

Un rilancio possibile

L'attuale momento può essere maturo per un ripensamento dell'esperienza della prefabbricazione civile anni '80. Con quali strategie progettuali?

Alberto Dal Lago - *DLC S.r.l.*

Nell'affrontare il tema del rilancio della prefabbricazione per edilizia abitativa, non si può non rifarsi a quel fermento di idee che negli anni 70 avevano portato alla realizzazione di varie soluzioni innovative che, nate con l'obiettivo di superare le scontate rigidità dei sistemi a grandi pannelli, avevano proposto tipologie, tecniche e tecnologie a volte certo ingenue e fantasiose, ma sempre con spunti e soluzioni che non possono oggi che essere i germi su cui basare una possibile rinascita.

Con un bagaglio quindi di esperienze vissute nella prefabbricazione civile e con la consapevolezza di un'eccezionale sviluppo tecnologico della prefabbricazione industriale, che può essere riversato nel settore civile (si è ormai arrivati a un sistematico impiego del prefabbricato nel settore del commerciale e del terziario), il tema del rilancio della prefabbricazione per abitazioni parte dalla considerazione di base che occorra assolutamente rivolgersi all'utilizzo di componenti industrializzati, ognuno capace di una presenza autonoma sul mercato, ognuno capace di essere venduto a sé stante, ognuno in grado di inserirsi quindi in un mercato dell'impresa tradizionale, per uno specifico utilizzo, ma insieme integrabili in un coerente impiego, capaci di essere pensati e coordinati per un loro assemblaggio destinato a realizzare non un modello di abitazione, ma una gamma di soluzioni e di tecnologie che rendano il sistema versatile e flessi-



bile, realizzando edifici la cui differenziazione formale e funzionale non incida sul livello industriale di produzione dei singoli componenti. E' in definitiva la produzione industriale che offre la spinta per il rilancio e la prospettiva per la prefabbricazione di una sua affermazione basata sulla elevata e garantita qualità del prodotto, innovando quel processo edilizio italiano che alla qualità sembra decisamente poco orientato se non addirittura avverso. Se ci può quindi essere un rilancio, questo deve avvenire su basi completamente opposte a quelle per cui erano nati i grandi pannelli, cioè non con l'obiettivo della massima quantità al minimo prezzo, ma della massima qualità ad un prezzo "industriale" dei componenti.

Edifici prefabbricati in linea e a torre realizzati con componenti strutturali a telaio.

Con la possibilità di dimensionare le sezioni dei pilastri sui carichi, è possibile, anche in zona sismica, superare i 20 piani.

I corollari che devono accompagnare questi obiettivi strategici sono presto definibili:

- ricerca per ogni componente della massima finitura;
- ricerca della massima velocità con interventi di solo montaggio con la totalità dei componenti prefabbricati;
- minimizzazione del numero dei componenti;
- processo industriale di produzione per ridurre l'incidenza di mano d'opera ed elevare la qualità del prodotto;
- montaggio indipendente dalle condizioni atmosferiche;
- ricerca del minimo peso a m²;
- caratteristiche antisismiche e di resistenza al fuoco della struttura;
- riduzione dei costi di gestione minimizzando il consumo energetico;
- riduzione dei costi di manutenzione e in particolare ispezionabilità dei percorsi impiantistici.

Con queste premesse, allo stato attuale, si possono riscontrare usuali nello scenario mondiale dell'edilizia residenziale prefabbricata due sistemi strutturali, cioè strutture a telaio e strutture a pannelli portanti.

Le strutture a telaio realizzano con travi, pilastri e solai lo scheletro strutturale dell'edificio, che va però completato in opera con i tamponamenti, i divisori e i getti di solidarizzazione



Villette monofamiliari a schiera prefabbricate. Un sistema a componenti deve poter indifferentemente essere impiegato sia per case unifamiliari che per edifici alti a torre e in linea.

