamente è stato integrato con altri accessori migliorativi (Rurefast 2), certificato nel 1999. Con Rurefast3, certificato nel mese di luglio 2008, il sistema è diventato più semplice e pratico grazie alla lince sintetica e al pontone (Ruresti).



**Ponteggi**



Il nuovo ponteggio a tela SE è progettato secondo la Norma Europea EN12810 per operare con la massima sicurezza. Il parapetto di sicurezza si monta dal piano inferiore già protetto, il telaio parapetto è inoltre dotato di due diverse spine di collegamento: una più lunga e torica di innesto e l'altra più corta di blocco. Tutte o due rivolte verso il basso per un montaggio pratico, veloce e facile. La distanza ridotta tra piano di calpestio e sommità del mantante, riduce lo sforzo necessario al sollevamento del telaio da montare e lo spirito di collegamento al rivestito ne facilita l'innesto. La sicurezza per il personale addetto al montaggio e smontaggio è garantita senza ausilio di cordoni o imbracciatori ed è progettato per un carico fino a 300 daN/m<sup>2</sup> con interesse tra i telai di 180x105 cm. (Pibaco).

# Ruredil

Prodotti e tecnologie speciali  
per l'edilizia moderna



**RUREDIL s.p.a.**

**Indirizzo** Via Buozzi, 1  
20097 S. Donato Milanese (Milano)

**Tel.** 02.5276041

**Fax** 02.5272185

**e-mail** info@ruredil.it

**web** www.ruredil.it

## FISSAGGIO DEI PANNELLI PREFABBRICATI ALLE STRUTTURE IN ZONA SISMICA

In caso di sisma, le nuove normative europee prevedono non solo una verifica che l'edificio non crolli ma anche che non subisca danni. Il criterio per valutare l'assenza di danni è quello di calcolare le deformazioni e gli spostamenti dell'edificio, per verificare che siano compatibili con i sistemi di fissaggio delle finiture, delle sovrastrutture e dei completamenti. I pannelli prefabbricati, sia orizzontali che verticali, sono fissati alla base alle fondazioni o tramite mensole e in sommità alla struttura. In caso di sisma, la struttura è soggetta a spostamenti molto elevati, che possono arrivare a 15-20 cm mentre il pannello, montato uno accanto all'altro, crea un muro che non può assolutamente seguire la struttura nei suoi spostamenti. FISIS di Ruredil è un collegamento meccanico tra trave e pannello (pannello verticale) e tra pilastro e pannello (pannello orizzontale) che garantisce la tenuta del pannello per un'azione sismica perpendicolare alla superficie del pannello, mentre per un'azione sismica parallela alla superficie del pannello questo può rimanere fermo mentre la struttura si sposta fino a  $\pm 20$  cm. FISIS e il sistema a mensola Girella/Tirella sono complementari nei pannelli orizzontali e rispondono ai requisiti dei fissaggi per pannelli in zona sismica. Il prodotto sarà disponibile a partire da settembre 2009.

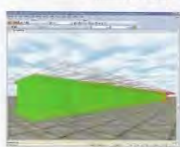
Per maggiori informazioni scrivere a info@ruredil.it, alla c.a. Divisione Prefabbricato.

8 - industrie manufatti cementizi

66 Speciale

### Dalle aziende

#### HARPACEAS



**HARPACEAS s.r.l.**  
Indirizzo Via Rivoli, 1  
20143 Milano  
Tel. 02.8911741  
Fax 02.8911740  
e-mail info@harpocas.it  
web www.harpocas.it

