

**NUOVO STUDENTATO PER L'UNIVERSITA "LA BICOCCA"
IN VIALE INNOVAZIONE A MILANO**

**NEW BUILDING FOR STUDENTS FOR THE UNIVERSITY "LA
BICOCCA" LOCATED IN VIALE INNOVAZIONE IN MILAN**

Hannes Market
Massimo Ciocca
Stahlbau Pichler

Giovanni Costa
Leonardo Balocchi
Filippo Mercado
Steel Project Italia S.r.l.
Livorno, Italia
info@steelprojectitalia.it

Gerardo Masiello
Marco Mori
Studio Masiello Strutture
info@smstrutture.it

ABSTRACT

The new residence for student in Viale dell'Innovazione, Milan, at service of the Bicocca University, is composed of a building with 15 floors above ground, with two underground levels and the ground floor, 54 meters-high from the street level, total gross area of about 12'000sqm with 460 beds. The main structure is composed by 4 R.C. cores and a grating of columns and beams. The underground floors are entirely made in r.c. (with a solid slab) while starting from the ground the lateral columns and the deck beams are made of steel. The floors above ground are made with a slim floor system, using prefabricated hollow core slabs settled on the lower flange of the steel beams, with completion cast. The design philosophy and constructive systems, that have made it possible to realize the main structures of the building in less than 15 months, are illustrated below.

SOMMARIO

La residenza per studenti di viale dell'Innovazione, a servizio dell'Università Bicocca, è composta da un singolo corpo di fabbrica a pianta rettangolare 18 x 40 m con 15 piani fuori terra, il piano terra e due interrati, per un'altezza di circa 54 metri da piano strada, una superficie totale lorda di 12000 mq circa e 460 posti letto. La struttura portante è costituita da 4 nuclei in c.a. e da un ordito esterno di travi e colonne. Gli impalcati interrati sono realizzati interamente in c.a. (pilastri, travi e soletta piena) mentre a partire dal primo impalcato fuori terra le colonne perimetrali e le travi di impalcato sono in acciaio. I solai fuori terra sono realizzati con sistema slim floor mediante lastre alveolari prefabbricate poggianti sulla piattabanda inferiore delle travi metalliche e getto di completamento. Vengono di seguito illustrati la filosofia progettuale e gli accorgimenti costruttivi che hanno consentito di realizzare le strutture portanti dell'edificio compresi gli interrati in meno di 15 mesi.

1 DESCRIZIONE DELL'OPERA

La residenza per studenti di viale dell'Innovazione, a servizio dell'Università Bicocca, è composta da un singolo corpo di fabbrica a pianta rettangolare 18 x 40 m con 15 piani fuori terra, 1 piano terra e due interrati, per un'altezza di circa 54 metri da piano strada, una superficie totale lorda di 12000 mq circa e 460 posti letto. La struttura portante è costituita da 4 nuclei in c.a. e da un ordito esterno di travi e colonne. Gli impalcati interrati sono realizzati interamente in c.a. (pilastri, travi e soletta piena) mentre a partire da piano terra le colonne perimetrali e le travi di impalcato sono in acciaio. I solai fuori terra sono realizzati con sistema slim floor mediante lastre alveolari prefabbricate poggianti sulla piattabanda inferiore delle travi metalliche e getto di completamento. L'interpiano tipico è di 3,10m.



Fig. 1. Vista dall'alto (lato ingresso)



Fig. 2. Vista della Facciata Nord

La struttura, concepita nel progetto di appalto interamente in c.a., è stata oggetto di una variante costruttiva che, mantenendo i nuclei in c.a., ha portato a realizzare travi e pilastri in acciaio e soletta in lastre alveolari prefabbricate. I vantaggi introdotti dalla variante sono numerosi:

- La maggiore resistenza dell'acciaio ha permesso di ridurre sensibilmente il numero di colonne ed il loro ingombro. Diretta conseguenza è stata un aumento di superficie calpestabile di circa il 2% per piano, per un totale di 160mq.
- L'adozione della struttura metallica ha permesso di "centrifugare" in posizione perimetrale le colonne, offrendo quindi flessibilità assoluta dal punto di vista del layout architettonico.
- La soluzione con solaio tipo slim floor, con lastre alveolari prefabbricate posate sulla piattabanda inferiore delle travi, ha portato a contenere l'altezza del pacchetto strutturale.

