

Scelta, esecuzione e applicazioni dei solai in latero cemento

L'analisi delle motivazioni d'impiego delle tipologie si sviluppa con una precisa metodologia operativa.

Regole esecutive corrette derivano, oltre che dall'esperienza applicativa, dal rigore d'impostazione progettuale.

Le realizzazioni testimoniano la ricchezza di soluzioni disponibili per condizioni di contesto diversificate ed anche impegnative

Motivazioni di impiego

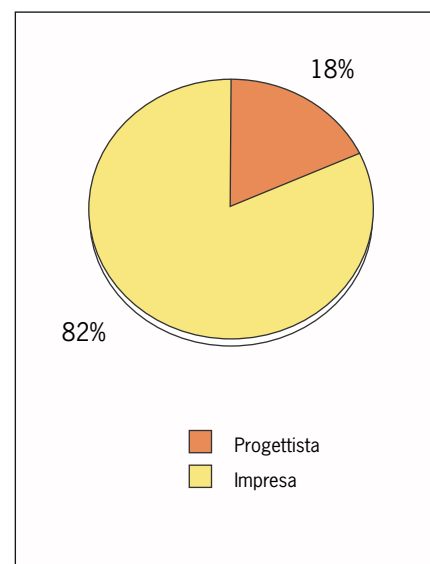
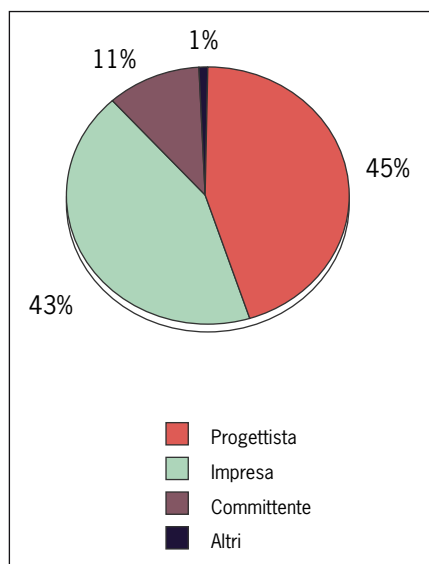
La "fotografia" del mercato è senza dubbio un fattore essenziale per coglierne l'evoluzione storica. Tuttavia, oltre ai dati statistici, per una previsione coerente dello sviluppo dei prodotti, al fine di definire strategie produttive e commerciali, è altrettanto indispensabile conoscere le motivazioni *che determinano la scelta di una tipologia piuttosto che un'altra.*

La raccolta di tali informazioni si rivela anche necessaria per la pianificazione delle

ne dell'intervento, dallo specifico segmento applicativo e dall'importanza dei problemi strutturali da risolvere.

Prendendo in considerazione le caratteristiche delle costruzioni residenziali in Italia degli ultimi 10 anni risultano evidenti i seguenti indicatori:

- 1) gli edifici con meno di 4 alloggi costituiscono più del 75% dei nuovi fabbricati;
- 2) gli edifici monofamiliari rappresentano il 50% del volume costruito;
- 3) circa il 60% degli edifici, pari al 38% del



azioni di supporto in campo nazionale e comunitario, poiché è reale la minaccia che il solaio in laterizio, importante soluzione costruttiva del nostro Paese, venga sottovalutato dagli organismi comunitari così da non essere correttamente previsto e regolamentato da una apposita normativa europea.

Un documento che analizza specificamente la situazione attuale del subsistema solaio nel contesto progettuale, produttivo e d'impiego costruttivo, si è avuto con l'*Indagine Motivazionale* promossa dalla "Sezione Solai" dell'ANDIL nel 1990, condotta sia presso i cantieri che presso i progettisti. I risultati più significativi sono stati confrontati con quelli disponibili nel 1981 allo scopo di cogliere gli elementi rimasti costanti e quelli oggetto di mutamenti.