#### MIDAS GEN

Software per analisi strutturali in zona sismica

L'intera gamma di prodotti MIDAS ha colto la sfida della NTC2008 sia con MIDASGen dedicato alle strutture in genere sia a particolare agli edifici, che con MIDASGen software di calcolo dedicato all'analisi dinamica. Ispirato al software di calcolo MIDASGen, il software MIDASGen per il calcolo non lineare, 750 calcoli analitici di MIDASGen fanno sì che il software MIDASGen sia in grado di analizzare strutture in grado di subire grandi spostamenti. Con l'introduzione di numerosi Stati Limite di esercizio (vedi NTC2008 art. 7.2) e verifiche di stabilità, MIDASGen fornisce oltre che valutazioni delle prestazioni e la verifica di strutture portanti nei nodi e nei muri di contenimento, sulla base del comportamento non rigido. Il software MIDASGen, versione 7.0, della NTC2008, MIDASGen permette di valutare tutte le caratteristiche "dinamiche" della struttura rispetto al Paragrafo 7.3.1 di valutare elementi strutturali "accoppiati" di strutture eologie e fattori di struttura (Pp 7.4.5), di dimensionare correttamente gli Stati Limite in azioni o calcolato di base, quindi, dopo la scelta concordata, l'adeguato numero di Componenti per Resistere e il numero di durata di cui al Paragrafo 7.4.4.

#### Ruredil

Prodotti e tecnologie speciali  
per l'edilizia moderna



**RUREDIL s.p.a.**  
Indirizzo Via Buozzi, 1  
20097 S. Donato Milanese (Milano)  
Tel. 02.5276041  
Fax 02.5272185  
e-mail info@ruredil.it  
web www.ruredil.it

#### FISSAGGIO DEI PANNELLI PREFABBRICATI ALLE STRUTTURE IN ZONA SISMICA

In caso di sisma, le nuove normative europee prevedono non solo una verifica che l'edificio non crolli ma anche che non subisca danni. Il criterio per valutare l'assenza di danni è quello di calcolare le deformazioni e gli spostamenti dell'edificio, per verificare che siano compatibili con i sistemi di fissaggio delle finiture, delle sovrastrutture e dei completamenti. I pannelli prefabbricati, sia orizzontali che verticali, sono fissati alla base alle fondazioni o tramite mensole e in sommità alla struttura. In caso di sisma, la struttura è soggetta a spostamenti molto elevati, che possono arrivare a 15-20 cm mentre il pannello, montato uno accanto all'altro, crea un muro che non può assolutamente seguire la struttura nei suoi spostamenti. FISIS di Ruredil è un collegamento meccanico tra trave e pannello (pannello verticale) e tra pilastro e pannello (pannello orizzontale) che garantisce la tenuta del pannello per un'azione sismica perpendicolare alla superficie del pannello, mentre per un'azione sismica parallela alla superficie del pannello questo può rimanere fermo mentre la struttura si sposta fino a  $\pm 20$  cm. FISIS e il sistema a mensola Girella/Tirella sono complementari nei pannelli orizzontali e rispondono ai requisiti dei fissaggi per pannelli in zona sismica. Il prodotto sarà disponibile a partire da settembre 2009.

Per maggiori informazioni scrivere a info@ruredil.it, alla c.a. Divisione Prefabbricato.

8 - industrie manufatti cementizi

# Fissaggio dei pannelli prefabbricati alle strutture in zona sismica

di Alberto Dal Lago e Roberto Ragozzini

Si sente l'esigenza di rivedere gli attuali criteri di fissaggio dei pannelli alla struttura prefabbricata in zone sismiche. Il tema, oltre ad essere tragicamente attuale, presenta delle problematiche collegate ai nuovi codici di calcolo sismico (nazionale ed europeo) che prevedono una assenza di danni quando le strutture subiscono degli spostamenti sotto sisma che, calcolati agli stati limiti, sono di rilevante entità.

## AZIONI SUI PANNELLI Il vento

Si assume un'azione caratteristica del vento, espressa come pressione sul pannello, pari a  $1,20 \text{ kN/m}^2$  (pressione molto elevata). La pressione allo stato limite vale  $1,2 \cdot 1,5 = 1,8 \text{ kN/m}^2$ .

Tale pressione si traduce in un'azione che vale, sommando pressione esterna con depressione interna:  $1,8 \cdot (0,8 + 0,2) = 2,34 \text{ kN/m}^2$ .