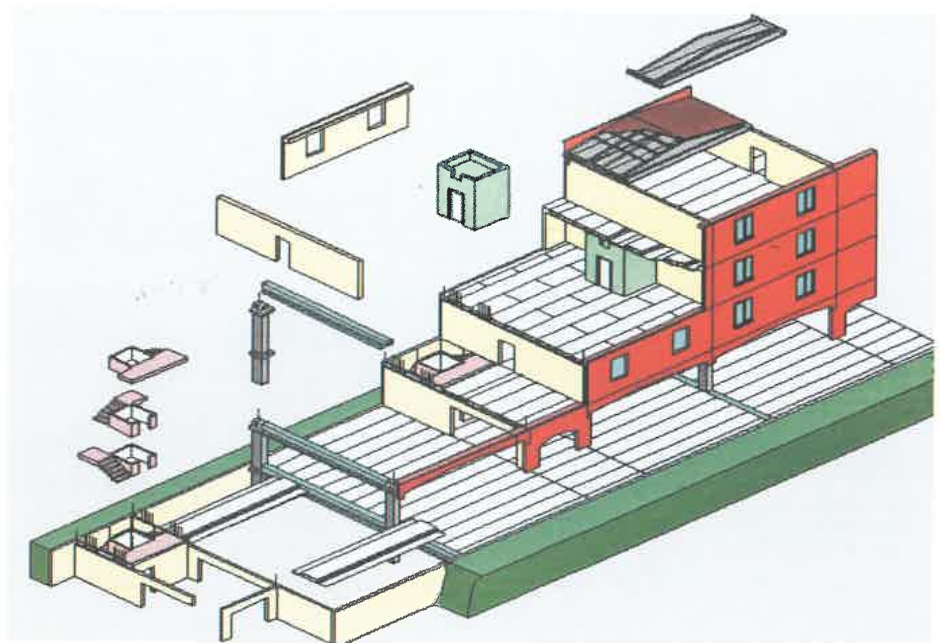
dei solai. I sistemi a telaio non sono in genere "globali", perché la prefabbricazione va integrata con interventi in opera di completamento.

Le strutture a pannelli portanti, affidando alle pareti esterne ed interne il compito di sostenere il solaio, creano una struttura scatolare a modulo di stanza, che presenta gli inconvenienti di non poter cambiare distribuzione da piano a piano, di non poter realizzare il piano terreno a pianta libera, su piloties, di non poter adibire il piano sotterraneo ad autorimessa.

Inoltre pur potendosi avere una prefabbricazione integrale, gli elementi portanti in calcestruzzo rendono la struttura pesante e quindi antieconomica soprattutto in quei paesi dove l'incidenza di costo dei materiali supera di gran lunga l'incidenza di costo della mano d'opera, cioè quei paesi definibili "in via di sviluppo".

Innovazione in un sistema a telaio

Il sistema Domus, brevetto DLC, realizza una prefabbricazione integrale con componenti finiti ed alleggeriti, pur realizzando una struttura a telaio e riportando la dimensione dei componenti al modulo appartamento, non più al modulo stanza, mantenendo i vantaggi statici e di flessibilità progettuale tipiche delle strutture a telaio, e le finiture complete delle strutture a pannelli, cioè eliminando gli aspetti negativi delle 2 tipologie più usuali. Domus è un sistema leggero, flessibile, di alta qualità dei componenti e competitivo con il tradizionale per realizzare costruzioni che vanno dalla casa a schiera unifamiliare ai grattacieli di oltre 20 piani.



La predisposizione del sistema alla componentistica risulta chiara da un'assonometria esplosa di un edificio che realizza un piano tipo con un

Assonometria del sistema Domus. Il portale intelaiato dei piani garages e piloty viene al piano tipo incorporato nei setti di divisione tra appartamento e appartamento.

un piano terra su piloties, e un piano tipo con 2 appartamenti per scala.

I 4 componenti strutturali sono così classificabili:

- setto portante interno fino a 12 m di luce, sostituibile con un portale;
- pannello di tamponamento fino a 12 m di luce;
- solaio fino a 12 m di luce.

I componenti attrezzati che completano la struttura sono:

- blocco scala-ascensore;
- blocco bagno;
- struttura di copertura;
- muri di cantina.

Descriviamo i componenti più innovativi, analizzando la loro impostazione morfologica in funzione delle caratteristiche prestazionali e funzionali, per poi ritornare su un'analisi globale del sistema.