Se analizziamo, relativamente al numero degli interventi censiti, il peso dei vari attori nel processo decisionale di scelta del tipo di solaio e del fornitore specifico, il quadro risultante è rappresentato nelle figure 1 e 2. Ovviamente tali indicazioni sono mediate in quanto dipendenti anche dalla dimensio-

volume, è stato realizzato in comuni con meno di 10.000 abitanti;

4) il numero delle imprese edili operanti sul territorio nazionale risulta pari a circa 150.000 unità.

Questi dati evidenziano una realtà estremamente interessante che occorre attentamente considerare, soprattutto quando, in termini di sviluppo, si dovrebbe tendere al progredire di una fase di industrializzazione sia del processo produttivo (selezione delle tipologie), sia di quello costruttivo (riduzione degli oneri di cantiere).

Infatti, la ridotta dimensione degli interventi e l'elevato numero degli operatori mette in risalto il ruolo delle imprese di costruzione come soggetto economico importante di decisione nelle diverse fasi del processo realizzativo.

Per la mancanza di normalizzazione e per la diffusa articolazione dei progetti, l'impresa oggi si delinea come attrice principale nella selezione dei componenti e degli stessi sistemi costruttivi. D'altra parte, l'offerta deve tener conto della presenza di questi operatori,

1. Peso nella decisione del tipo di solaio da adottare.

2. Peso nella scelta del fornitore.

di dimensione modesta e modestissima, che hanno un raggio d'azione locale, con caratteristiche di specializzazione solo per alcune fasi produttive, ma con tendenza ad operare con grande autonomia. Al contrario le grandi imprese, per scelte storiche, hanno in genere trascurato il mercato dell'edilizia residenziale, a meno di grossi interventi di edilizia pubblica che hanno segnato una precisa fase di un'attività, che si è sempre più diluita, anche in nome di un mutato concetto urbanistico e ambientale.

Tabella I - Fattori di scelta del costruttore (pesi in percentuale)

1	Semplicità d'impiego	20%
2	Garanzia qualitativa del prodotto	19%
3	Assistenza tecnica del fornitore	16%
4	Costo limitato rispetto ad altre soluzioni	14%
5	Reperibilità del prodotto in zona	13%
6	Previsto in capitolato/imposto dal cliente	9%
7	Vincoli tecnici del tipo di costruzione	4%
8	Livello di finitura	2%
9	Altro	2%
10	Prestazioni antincendio	1%

Tabella II - Fattori di scelta del progettista (pesi in percentuale)

1	Prestazioni statiche	20%
2	Rispondenza alle norme/certificazioni	17%
3	Costi di fornitura	12%
4	Costo di posa in opera	9%
5	Assistenza tecnica	9%
6	Tempestività consegne	8%
7	Facilità di reperimento	6%
8	Immagine e notorietà azienda	5%
9	Grado e livello di rifinitura	4%
10	Gamma prodotti	3%
11	Resistenza al fuoco	3%
12	Isolamento acustico	2%
13	Costo posa in opera materiali complementari	2%

In questa realtà così diversificata, i componenti da solaio costituiscono certamente la tipologia che ha conosciuto il maggior sviluppo e che ha influenzato il modo di costruire di questi ultimi decenni.

A questo risultato ha certamente influito l'enorme ampiezza della gamma a disposizione degli utilizzatori: non esiste infatti problema che non possa essere risolto facilmente e a costi accettabili.

L'impiego del laterizio, come materiale strutturale, rappresenta inoltre un fattore che ha favorito sensibilmente la crescita di questa ricchezza di soluzioni nel nostro Paese.