## Il sisma

I pannelli industriali, qualunque sia il loro

spessore totale, pesano in genere non più di  $3,40 \text{ kN/m}^2$ . Si applica il codice di calcolo europeo EC8 e si considera che il pannello sia un elemento non strutturale. L'azione sismica vale quindi:

$$F_a = S_a \cdot p \cdot \gamma_a / q_a$$

dove  $\gamma_a = 1$ ,  $q_a = 2$  (per pareti).

$$S_a = \alpha \cdot S \cdot \left[ \frac{3 \left(1 + \frac{z}{h}\right)}{1 + \left(1 - \frac{T_A}{T_1}\right)} - 0,5 \right]$$

$\alpha$  = rapporto tra  $\alpha_a$   $\alpha_g$  con valore massimo 0,35

$S$  = fattore di suolo = 1,35

$z/h$  = massimo valore 1

$T_A$  = periodo vibrazione del pannello

$T_1$  = periodo vibrazione della struttura

Per semplificare si assume  $T_A / T_1 = 1$

$$S = \alpha \cdot 1,35 \cdot \left[ \frac{3 \cdot 2}{1} - 0,5 \right] = 7,425 \cdot \alpha$$

$$F_a = \frac{7,425}{2} \cdot \alpha \cdot p$$

zona 1 =  $3,7125 \cdot 0,35 \cdot 3,4 = 4,418 \text{ kN/m}^2$   
 zona 2 =  $3,7125 \cdot 0,25 \cdot 3,4 = 3,156 \text{ kN/m}^2$   
 zona 3 =  $3,7125 \cdot 0,15 \cdot 3,4 = 1,893 \text{ kN/m}^2$   
 zona 4 =  $3,7125 \cdot 0,05 \cdot 3,4 = 0,631 \text{ kN/m}^2$

Il confronto con il vento ( $V_a = 2,34 \text{ kN/m}^2$ ) ci porta alla conclusione che il sisma è più gravoso del vento per la zona 1 e 2, anche se è bene subito chiarire che l'azione  $F_a$  è un'azione orizzontale che va applicata al pannello a  $360^\circ$ , mentre il vento esercita una pressione sul pannello in direzione perpendicolare alla sua superficie, e la depressione ha valori decisamente inferiori. Occorre anche precisare che nell'EC8 non è richiesta una verifica sismica per azioni verticali.

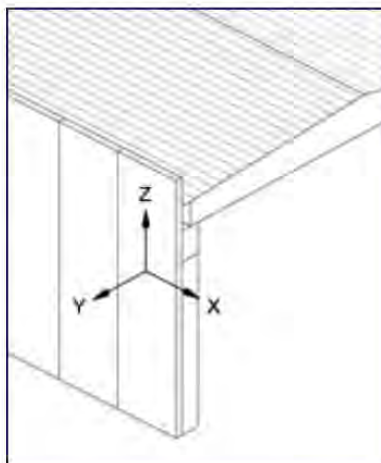
Per quanto riguarda anche l'armatura e i collegamenti dei pannelli al telaio, l'azione sismica, contrariamente al vento, agisce con la stessa intensità su entrambe le superfici, sia esterna che interna, e questo comporta sicuramente un'armatura simmetrica che per il vento non era necessaria e un fissaggio meccanico che blocchi il pannello sotto la spinta sismica che tende a staccarlo dalla struttura, con una forza decisamente maggiore di quella dovuta alla depressione.

Il pannello, sia che sia a taglio termico o semplicemente alleggerito, non ha alcuna difficoltà ad essere progettato per resistere direttamente alle azioni sismiche e occorre analizzare il comportamento delle sue masse in relazione a quelle della struttura.

Per questo, occorre operare una distinzione tra i pannelli verticali, che appoggiano direttamente a terra sulla fondazione e i pannelli orizzontali, che si fissano ai pilastri.

#### COMPORTEMENTO SISMICO DEI PANNELLI VERTICALI

Gli effetti sismici per un'azione che è nella stessa direzione del vento cioè nella direzione  $y$ , sono già stati analizzati.