I setti

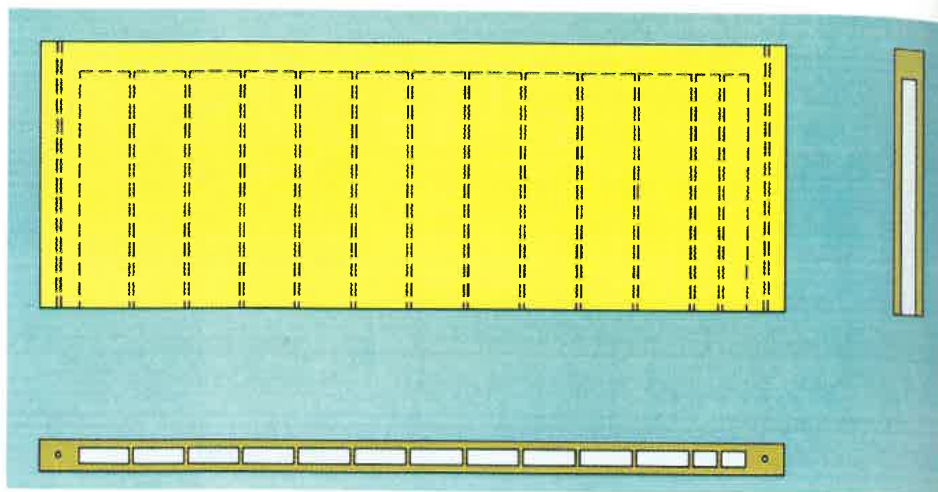
E' l'elemento di separazione tra appartamento e appartamento e porta il solaio.

Realizzato fino a 12 m di luce in pezzo unico e per luci maggiori di 12 m giuntabile uno all'altro, il setto viene gettato in verticale, in modo da avere le 2 superfici a vista perfettamente rifinite. Può essere realizzato, secondo il carico che ne deriva dai piani soprastanti, con spessori variabili da un minimo di 20 a un massimo di 30 cm utilizzando di regola lo spessore 25 cm.

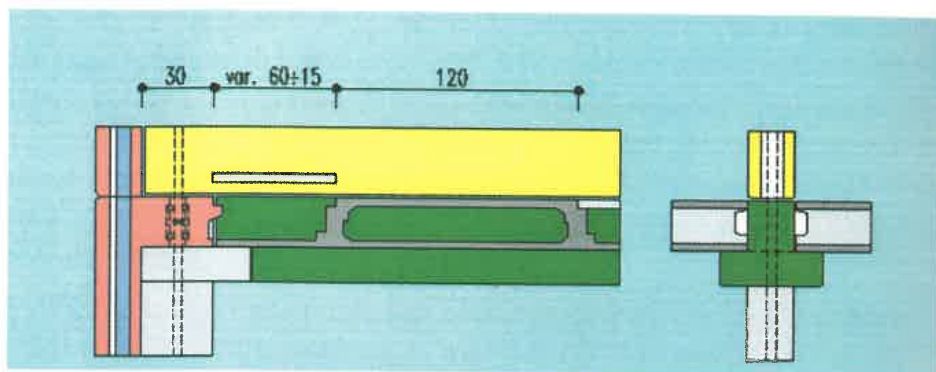
Lungo il contorno superiore e laterale del setto, è realizzato un portale, in spessore di setto, dove i pilastri possono avere le dimensioni richieste dal carico, partendo da un minimo di 25 cm (25x25) e dove la travatura superiore si può sempre sviluppare, anche in presenza di porte, su un'altezza utile di almeno 60 cm.

La zona sotto il portale in spessore, è realizzata con una serie di fori rettangolari di alleggerimento, di dimensioni fisse di 13 cm x 55 cm, con interasse di 60 cm e quindi separati gli uni dagli altri da 5 cm di calcestruzzo.

I fori vengono realizzati con speciali



Il setto portante convoglia un portale in spessore che convoglia i carichi di piano alla base dei pilastri.