Prendendo in esame le motivazioni d'impiego dei componenti da solaio da parte dell'impresa, interpretando, a grandi blocchi, quanto riportato nella tabella I, sono evidenti, in primo piano, richieste legate alla *semplificazione* delle operazioni di cantiere, proprie

Tabella III. Tabella qualità partizioni orizzontali

Caratteristiche	Solai realizzati in opera	Solai a travetti	Solai a lastre	Solai a pannelli	Solai attrezzati
Richieste (1) (2) in opera (2)					
Resistenza meccanica e stabilità					
Sicurezza all'incendio					
Igiene, salute, ambiente					
Sicurezza nell'impiego					
Durabilità					
Protezione contro il rumore					
Risparmio energetico					

1) Requisiti essenziali dalla Direttiva CEE 89/106

(2) Richiedente: C = Committente. Utilizzatore; I = Impresa edile; P = Progettista

Caratteristiche				
Solai realizzati in opera	Getti con alleggerimenti	collab.	Getti in calcestruzzo con casseforme non collaboranti	
			Getti in calcestruzzo con lamiera grecata collaborante	
	non collab.	blocchi in laterizio		
		blocchi in calcestruzzo		
		blocchi in polistirolo		
		blocchi in truciolato di legno		
		blocchi in cartone		
		altri		
Solai a travetti	Travetti	latero cemento	con blocco trave in laterizio	
			con fondello + traliccio	
		c.a.o.	travetti integralmente in c.a.o.	
	Elementi interposti	c.a.p.	travetti con traliccio	
			travetti integralmente in c.a.p.	
				travetti con traliccio
				in laterizio
				in calcestruzzo normale
				in calcestruzzo alleggerito
				in polistirolo
		in truciolato di legno		
		altri		
Solai a lastre	Lastre	c.a.o.	tralciate	
			con nervature	
		c.a.p.	tralciate	
			con nervature	
			monostrato senza alleggerimento	
	Alleggerimenti			in laterizio
				in calcestruzzo
				in polistirolo
				in truciolato di legno
				in cartone
		altri		
Solai a pannelli	Pannelli	c.a.o.	in latero cemento	
			integralmente in c.a.	
	Altri allegger.	c.a.p.	in latero cemento	
			alveolari	
				in polistirolo
				truciolato di legno, cartone
		vari		
Solai attrezzati			con impianti termici	
			con climatizzazione	
			con integrazioni isolanti	
			con finiture	

Tabella IV-Qualità solai a travetti

* RICHIEDENTE I = Impresa p = Progettista C = Utilizzatore TIPO DI CORRELAZIONE Forte Normale Debole o Dubbia PESI ATTRIBUITI ALLE CARATTERISTICHE 3 2 1	CARATTERISTICHE																
	TRAVETTI												BLOCCHI				
	GEOM. MORFOL.		STRUTTURALI		QUALITATIVE		APPLICATIVE										
	Dimensioni sezioni trasversale Anima: in conglomerato a coda rond. in traliccio	Armatura: treccia da c.a.p. barre ad A.M.	Conglomerato: resistenza caratteristica copriferro	Testata: armature sporgenti	Intradosso: tipo di materiale spessore	superfic. = rugosità	superfic. = colorazione	Peso	Lunghezze serie standard	Montaggio: rompitratta distanza autoportanza	Regolarità zona app. blocchi	Blocchi di alleggerimento	Blocchi collaboranti	Dimensioni	Peso	Larghezza nervature solaio	Interasse nervature
Richieste																	
Economicità																	
Prezzo d'acquisto contenuto	I	3	3	3	3	2	2	1		3	3	3		3	2	2	2
Leggerezza del solaio finito	I	3		3						3				2	3	2	3
Riduzione del getto in opera	I	3	2							3	3			3	3	3	3
Riduzione spessore impalcato	I	3		3	3	3				3	2			3	3	3	3
Prestaz. funzionalità																	
Flessibilità d'impiego e destinazione	I	3	2	2	3	2	2	2	2	1	2	3		2	3		3
Ampiezza gamma	I													3	3	3	3
Impiego in zone sismiche	P	2	2	3	2	3	2	2	3		2			2	3	2	2
Possibilità realizzazione nervature ripartizione	P											1		3			3
Facilità di realizzazione																	
Rapidità di posa e di assemblaggio	I	3				2					3	3		3	3	2	3
Leggerezza dei travetti	I	3	3	2		3	2				3	3	3		2	2	3
Riduzione del numero rompitratta	I	3	3	3		3					3			3	3	3	3
Adattabilità in opera - possibilità fori	I	3				2	3	2			2				3		3
Leggerezza dei blocchi	I													3	3	3	2
Qualità																	
Complanarità intradosso solaio	I	2			2	2	1							3	2		2
Costanza caratteristiche prestazionali	P	2		3		3	3										
Sicurezza																	
Sicurezza nelle fasi di montaggio	I	3	3	2	3	2	3	3			3	2	3	3	3	3	1
Possibilità di collaborazione trasversale	P	3	2	2		2								2	3	3	2
Affidabilità																	
Durabilità	C	3		3	2	3	3			3	3				3	3	2
Rigidezza strutturale	C	3	2	3		3					3	2	3		3	3	3
Comfort																	
Attenuazione ponti termici e acustici	C	3								3	3				3	3	3
Riduzione termoforesi	C	3								3	3				3	3	3
Eliminazione della condensa	C	3								3	3				3	3	3