I bloccaggi alle fondazioni e i fissaggi sulla gronda e sulla trave di banchina devono essere dimensionati per la stessa forza nelle 2 direzioni di spinta.

Sono quindi da evitare quegli attacchi che tengono il pannello contro la struttura per preferire quegli attacchi che trattengono il pannello senza farlo aderire alla struttura, attacchi che per il vento sono dimensionati sulla pressione esterna, e che per il sisma dovranno essere verificati anche per la direzione di spinta verso l'esterno.

Naturalmente, le masse dei pannelli agiscono a livello del fissaggio sulla struttura, e per il sisma in direzione  $y$  il pannello non oppone al movimento della struttura alcuna rigidità.

Con un pannello di 12 m, largo 3,00 m, i sistemi di fissaggio superiore (per esempio 2 su ogni pannello) sono sollecitati da una forza allo stato limite che vale, al massimo:

$$\text{in zona 1: } \frac{4,418 \cdot 3,6}{2} = 39,76 \text{ kN} \sim 40 \text{ kN}$$

$$\text{in zona 2: } \frac{3,156 \cdot 0,25}{0,35} = 28,40 \text{ kN} \sim 30 \text{ kN}$$

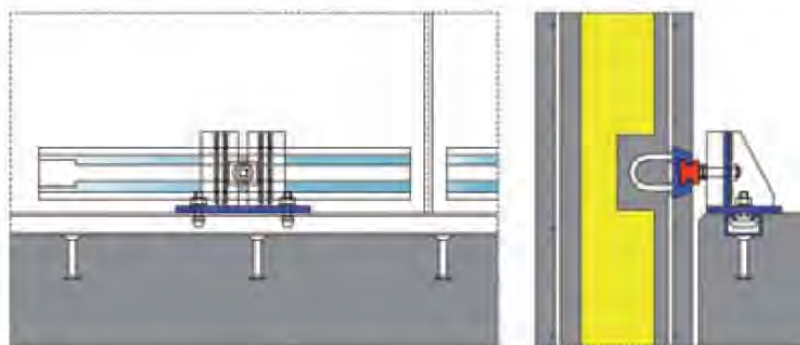
La precisazione delle diverse azioni per

le 2 zone viene fatta perchè uno standard operativo che tenga in conto la sola zona I sarebbe molto dispendioso, visto che la zona I è relegata a zone specifiche di ridotta estensione, mentre la zona II è sicuramente molto più estesa.

Prendendo quindi il dimensionamento per la zona II, possiamo anche essere garantiti per il vento, la cui massima azione è sicuramente inferiore e, nello stesso tempo, per la zona I, potremo mettere, invece di 2 attacchi su 3 m, 3 attacchi.

normative sismiche. L'attacco che consente di vincolare i pannelli alla struttura per la direzione y, e di consentire uno spostamento della struttura in direzione x di  $\pm 20$  cm, si può individuare in un ritegno che scorre dentro una guida, in modo che i pannelli durante il sisma stiano fermi, mentre le struttura si sposta di  $\pm 20$  cm.

Nel disegno è riportato un sistema di fissaggio del pannello che consente questo movimento.



Ben diversa è la valutazione delle rigidità che offre una parete di pannelli prefabbricati verticali per il sisma in direzione x.

Infatti, soprattutto per il blocco anche dovuto al solo attrito che le fondazioni offrono al pannello in direzione x, si può considerare che la parete, nonostante il gioco dei giunti, sia molto rigida e non abbia alcuna possibilità di seguire le deformazioni della struttura a cui i pannelli sono vincolati.

In definitiva, occorre che la struttura prefabbricata possa muoversi, senza trovare resistenza nei pannelli, le cui masse per il sisma in direzione x non vanno tenute in conto.