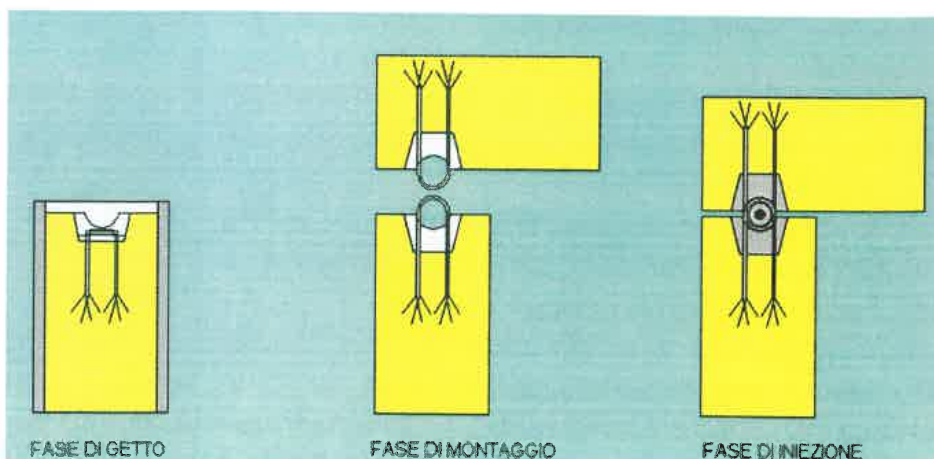
Sostituzione al piano piloty del setto superiore con un portale realizzato con un pilastro a capitello e una trave a T rovescio precompressa.

ad attivazione idraulica, con il risultato di ottenere un muro che nella zona centrale con lo spessore 20 pesa 140 kg/m² e con lo spessore 25 pesa 260 kg/m².

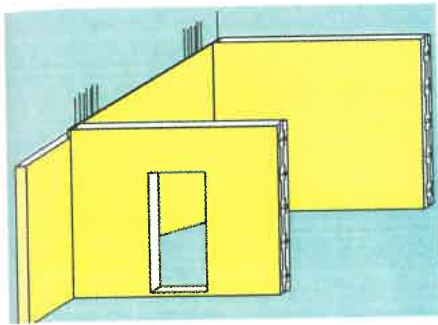
Con il minimo spessore, si ottiene quindi un muro leggero, ma capace di portare fino a 3-4 piani di edificio mantenendo ancora un elevato potere fono isolante come è necessario tra 2 appar-

tamenti. Con lo spessore 25 cm si possono aprire porte e aumentare le dimensioni dei pilastri togliendo i caseri tubolari, e cercando di assicurare al portale in spessore una portata adeguata al numero dei piani sovrastanti.

E' inoltre possibile progettare setti dove 1 o 2 pilastri non siano all'estremità realizzando dei setti a sbalzo, o dei setti con pilastro intermedio. E' chiaro



Unione a taglio di due setti realizzata con una barra verticale iniettata, passante all'interno di



Assonometria del nucleo controventante e sismoresistente, realizzato con setti a fori tubolari passanti che ricevono una gabbia di armatura continua su tutta l'altezza dell'edificio, e con giunti a taglio di collegamento realizzati con cappi di fune che si sovrappongono e vengono attraversati da una barra che viene iniettata.

che il setto può essere sostituito ad ogni piano (e a noi interessa in particolare il piano terra su piloty e il piano garages dove non si possono avere setti interni) con un portale realizzato con 2 pilastri e una trave a T rovescio precompressa, non in spessore di solaio, in grado sulla luce fino a 10 m di sostenere il solaio sul suo lembo inferiore.

La sostituzione dei setti con portali è molto importante anche per realizzare al piano terreno altezze interne (per esempio per negozi) non compatibili con il trasporto dei setti.

I pilastri in spessore dei setti contengono nel loro baricentro una guaina in lamierino metallico a tutta altezza, che consente sovrapponendo le barre, di avere una continuità di armatura lungo tutta l'altezza dell'edificio, il che è importante soprattutto in zona sismica. Quando i setti costituiscono il vano entro cui si posiziona la scala (pensata

indipendente dal vano che la contiene), sono realizzati in modo da presentare nelle zone più idonee dei fori tubolari passanti, entro cui dopo aver posizionato una vera e propria gabbia di armatura del nucleo controventante, da riprendere piano per piano si inietta calcestruzzo.