di ogni componente prefabbricato, che si correlano implicitamente alla riduzione dei costi ed alla organizzazione del lavoro. A breve distanza, individuamo le richieste concernenti i contenuti del prodotto-servizio. Le richieste della sfera qualitativa si limitano prevalentemente alla fornitura di certificazioni come adempimenti normativi, essendo ancora prevalente una maggiore attenzione, in generale, alle esigenze estetiche delle finiture dell'edificio rispetto ai contenuti strutturali. Il *progettista*, figura che istituzionalmente dovrebbe assumere il ruolo principale nelle scelte della tipologia strutturale, per le motivazioni prima indicate, rimane spesso in secondo piano e viene coinvolto solo successivamente, quando si evidenziano particolari problemi tecnici. Le motivazioni di base delle scelte del professionista riguardano, ovviamente, le esigenze prestazionali dei prodotti, la rispondenza alle normative e la disponibilità di certificazioni (tabella II).

Le risposte dell'impresa e del progettista appaiono, tutto sommato, scontate perchè i prodotti in questione sono piuttosto conosciuti, trovandosi in piena fase di maturità del loro ciclo di vita; conseguentemente, per ogni azione innovativa sono necessari sensibili sforzi sia per un loro arricchimento qualitativo, sia per l'aggiunta di nuovi contenuti prestazionali.

In questi ultimi anni sono stati messi a punto, soprattutto presso altri settori industriali, moderni metodi d'indagine non solo per verificare l'attualità, la validità di un prodotto ma anche per affrontare con un certo rigore il tema dell'innovazione.

Una di queste tecniche è il "Quality Deployment", elaborata dai giapponesi nell'ottica della cultura della qualità totale, attraverso la quale è possibile dimostrare come, in realtà, la comprensione completa e profonda delle esigenze dei clienti e la minimizzazione dei costi non siano obiettivi contrastanti tra loro.

Senza entrare nel dettaglio del metodo, si può affermare che esso si attiva attraverso un processo integrato tra esperti delle varie funzioni o attività di base coinvolte.

Punto centrale del metodo è la "tabella della qualità", di notevole semplicità concettuale, mediante la quale è possibile tradurre le esigenze dei clienti, in modo completo e corretto, in informazioni organizzate secondo una strutturazione gerarchica (richieste primarie, secondarie ecc.), le quali vengono correlate con le caratteristiche dei prodotti esistenti o da proporre. La "tabella di qualità" porta quindi a stabilire l'obiettivo pianificato per la definizione e la progettazione del prodotto. In base ai vincoli (richieste) vengono quindi definite le fasce delle prestazioni, e delle caratteristiche individuate che potranno

essere accettate dal cliente finale.