Nei paragrafi seguenti saranno descritte nel dettaglio le strutture fuori terra, i criteri di calcolo adottati e le procedure di montaggio.

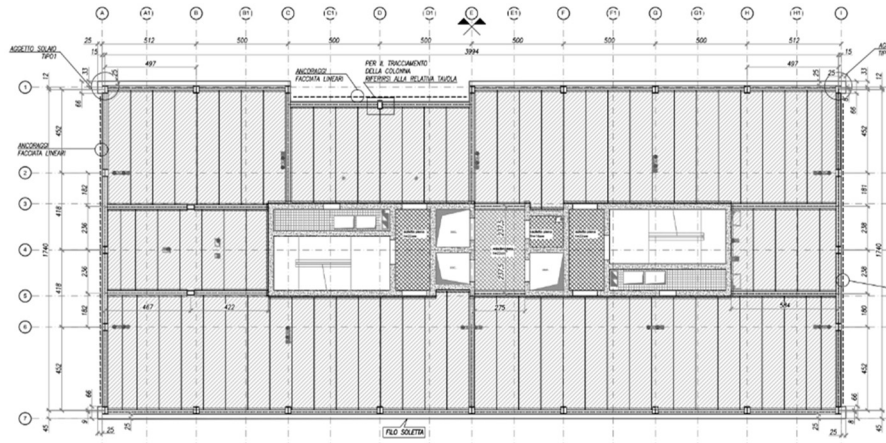


Fig.3. Pianta del piano tipo

1.1 Strutture Verticali – Nuclei in c.a.

I quattro nuclei in cemento armato accoppiati a due a due si sviluppano su tutta l'altezza del fabbricato ed hanno sezione rettangolare 7,5x5 e 2,5x5 m con setti di spessore costante pari a 30cm. Tali elementi hanno la funzione di controventamento per le azioni orizzontali (sisma e vento) e sono destinati ad accogliere i vani scala, i vani ascensore ed i cavedi di impiantistica.

Essendo i nuclei progettati in duttilità, è stata considerata un'altezza critica pari a 3 piani fuori terra. L'armatura corrente in zona tipica è costituita da $\phi 12/30$, mentre in zona critica sono stati previsti ferri $\phi 18/15$. Le travi di collegamento fra nuclei, in ragione dei rapporti geometrici, sono state considerate travi tozze ed armate con armature a X a riprendere il taglio formate da 4 $\phi 20$ correnti e staffe $\phi 8$ passo 10cm prevedendo inoltre un'armatura di pelle.



Fig. 4. Dettaglio armatura del nucleo: armatura longitudinale, trasversale, spille e distanziatori



Fig. 5. Dettaglio dell'armatura a X dei "voltini" di collegamento fra nuclei

1.2 Strutture Verticali – Colonne metalliche

In virtù dello schema statico pendolare per le strutture metalliche, le colonne sono realizzate in sezione trasversale a doppio T composta per saldatura, con ingombro variabile in altezza da 400 mm a 300 mm e larghezza piattabanda variabile da 250 a 300 mm in funzione della posizione in pianta della colonna. Le due uniche colonne interne e quella in mezzeria della facciata dell'atrio d'ingresso hanno sezione scatolare rettangolare.