L'unione a taglio tra setti per formare un nucleo di controvento è realizzata senza forare i casseri con una fune a cappio tenuta in posizione da un particolare dispositivo magnetico recuperabile e che a scasso avvenuto consente la sovrapposizione di 2 funi a cappio in corrispondenza ad un incavo resistente a taglio entro cui dall'alto si inietta malta dopo aver inserito una barra a tutta altezza.

In definitiva, si realizza un nucleo controventante con continuità di armatura su tutta l'altezza, con semplici iniezioni in opera di malta e senza incidere sulla perfetta finitura esterna della struttura.

I pannelli di tamponamento

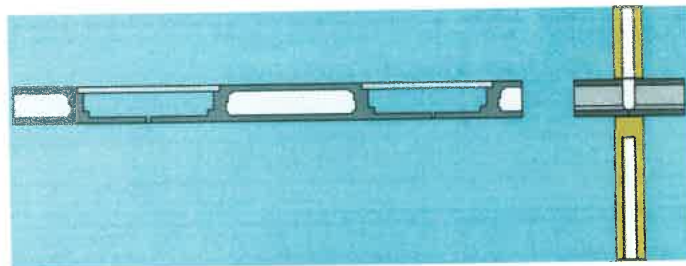
Il pannello è del tipo Isocore®, cioè un pannello a taglio termico ventilato realizzato con il sistema di connessione trastro portante e portato tipo Konnektor, costituito da un punto di sostegno fisso, uno scorrevole unidirezionale e un connettore ogni 4 m² in treccia di acciaio armonico inox per concedere senza deformazioni le dilatazioni

termiche di un pannello di 12 metri senza giunti intermedi.

I vuoti tubolari che consentono la ventilazione tra la parete portata e l'isolamento impediscono d'inverno condense interne e d'estate incrementi interni di temperatura dovuti all'irraggiamento solare.

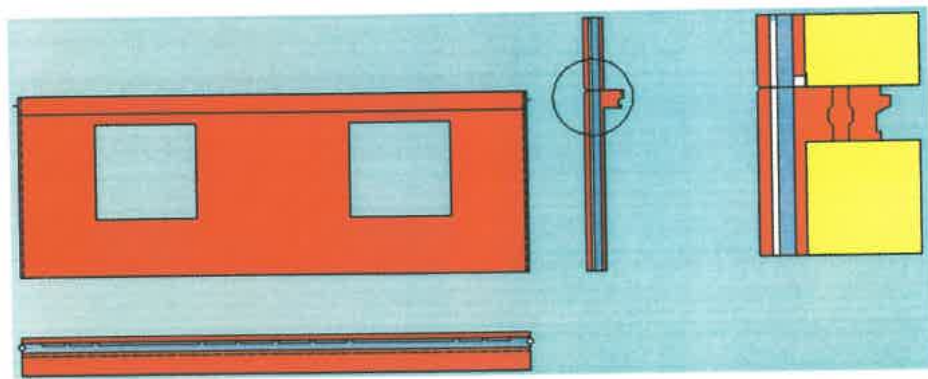
Il pannello a modulo di appartamento contiene in genere 2 finestre, o una porta e una finestra, ma andando da setto a setto libero da sovraccarichi interni, può contenere aperture come e dove si vuole, purché si salvaguardi la cornice superiore che funge da marcapiano e dove si è creato un risvolto dal muro che appoggia sul setto in corrispondenza del pilastro in spessore del setto stesso.

Il risvolto superiore ha interessanti funzioni:

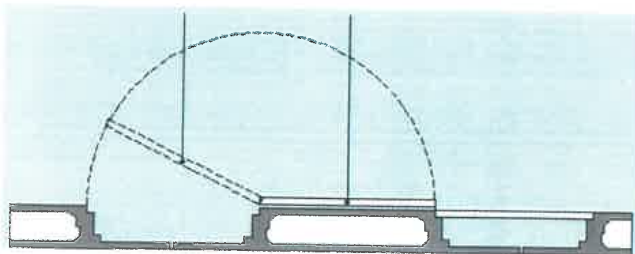


Sezioni del solaio, previsto senza getti collaboranti e con vani impiantistici ispezionabili.