Un esempio di “tabella qualità generale” per le tipologie esistenti dei solai è riportato nella tabella III. Essa può servire da schema per affrontare richieste mirate. Un’applicazione concreta, sviluppata per le tipologie dei solai a travetti, è riportata nella tabella IV.

Queste tecniche di verifica hanno posto in evidenza come il blocco in laterizio costituisca la soluzione maggiormente correlata alle richieste della committenza: il materiale non viene considerato solamente come elemento di riempimento o completamento, ma è chiamato ad assolvere più funzioni contribuendo, in modo non trascurabile, al raggiungimento delle prestazioni finali del solaio.

Il laterizio si mostra, dunque, come elemento perfettamente idoneo ad equilibrare esigenze antitetiche, quali “leggerezza” (economicità) e “rigidezza” (sicurezza, durabilità).

Il geniale e riuscito inserimento del laterizio nei solai ha semplificato notevolmente i problemi esecutivi di cantiere, alleggerendo le casserature e le strutture, evidenziando contenuti prestazionali e di durabilità, tali da costituire valide garanzie per gli utilizzatori.

Non bisogna, infine, trascurare altri aspetti messi in luce dall’indagine, quali la facile reperibilità del prodotto su tutto il territorio nazionale e l’assoluta non nocività per l’uomo anche in condizioni particolari (evento sismico, incendio, esalazione di gas nocivi ecc.).

Regole di corretta realizzazione

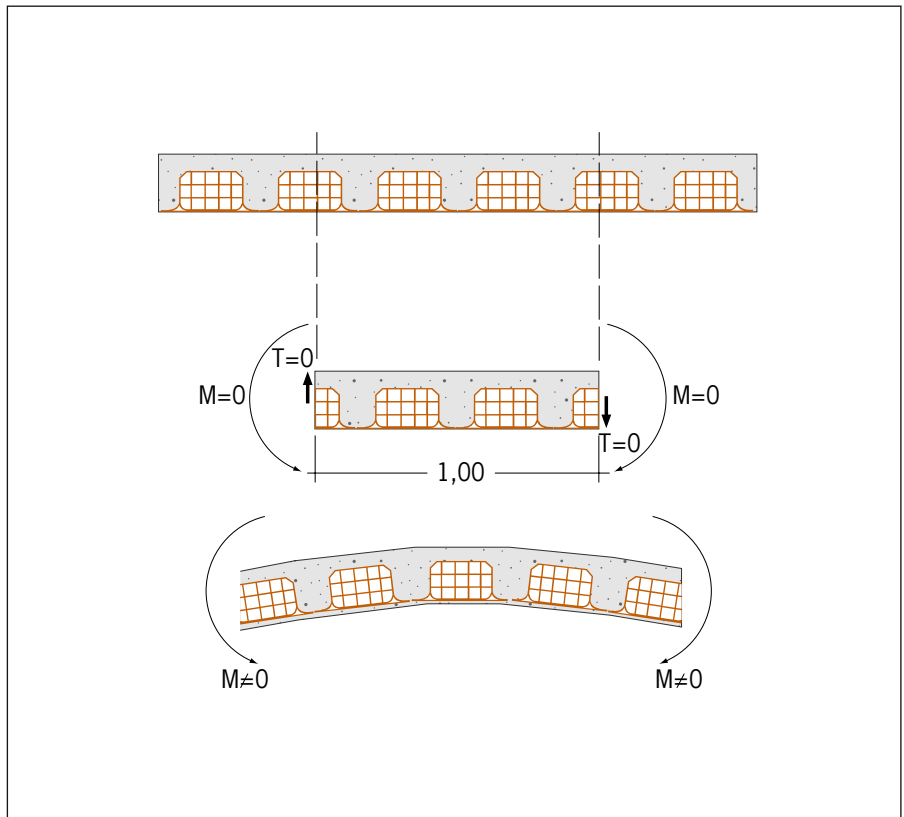
Data la grande diffusione sul territorio nazionale dei solai in latero-cemento, applicati da decenni nelle situazioni statiche più complesse e nelle più varie destinazioni edilizie, è possibile che, a causa della loro relativa semplicità progettuale ed esecutiva, vengano disattesi alcuni principi di base.

