

Le armature industrializzate a tappeto BAMTEC per la realizzazione dei solai a piastra: il sistema “Tunnel modificato”

Mauro Mannelli, Paolo Mannelli, Mauro Guastapaglia - *Ingegneri Mannelli & Associati - Pistoia*

1. Sistemi costruttivi realizzati completamente in opera

Con il progredire delle tecniche costruttive cambiano di pari passo le impostazioni progettuali e i sistemi costruttivi, in gran parte abbandonati e progressivamente sostituiti dalla prefabbricazione fuori opera, tornano alla ribalta con sempre maggior frequenza. È ben noto che la progettazione e la costruzione di solai, travi e pilastri realizzati completamente in opera non è pratica diffusa nel nostro Paese; comunemente a questa attività costruttiva si associa infatti l'idea di bassa velocità di realizzazione e di costi elevati principalmente dovuti all'alta incidenza della manodopera per la formazione del piano continuo e per la difficoltà di posa delle armature metalliche di rinforzo.

L'innovazione tecnologica, inizialmente dovuta alla presenza sul mercato di sistemi di casseforme evoluti ed innovativi, che già da tempo avevano superato i concetti tipici della tradizionale attrezzatura provvisoria, ha trovato solo ora, con le prime apparizioni in cantiere delle **armature preassemblate a tappeto** (rotoli) (fig.1), il vero impulso motore che garantirà a breve la rinascita dei sistemi progettuali – costruttivi delle costruzioni realizzate completamente o parzialmente in opera anche utilizzando il sistema “ fondo-cassero”.

2 Le armature industrializzate a tappeto.

Le operazioni necessarie per completare il ciclo produttivo di una struttura da costruire in opera sono fondamentalmente le seguenti:

- a) realizzazione delle strutture verticali (pilastri e pareti) mediante cassetta recuperabile e non recuperabile, armatura (passante e non passante) e getto;
- b) posizionamento delle cassette orizzontali in avanzamento secondo le fasi prestabilite dal programma lavori e con le produttività proprie del sistema scelto;

c) posizionamento delle armature metalliche nelle due direzioni principali, sia superiori che inferiori, opportunamente distanziate tra loro con traliccio metallico e dal cassero con distanziatore in fibrocemento a garantire la resistenza al fuoco richiesta al manufatto. La produttività di questa operazione di fondamentale importanza per la riuscita “economica” dell'intero ciclo costruttivo, è in generale di difficile valutazione e comunque di basso valore se vengono utilizzate le tecnologie di posa tradizionali. A consuntivo questa operazione purtroppo è sempre risultata il vero “**collo di bottiglia**” di tutto il sistema.

d) Esecuzione del getto del calcestruzzo, quasi sempre prefezionato, con l'ausilio costante di autobetoniera e pompa.

Il ciclo produttivo è quindi composto da queste quattro operazioni costruttive, **ciascuna posta rigidamente in serie con l'altra**, ed un solo anello debole di questa catena (in generale il punto c) può vanificare le potenzialità dell'intero sistema scoraggiandone l'utilizzo.

Poiché i margini di miglioramento che ci possiamo in futuro aspettare dalle operazioni **a)**, **b)** e **d)** sono veramente esigui in termini di tecnologia (anche se, senza dubbio, per la fase b) il fiorire sul mercato di cassette con prestazioni sempre più simili tra loro risulterà favorevole in termini di abbattimento dei costi di acquisto o di affitto) la vera novità tecnico – ingegneristica di rilievo da segnalare sembra essere quella relativa all'operazione c) che con l'arrivo sul mercato delle **armature preassemblate in rotoli** (fig. 2) consente un vero salto qualitativo a tutto il processo costruttivo delle strutture realizzate in opera permettendo un'organizzazione diversa del ciclo produttivo con fasi poste principalmente in parallelo.

Queste armature a tappeto, di recentissima produzione anche in Italia, sono costituite da una serie di barre d'acciaio poste in senso unidirezionale con diametro ed interasse definiti secondo la massima ottimizzazione derivante dal calcolo statico (fig.3) ; le barre di armatura sono collegate e mantenute nella posizione geometrica voluta mediante nastri di lamierino ad esse elettrosaldate.



Figura 1



Figura 2

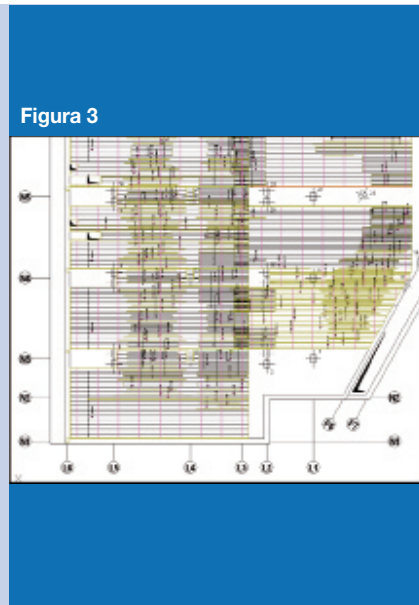


Figura 3

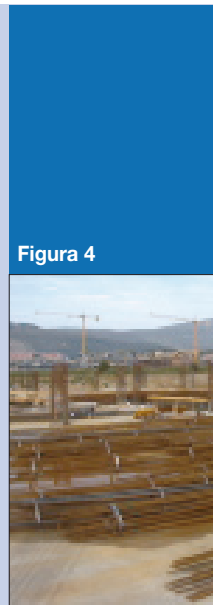


Figura 4

Il risultato sono tappeti di armatura che, in sede di fabbricazione, vengono arrotolati facilitando le operazioni di trasporto e stoccaggio (fig. 4).