- costituisce trave di concatenamento per le azioni di controvento e sismiche;
- realizza una trave a cui si appende il pannello consentendo aperture di ogni dimensione;
- si posiziona come dima di appoggio del setto sovrastante che qui scarica i suoi carichi anche nello schema statico finale;
- controventa i setti fin dalla fase di montaggio infilandosi il cappio terminale nella barra verticale continua che percorre il setto;
- irrigidisce il pannello di tamponamento sotto la spinta del vento, potendo così minimizzare lo spessore dello strato interno (6 cm) pur con pannelli fino a 12 m di luce;
- contiene il punto fisso e il punto mobile unidirezionale della faccia esterna del pannello "soffice"



Pannello di tamponamento tipo Isocore a taglio termico e ventilato, di luce fino a 12 m senza giunti interni.



I solai si montano con la finitura superficiale del tegolo Domus che rimane, protetta, a contatto con la stessa finitura della lastra, che sarà successivamente ribaltata a completare il pavimento dopo l'inserimento degli impianti.

In definitiva, un pannello ad elevate prestazioni di isolamento, che pesa solamente 300 kg/m^2 e che può avere le più svariate finiture contro cassero (graniglie, marmi, matrici, piastrelle, cotto, o una combinazione del tutto).

I solai

Il solaio concede, su normali spessori di $30 \text{ cm} / 40 \text{ cm}$, la realizzazione di luci fino a 12 metri (per il terziario, centri commerciali, uffici, garages, ecc., si possono comunque realizzare solai di altezza $50, 60 \text{ cm}$) utilizzando la precompressione anche per il controllo della deformazione. Il solaio Domus ha la sua principale caratteristica e novità nella possibilità di realizzare un montaggio a secco, senza bisogno quindi, anche in zona sismica, di cappe collaboranti o di getti integrativi.

La sezione trasversale di 250 cm di massima larghezza, di 240 cm di larghezza standard e di 150 cm di larghezza minima, è costituita da un intradosso piano da cui partono due nervature che con una soletta superiore realizzano un vuoto tubolare interno ottenuto

con la stessa tecnica con cui si sono ottenuti gli alleggerimenti per i setti.

La soletta superiore termina dai 2 lati con una sede su cui viene inserita una lastra di calcestruzzo che completa il pavimento realizzando un solaio dove la lastra

non ha funzioni statiche e quindi può sempre essere sollevata per accedere all'impiantistica inserita nel solaio.

I percorsi impiantistici nel solaio trovano la possibilità di correre anche trasversalmente in testata in corrispondenza dell'appoggio sul setto o in appositi fori predisposti nelle nervature. Il solaio, montato a secco e collegato meccanicamente al setto, può già aver applicato o può ricevere una lastra di sughero o di altro materiale contro la trasmissione dei rumori da calpestio, e quindi può ricevere un pavimento in marmo o in piastrelle o in legno, il tutto applicato con l'utilizzo di appositi prodotti incollanti. La superficie superiore già finita è un grande punto di forza del solaio, perché consente una elevata velocità di montaggio, piano dopo piano, senza necessariamente posare le tavole che sono normalmente prodotte e rifinite insieme al tegolo e posizionate su questo con le superfici finite a contatto, in autoprotezione fino alla fase di finitura, dopo aver posizionato gli impianti, e svolgendo così, in definitiva, in modo estremamente economi-