Per una progettazione razionale degli impalcati, al di là delle comprovate risorse statiche, il solaio in latero-cemento altro non esige che una giusta attenzione ad alcuni specifici aspetti che, una volta colti, non presentano particolari difficoltà risolutive.

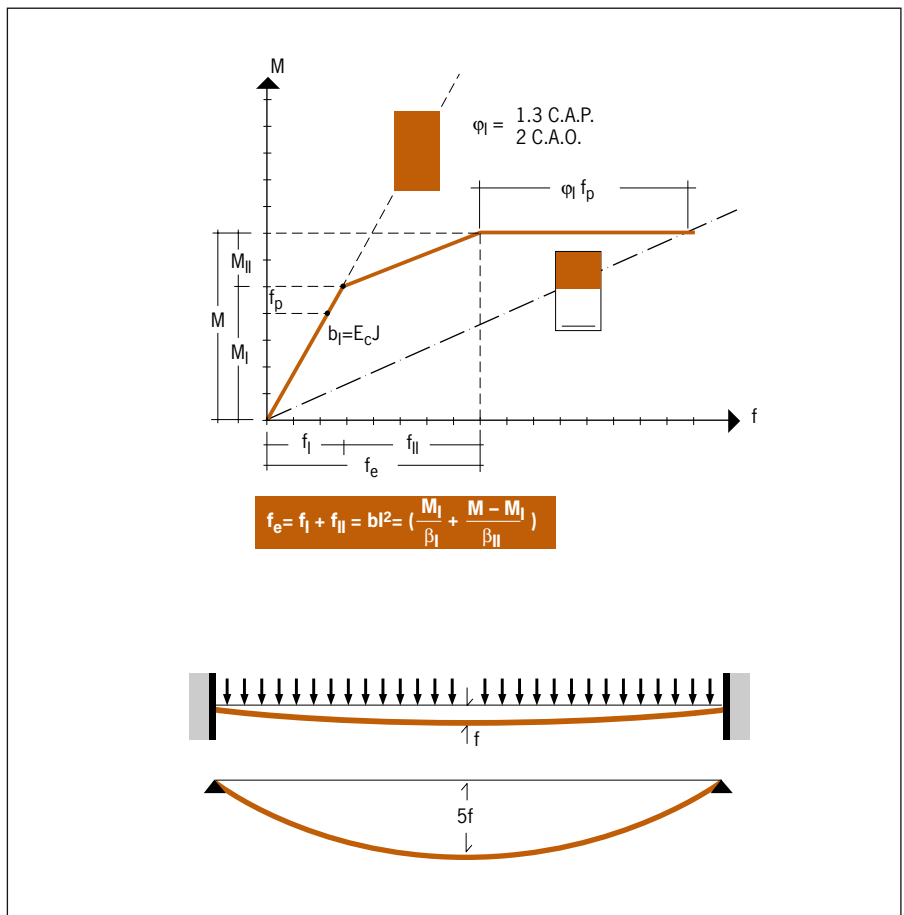
Modello teorico e congruenza

Normalmente, in sede di progetto, il solaio viene calcolato “a trave”, caratterizzandolo secondo una striscia elementare tipo che si sviluppa secondo l’asse delle nervature, con le azioni agenti in direzione normale al piano così individuato, ma con sollecitazioni trasversali nulle (figura 3).

È evidente che questo è un modello di comodo, perché semplifica le procedure di calcolo, che ha il pregio di essere globalmente conservativo nei riguardi della sicurezza, ma che rimane sempre uno schema astratto, diverso dal funzionamento reale.