Gli spostamenti possibili possono essere valutati nell'ordine di  $15\pm 20$  cm cioè con escursioni calcolate allo stato limite e già contenute per rispettare la necessaria verifica di danno, imposta dalle nuove

Naturalmente, alla base, i pannelli devono essere trattenuti in direzione y, e ciò è possibile sia predisponendo sulle fondazioni un profilo che entra nella femmina equivalente del pannello, sia lasciando una superficie liscia di appoggio, ma prevedendo un'armatura di collegamento tra pannello e pavimento gettato all'interno.



**COMPORAMENTO SISMICO DEI PANNELLI ORIZZONTALI**

I pannelli orizzontali sono sostenuti dai pilastri a cui si fissano solitamente in 4 punti:

- ✓ collegamento ai 2 angoli superiori, in grado di realizzare una cerniera (non un carrello!);
- ✓ 2 sostegni all'angolo inferiore in grado di realizzare un carrello che sostiene il pannello.

Con questo schema statico, il pannello



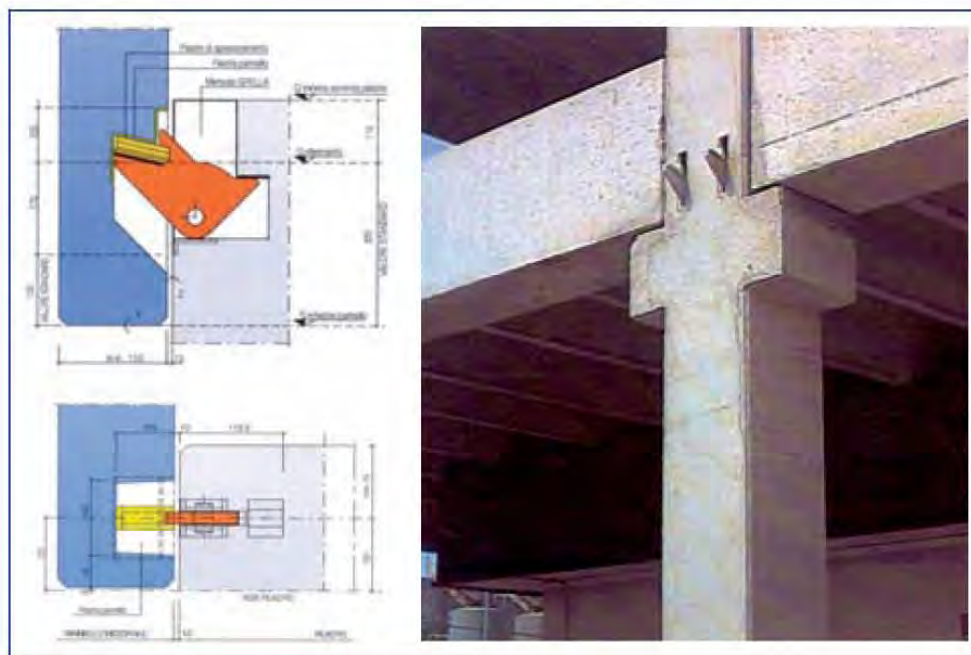
orizzontale per il sisma in direzione  $x$  non costituisce irrigidimento, mentre occorre tener conto del suo peso sismico nella verifica del telaio prefabbricato in tutte le 2 direzioni.

Per il sisma in direzione  $y$ , occorre che il pannello sia trattenuto dai 4 collegamenti visti in precedenza.

Secondo la normativa sismica non occorre calcolare il sisma verticale, cioè l'aumento di reazioni sui sostegni.

In genere si sceglie quindi il seguente sistema per realizzare i carrelli: alla base una mensola metallica, esce dal pilastro e offre al pannello una superficie su cui il pannello si appoggia. Tale superficie deve concedere una possibile escursione di  $\pm 2,5$  cm in direzione  $x$ , stimando in tale misura la massima deformazione del pilastro su 3 m di altezza.