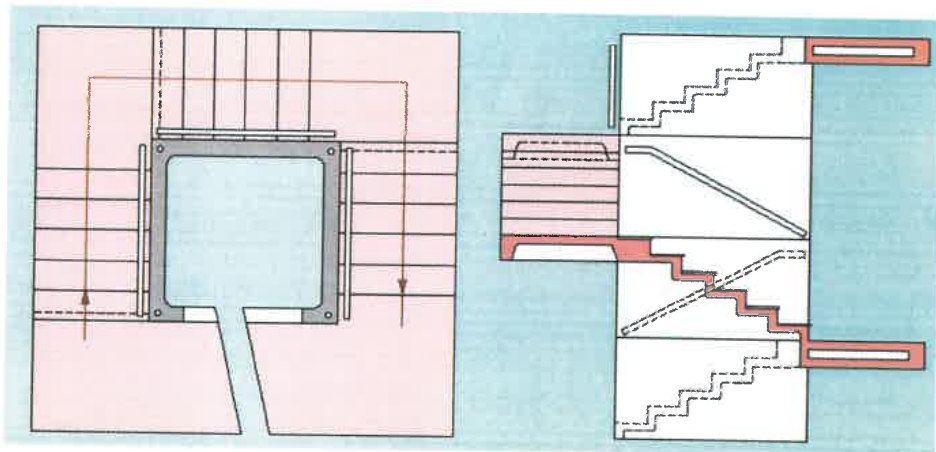
co la stessa funzione di un pavimento galleggiante. I cunicoli aperti a pavimento in corrispondenza dei setti si incontrano con i fori tubolari del setto soprastante, per cui è possibile arrivare all'inserimento impiantistico interno anche sui setti, per esempio per realizzare punti luce a parete. In zone sismiche quando il solaio, soprattutto in corrispondenza ad una sostituzione del setto con un portale, deve avere un piano rigido che porta ai nuclei controventanti le azioni derivanti dalle masse dei piani più alti, si prevedono collegamenti saldati che collegano le solette inferiori. L'elevata produttività dell'impianto ad alta automazione che realizza il solaio con la finitura superiore uguale a quella delle lastre di completamento, concede di avere un solaio di elevate prestazioni, finito, leggero (300 kg/m^2 finito contro gli oltre 500 kg/m^2 di solai alveolari), resistente al fuoco (REI 120) e con impianti interni ispezionabili. Tra i componenti non strutturali, oltre al blocco bagno e ai muri contro terra del garage-cantina presentano soluzioni innovative il blocco scala e la copertura.

Il blocco scala

Concepito per avere una sua autonomia statica e indipendente dai nuclei controventanti, tanto che questi se ci sono si posano in opera con facile accesso a scala già montata, il blocco scala viene previsto con tre elementi (generalmente di 1 metro) sovrapposti sull'interpiano (di 3 metri).

I gradini lavorano a sbalzo di un nucleo tubolare a sezione quadrata, già predisposto al suo interno per ricevere l'ascensore. Con un solo cassero si realizzano i 3 elementi di cui 2 sono uguali e un terzo è realizzato anche con il pianerottolo di accesso all'ascensore.

Il sistema di montaggio con barre verticali sovrapposte ad iniettate in guaina consente la massima velocità di realizzazione, e gli elementi, perfettamente finiti, con le pedate in lastre di marmo e il corrimano già applicato, non richiedono ulteriori impegni di finitura.



Gli elementi di copertura

Pur dando per scontata la possibilità di utilizzare in copertura lo stesso solaio Domus dei piani intermedi con normale impermeabilizzazione magari zavorrata con ghiaia, il sistema propone in alternativa una struttura appositamente studiata per risolvere, in coerenza con le pareti di tamponamento, il tema del tetto con camera d'aria ventilata in grado di assicurare, anche in climi in cui il sole è normalmente sulla verticale del tetto, un'efficace protezione contro il surriscaldamento dell'ultimo piano dovuto all'irraggiamento solare.

Il tetto è realizzato con elementi ad intradosso piano, come il solaio, ma con le nervature verso l'alto che sono realizzate con una doppia pendenza, in grado di accogliere degli arcarecci metallici a sostegno di lastre metalliche grecate che convogliano l'acqua verso le converse inserite nell'elemento.