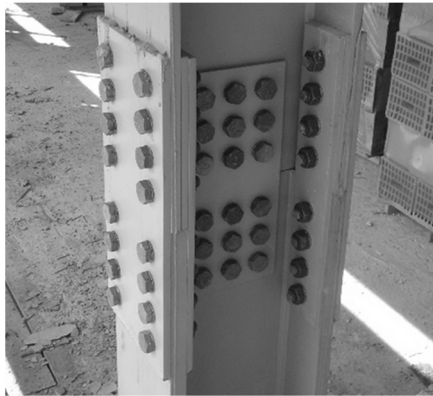


Fig. 6. Giunto di continuità a coprigiunti di una colonna a doppio T



Fig. 7. Colonna scatolare: passamano per flangia e attacco Trave-Colonna

Trattandosi di un edificio di altezza significativa (oltre i 50 m dallo spiccato elevazione) il dimensionamento delle colonne è stato effettuato tenendo conto degli accorciamenti differenziali rispetto ai nuclei in calcestruzzo; per limitare gli spostamenti differenziali sulle travi di impalcato ordite da nucleo a colonna perimetrale, queste ultime sono state costruite con una extra lunghezza rispetto al teorico per compensare gli accorciamenti elastici sotto carichi permanenti.

Sempre nell'ottica di evitare accorciamenti non previsti e conseguenti riduzioni dell'interpiano effettivo, i giunti delle colonne a doppio T sono realizzati mediante accoppiamento di precisione e trasmettono lo sforzo normale per contatto mentre il taglio è affidato al giunto a coprigiunti. A favore di sicurezza il giunto bullonato è stato calcolato per trasmettere tutti gli sforzi derivanti dal comportamento globale. Le colonne tubolari presentano dei giunti a flangia con passamano e tappo di chiusura.

1.2 Strutture Orizzontali

L'esigenza di minimizzare il pacchetto strutturale di impalcato per sfruttare al massimo la volumetria urbanistica a disposizione ha comportato l'adozione di un solaio di tipo "slim floor"; lo spessore strutturale complessivo è di 220 mm, composto da un pannello alveolare prefabbricato di altezza 160 mm e da un getto di completamento di spessore 60 mm, con travi incorporate nello spessore del solaio. Le travi metalliche, in semplice appoggio fra colonne e nuclei, presentano sezione a doppio T composta saldata di altezza 200 mm con piattabanda inferiore più larga per il sostegno delle lastre alveolari. Le travi sono piolate in anima in modo da garantire la collaborazione acciaio-cs ed il trasferimento dell'azione orizzontale di piano.

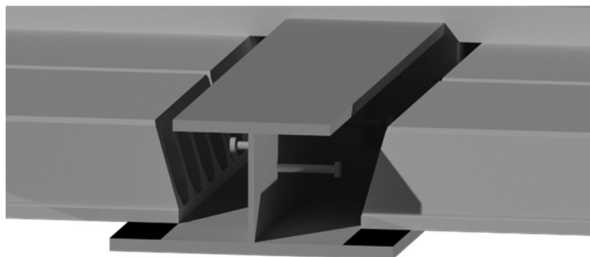


Fig. 8. Vista 3D di dettaglio dell'appoggio della lastra alveolare su trave metallica

L'appoggio delle lastre sulle travi è realizzato mediante l'interposizione di uno spessore in neoprene per garantire un supporto continuo che possa mediare l'irregolarità di intradosso dei pannelli alveolari in calcestruzzo e la deformata della trave. Per ottenere l'ammorsamento del getto e l'inserimento delle armature di testata, le lastre alveolari presentano delle fresature longitudinali.



Fig. 9. Carpenteria metallica montata con controventi provvisori e impalcato armato in attesa del getto di completamento



Fig. 10. Dettaglio dell'armatura di uno sbalzo

L'appoggio delle lastre al nucleo è realizzato con un angolare tassellato ai setti in cemento armato, interponendo una striscia di neoprene a intradosso pannello. La connessione tra impalcato e nucleo è garantita mediante dispositivi STABOX, ovvero dei ferri ancorati nel nucleo ripiegati ed inseriti in apposite scatole metalliche posizionate a filo getto: una volta posizionate le lastre, prima del getto di completamento, si aprono le scatole e si raddrizzano i ferri.

Sul perimetro della struttura metallica di impalcato il progetto architettonico prevedeva una serie di aggetti di dimensione variabile ed irregolare; per realizzare questi sbalzi sono state concepite una serie di casseforme modulari autoportanti, ancorate mediante opportune predisposizioni nelle travi metalliche, che hanno permesso di armare e gettare rapidamente gli aggetti di solaio.