3



4

5. Effetti secondari in corrispondenza delle pareti divisorie.
6. Solai con luci diverse disposti nella stessa direzione.

Il solaio in latero-cemento trova la sua specificità (ed anche una ragione del suo successo) nel fatto che gli elementi intermedi alle nervature sono idonei ad assolvere più funzioni, contribuendo, in modo non trascurabile, alle prestazioni finali del solaio.

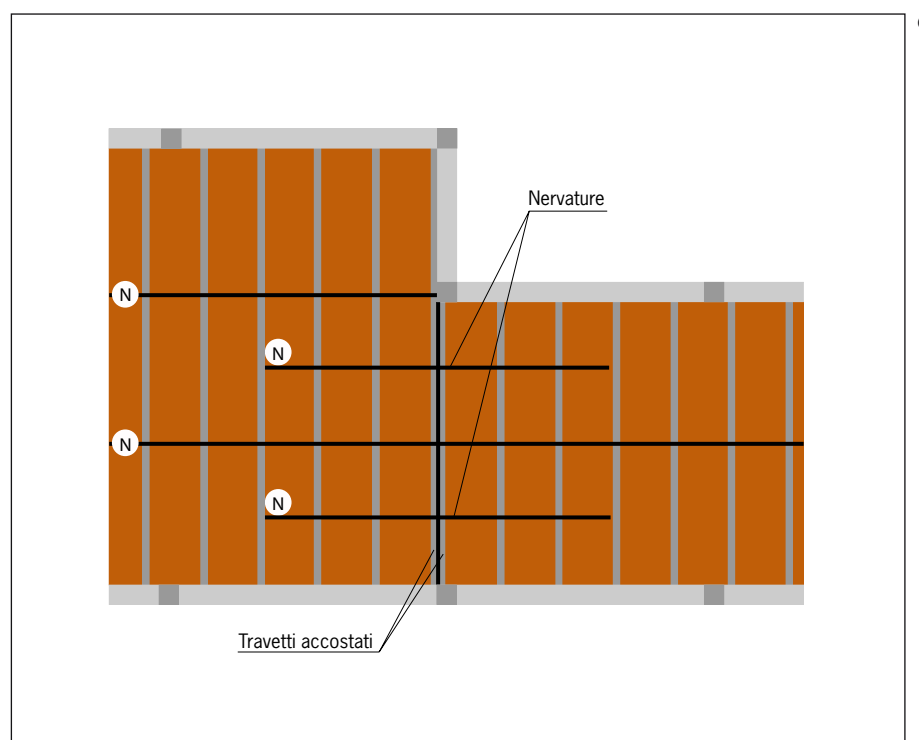
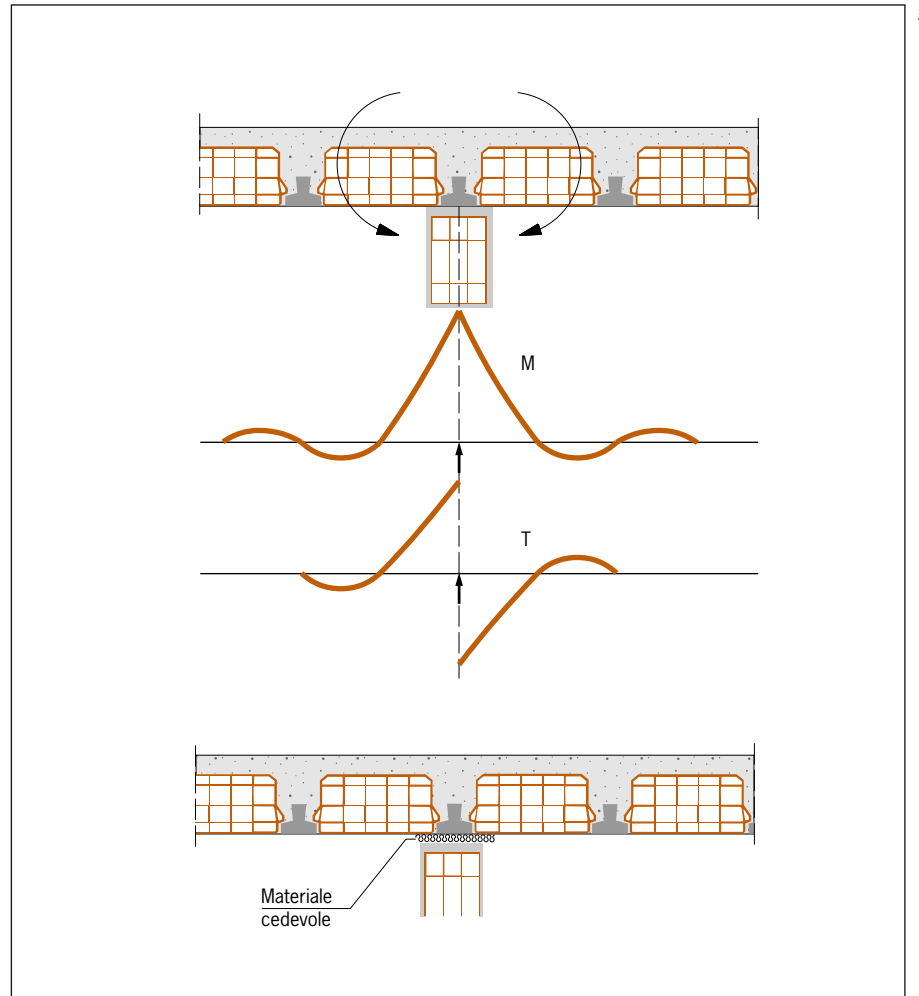
Il blocco di laterizio, anche quando è considerato di semplice alleggerimento, è obbligato a seguire le deformazioni delle altre parti del solaio, fornendo il suo contributo alla resistenza d'insieme, come è stato più volte verificato in laboratorio su prototipi ed, in opera, in occasione di numerosi collaudi.