In particolare la posa in opera in cantiere risulta:

- **Semplificata**, dato che l'operazione da effettuare è sostanzialmente lo srotolamento dei "tappeti di armatura" senza dover passare attraverso la fase del posizionamento manuale di ogni singola barra (fig. 5). Con il sistema tradizionale infatti è necessario fare distinzione tra le barre con diametri diversi, posizzarle con i passi prescritti dai disegni di progetto e collegarle tra loro con legatura manuale.

- **Velocizzata**, perchè con i rotoli di armatura industrializzata (fig.7) le armature vengono posizionate e tagliate come da progetto statico in stabilimento e secondo la geometria del solaio o della platea. Il lavoro di completamento manuale in cantiere è in generale ridotto al minimo indispensabile.

Il tappeto comprende già la geometria dei cavetti impiantistici e di tutte le maggiori assolature del solaio, comprendendo al suo interno anche le armature di rinforzo indotte dall'analisi strutturale. (fig. 3)

- **Ottimizzata**, perchè le armature presenti nel tappeto sono esattamente quelle strettamente necessarie (fig.3) e direttamente corrispondenti alle necessità statiche dell'elemento di solaio o platea in calcestruzzo.

Posizionare manualmente tali armature (vedi fig. 5) comporterebbe un grande dispendio di energia in termini di tempistica di posa e di lavorazione del ferro. Secondo le esperienze maturate si può assegnare al sistema della posa delle armature a rotolo (fig. 7) **una produttività media 5/6 volte maggiore** di quella tradizionale che generalmente per le tipologie correnti conduce a valori pari a 80 – 100 Kg/ h uomo di ferro posato.

3 Cassero e tappeto nel ciclo produttivo

Per il futuro la vitalità del mercato delle costruzioni in calcestruzzo armato, prefabbricato o gettato in opera, non appare in discussione. Non esistono infatti a questo alternative valide ed è quindi verosimile che l'utilizzo sia destinato a salire, anche di molto, tenuto conto della necessità cronica di servizi e infrastrutture tipica delle nostre città.

Con la crescita delle costruzioni in calcestruzzo contemporaneamente avanza di pari passo la necessità di tecnologie costruttive che gestiscano e garantiscano il progresso generale

dei seguenti fattori:

- **la semplicità di realizzazione;**
- **la sicurezza delle lavorazioni;**
- **la velocità di esecuzione;**
- **la qualità del prodotto finito;**
- **la economicità generale del processo.**

La recente tecnologia che utilizza le armature preassemblate in rotoli costituisce un metodo innovativo e particolarmente economico di **progettare, produrre e posare**, ottimizzando, le armature dei solai a piastra e delle platee di fondazione riducendo notevolmente i tempi di costruzione garantendo al tempo stesso semplicità costruttiva e qualità del prodotto strutturale in c.a.

Il contributo fornito dal nostro studio di ingegneria per lo sviluppo, tuttora in corso, della tecnologia applicata ai cantieri di edilizia industrializzata in opera consiste principalmente nel tentativo di trasformazione di questa innovativa tecnologia di assemblaggio delle armature metalliche in **un vero e proprio sistema progettuale – costruttivo** teso a migliorare l'organizzazione generale e la produzione del lavoro in cantiere.

Secondo l'esperienza maturata, l'innovazione principale che ci sentiamo di mettere in evidenza consiste in pratica nella possibilità di trasformare il sistema produttivo da una lavorazione in **"rigida serie"**, come descritta al paragrafo 2, ad una **"prevalentemente in parallelo"**. Intuendo la possibilità di trasformazione del ciclo produttivo in questa direzione **per-messa dall'abbinamento della tecnologia delle armature a tappeto con quella dei casseri industrializzati** per il getto delle strutture in opera, abbiamo deciso di testare il "sistema" nei propri aspetti innovativi direttamente sui principali cantieri interessati da progettazioni strutturali di tipo industrializzato. I risultati ottenuti dalle imprese costruttrici nella realizzazione delle strutture di diverse categorie di edifici (centri commerciali, parcheggi interrati, edifici residenziali e per servizi, etc.) sono stati rilevanti sia per la qualità costruttiva ottenuta sia per l'ottimo riscontro in termini di tempistica realizzativa e risultato economico finale.

(La presente memoria è stata estratta da un articolo più ampio presentato dagli autori al 15° Congresso C.T.E. di Bari. Gli interessati possono visionarlo collegandosi al sito www.csestrutture.com)

Figura 5



Figura 6



Figura 7