Fig. 11. Appoggio Lastra su Trave



Fig. 12. Dettaglio dello STABOX

La connessione fra le travi e i nuclei è garantita con inserti metallici costituiti da una piastra verticale, posta a filo getto ed ancorata al nucleo mediante armature saldate a riprendere il momento da trasporto del taglio e pioli a trasmettere il taglio. Gli inserti vengono posizionati all'interno del cassero durante la posa delle armature e prima del getto dei setti. Le travi sono poi collegate all'inserto mediante un coprigiunto d'anima saldato in opera. Al fine di cogliere nel dettaglio lo stato tensionale nella piastra metallica e nelle retrostanti zone del calcestruzzo, gli inserti sono stati calcolati con una modellazione locale FEM ad elementi shell.

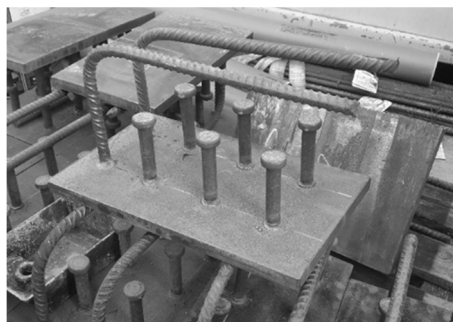


Fig. 13. Inserto metallico

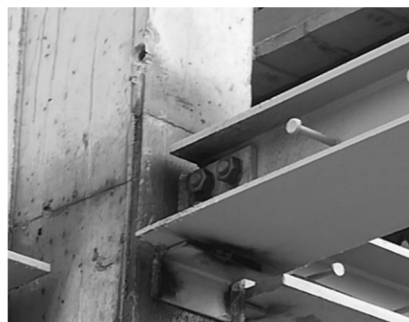


Fig. 14. Appoggio di una trave con inserto

2 CRITERI DI PROGETTAZIONE

Dal punto di vista statico e dinamico le strutture principali e secondarie sono state dimensionate ai sensi delle norme italiane vigenti al momento del bando di costruzione (D.M. 14/01/2008). Le strutture verticali sono state dimensionate mediante un modello di calcolo tridimensionale in cui travi e colonne sono schematizzate con elementi "beam", mentre i setti dei nuclei e le solette di impalcato sono modellati con elementi "shell".

Per i nuclei sono state analizzate delle section cut a vari livelli progettando l'armatura come per una trave incastrata. Ai primi piani, in zona critica, l'armatura è stata aumentata in accordo alle prescrizioni delle NTC08. Le travi di piano, essendo tutte incernierate ai due estremi, sono state verificate

con modelli locali e/o calcoli manuali; la collaborazione acciaio-clt è stata presa in conto solo da un punto di vista deformativo in modo da non sovrastimare frecce e contromonte.

Per la progettazione degli elementi verticali è stato considerato un coefficiente riduttivo del sovraccarico variabile da piano a piano in accordo alla UNI EN 1991-1-1, mentre per gli elementi orizzontali, a favore di sicurezza, non è stata applicata alcuna riduzione.

A seguito di una valutazione dettagliata delle rigidezze di piano, l'edificio è considerato dal punto di vista sismico come "struttura deformabile torsionalmente"; il fattore di struttura corrispondente, secondo le NTC08, è pari a 2.

3 MONTAGGIO

Completati gli interrati, interamente realizzati in c.a., è stato gettato il nucleo mediante cassero tradizionale per i primi due piani fuori terra. Dal secondo piano in poi il nucleo è stato gettato con cassero rampante avanzando piano per piano e puntando sul livello inferiore a maturazione completata.