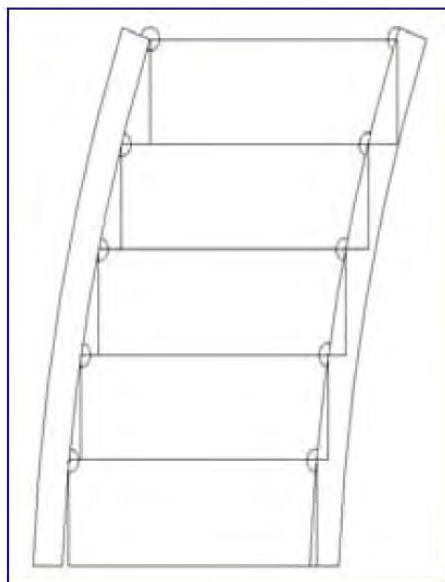
Per il sisma in  $y$  si può utilizzare una mensola con un piano inclinato, in modo cioè



che la cerniera superiore impedisca al pannello di sollevarsi sul piano inclinato e di uscire dall'appoggio. Il pannello infatti, per sganciarsi dalla mensola che lo sostiene, dovrebbe spostarsi in verticale, ma il movimento non è concesso dall'attacco superiore a cerniera.

**COMPORTAMENTO SISMICO DEI PANNELLI ORIZZONTALI CHE SCARICANO IL LORO PESO A TERRA INVECE CHE SUI PILASTRI**

In analogia con quanto visto per i pannelli verticali, anche più pannelli orizzontali sovrapposti possono scaricare il loro peso a terra ed essere sismicamente svincolati dalla struttura, che si può spostare rispetto ai pannelli fino a  $\pm 20$  cm. Anche



in questo caso il sisma in direzione x non coinvolge la massa dei pannelli che sono tenuti vincolati al pilastro per il sisma in direzione y. Nel caso di pannelli orizzontali

industrie manufatti cementizi - 9

**Elettrondata**  
technology for automation

Punto di riferimento nell'automazione di impianti per la produzione e trasporto del calcestruzzo

Dal 1973 una presenza costante in continua evoluzione

**NEW PREFERWIN**  
EVOLUZIONE NATURALE DEL FANOSIO PRESTAR

**NEW MICRO WAVE**  
SENSORE UMIDITÀ PER INERTI

Automazioni senza limiti di configurabilità, adattabili sia alle piccole unità produttive che ai grandi impianti di produzione e trasporto del calcestruzzo. Integra funzioni innovative di **Igrometro** e **consistometro** che, in abbinamento alla nostra nuova ed esclusiva gamma di sonde per il rilevamento acqua negli aggregati e nei mixer a tecnologia **microonde**, garantiscono la migliore **costanza** ottenibile di **lavorabilità** e di **rapporto acqua/cemento**.

**ELETRONDATA s.r.l.**  
Via Del Canalotto, 77/79  
41042 Spessano di Fiorano (MO)

**IOV**

Telefono: +39 0536184000  
Fax: +39 0536184001  
Email: info@elettrondata.it

infilati tra i pilastri che scaricano a terra il loro peso, il pannello di sopra deve poter scorrere rispetto al pannello sottostante, per seguire le deformazioni dei pilastri, avendo un collegamento con 2 cerniere nella parte superiore e 2 carrelli nella parte inferiore.

I pannelli infilati in una scanalatura nei pilastri devono quindi avere uno spazio di almeno 3 cm affinché la parte inferiore del pannello possa scorrere di tale entità rispetto al pannello sottostante.

Il lato superiore di ogni pannello deve essere vincolato al pilastro in fase di montaggio, con un getto di calcestruzzo o un profilo metallico che toglie i 3 cm di gioco e che costringe il lembo superiore

del pannello a seguire lo spostamento del pilastro.

Per consentire lo scorrimento tra i pannelli, occorre prevedere vicino al pilastro un apposito appoggio in teflon che trasferisce i pesi dei pannelli fino in fondazione.

La soluzione più utilizzata per i pannelli orizzontali infilati è quella di adottare un giunto a maschio e femmina che impedisca al lembo inferiore del pannello superiore, non trattenuto contro il pilastro, di spostarsi per il sisma in direzione y e, contemporaneamente, con apposito appoggio in teflon lasciare il margine di scorrimento del pannello superiore su quello inferiore in direzione x. ■