Le lastre lasciano una fessura di qualche centimetro sul colmo e sono sormontate da un elemento speciale che si tiene sollevato dalle lastre sottostan-

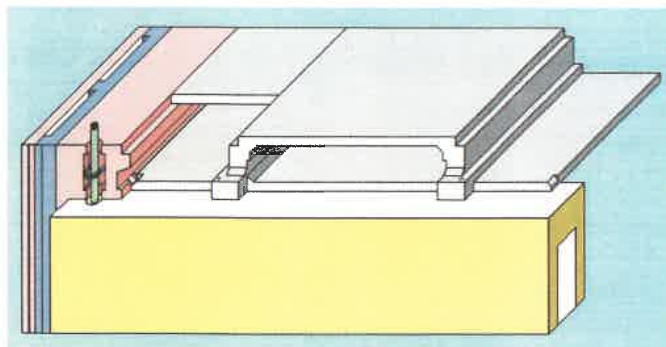
ti, in modo da realizzare un'efficiente ventilazione naturale, con fuori uscita dal colmo di aria riscaldata, ed ingresso dalla conversa di aria fresca.

Conclusioni

Domus risulta un sistema rigorosamente a componenti ognuno dei quali può essere prodotto per una sua utilizzazione funzionale ed economica anche autonoma dal sistema. La struttura di un appartamento di 100 m² può essere realizzato con 4 elementi di solaio, 2 pareti di tamponamento e un setto, per un totale di 7 elementi, di peso e lunghezza uguale con 0,24 m³ di calcestruzzo per m² di superficie, e un peso

di 600 kg/m² a piano, circa la metà di un sistema a grandi pannelli. Con il blocco bagno finito che contiene tutti gli impianti e il suo arredamento interno, e con qualche precablaggio impiantistico nel solaio, si può realizzare una struttura che ha tutte le caratteristiche di leggerezza, funzionalità, velocità di montaggio, completezza delle finiture, qualità controllata, ed infine un costo di costruzione competitivo che potrebbe in mano ad industriali del settore, portare ad un rilancio della prefabbricazione civile anche in un'Italia così poco incline ad introdurre innovazioni ed entusiasmo in un settore che può invece essere risvegliato.

Assonometria che evidenzia il nodo strutturale tra setto, pannello e solaio.



Ne parliamo con...

Alberto Dal Lago, progettista del sistema Domus

Nel sistema si nota una certa raffinatezza progettuale, sia nei concetti generali che nella dettagliata; è evidente la derivazione dall'industriale, così come l'abbandono di una logica di prefabbricazione "dura" anni '80 (vedi il sistema "Elle", di suo progetto, e altri simili). Quale è stato il punto di partenza, in termini progettuali?

La riflessione sostanziale è stata sulla constatazione che tutti i sistemi che hanno voluto con la componentistica superare gli inconvenienti (rigidità progettuale e peso) dei grandi pannelli, hanno comunque ottenuto sì flessibilità e spazi liberi, ma con componenti che non erano capaci di una autonomia d'impiego rispetto al sistema. Il criterio a base della progettazione del sistema Domus è stato quindi quello di realizzare componenti competitivi anche per un loro utilizzo esterno al sistema.

L'esperienza della prefabbricazione industriale poi ha portato al criterio che i componenti dovessero avere la più grande estensione possibile e quindi sono stati dimensionati sul modulo appartamento e non sul modulo locale.

In effetti la messa a punto del sistema Domus ha preso spunto dalla richiesta di interventi veloci e qualificanti per edilizia abitativa nei paesi in via di sviluppo, cioè in paesi in cui la richiesta di abitazioni è collegata alla esigenza di utilizzare mano d'opera locale avviando un processo interno di sviluppo dell'industria delle costruzioni.

in questo momento di "calma piatta" del settore edilizio, a fronte degli insuccessi del passato, come si situa l'uscita di un sistema così innovativo? Non rischia di essere sovradimensionato rispetto alle capacità medie di operatori e imprese e a risultati economici ben ottenibili in tradizionale?

Dopo i primi obiettivi (Cina, Santo Domingo) ci si è resi conto che il sistema Domus poteva avere carat-

teristiche di competitività anche sul mercato italiano, proprio perché i singoli componenti, soprattutto pannelli di tamponamento e solai, possono avere già un interessante impiego nell'attuale edilizia per il terziario e per l'industriale, cioè per quel settore in cui si può proprio dire che "calma piatta" non esiste affatto.

Edificio realizzato con il sistema Elle, antenato del sistema Domus. Ci si svincola dalla rigidità dei grandi pannelli, ma con componenti chiusi nel sistema.