Una volta maturato il calcestruzzo dei primi tre piani di nucleo è cominciato il montaggio della carpenteria metallica: le colonne sono infatti divise in conci di lunghezza pari a tre livelli. Vengono quindi montate le colonne con gli elementi di stabilizzazione (controventi provvisori) e connessione al nucleo (travi metalliche). Si procede poi al montaggio di tutte le altre travi partendo dall'impalcato più basso a salire. Una volta completata l'orditura metallica di un piano, mediante una gru vengono calate le lastre alveolari; una volta posate tutte le lastre possono cominciare le operazioni di armatura e getto della cappa mentre al piano superiore ancora si stanno montando i pannelli prefabbricati. Completata la posa delle lastre all'ultimo dei tre impalcati può cominciare il montaggio del successivo concio di colonna. Una volta indurito il getto della soletta vengono montate le finiture (tamponamenti, infissi, vetrate). Si procede così, di 3 piani in 3 piani, fino al completamento della struttura. Questo sistema modulare di montaggio ha permesso di risolvere i problemi legati al cantiere (Aree di Stoccaggio Limitate, Presenza di diverse lavorazioni e manovalanze) e ridurre drasticamente i tempi realizzativi rispetto ad una struttura in c.a.



Fig. 15. Cassero Rampante



Fig.16. Nuclei completati

I principali vantaggi possono essere riassunti come di seguito:

- Il cassero rampante ha permesso di ridurre i tempi di getto dei nuclei che vengono realizzati in maniera indipendente e fungono da stabilizzatore della carpenteria metallica in fase di montaggio;
- La pressoché totale assenza di banchinaggio, assieme al cassero rampante, ha svincolato le lavorazioni rendendo possibile la compresenza di vari gruppi di manovalanze
- La modularità della carpenteria metallica e l'adozione di un solaio su pannelli prefabbricati autoportanti che costituiscono un piano di lavoro fruibile, hanno ridotto i tempi di posa e la necessità di stoccaggio dei materiali: infatti programmando i tempi di montaggio dei vari "slot" di produzione, gli elementi potevano essere trasportati in cantiere al momento della posa.
- La modularità delle armature degli aggetti ed il sistema di casseforme autoportanti concepito per la loro realizzazione ha reso più semplice e veloce le operazioni di getto dei perimetri laterali di solaio.

4 CONCLUSIONI

Il progetto in questione ha evidenziato come le condizioni al contorno, le istanze architettoniche e la destinazione d'uso dell'edificio possano influenzare pesantemente le scelte strutturali e tecnologiche.

L'edificio sorge, infatti, in una posizione strategica perché vicina all'Università Bicocca, all'ingresso della Metro e al Teatro degli Arcimboldi, in un'area già densamente costruita: questo ha imposto l'adozione di una pianta estremamente compatta e la quasi totale assenza di area di cantiere. D'altro canto, la forte esigenza di un elevato numero di posti letto da porre al servizio dell'Università ha imposto uno sviluppo in altezza, limitato, però, dalla vicinanza dell'aeroporto che impone un vincolo sull'altezza massima. La volumetria è stata quindi sfruttata al massimo mediante l'adozione di un solaio slim floor e la riduzione dell'ingombro delle colonne.

La destinazione d'uso a studentato ha infine imposto una tabella di marcia serrata per la costruzione in modo da rendere l'edificio fruibile in tempo per l'apertura dell'anno accademico. Questo, assieme alla limitata area di cantiere disponibile, ha fatto sì che la scelta della struttura metallica, accoppiata con un solaio di tipo prefabbricato e l'adozione di una cassaforma rampante, si rivelasse determinante permettendo di completare tutte le strutture portanti, interrati compresi, in soli 15 mesi.

RIFERIMENTI

- [1] D.M. 14/01/2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni"
- [2] UNI EN 1991-1-1 - Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-1: Azioni in generale - Pesi per unità di volume, pesi propri e sovraccarichi per gli edifici
- [3] Manuale ASSAP "Il Solaio Alveolare. Progettazione e impieghi"

PAROLE CHIAVE

Edificio, Studentato, Milano, viale Innovazione, Strutture metalliche, Nucleo, Sezioni miste, Slim Floor, Montaggio, Cassero Rampante, Inserti, Lastre Alveolari