Il laterizio è dunque chiamato a collaborare all'azione di ripartizione trasversale per rispettare la congruenza nel piano stesso dell'impalcato.

Analisi dello stato deformativo

Lo stato di deformazione è nella realtà un fenomeno complesso che richiede l'analisi di numerosi parametri. Semplificando, il fenomeno deformativo reale, per qualunque struttura in cemento armato, si colloca fra le rette tratteggiate della figura 4, rappresentative delle situazioni limite di sezione omogenea tutta reagente e di sezione parzializzata fessurata. In sede di previsione progettuale viene frequentemente ignorato lo stadio relativo alla deformazione di lunga durata dovuta ai fenomeni viscosi. È evidente che la scelta della rigidità, e quindi dell'altezza strutturale, costituisce il punto di partenza per realizzare soluzioni conformi e rispondenti alle esigenze: un'eccessiva snellezza, abbinata ad altri fattori, può portare ad effetti negativi non previsti. I limiti di snellezza indicati dalla normativa italiana non costituiscono, certamente, criterio sufficiente per ipotizzare la deformabilità dei solai: basta considerare l'ampia escursione che compie la deformazione elastica passando dalla situazione di vincolo ad incastro a quella di semplice appoggio.

Nella figura 5 è rappresentato l'esempio, abbastanza frequente, di un solaio che, se poco rigido, tende ad appoggiarsi sull'elemento costruttivo parallelo alla luce (normalmente una parete di partizione interna) e a ricevere azioni locali, modificando sostanzialmente lo stato di deformazione del solaio corrispondente al regime statico previsto nei calcoli. Poiché il suddetto elemento, parallelo all'asse del solaio, costituisce un vincolo supplementare, localmente, soprattutto in presenza di solai di contenuto spessore, si attivano notevoli componenti di azioni trasversali. Per rispettare la congruenza, occorre consentire la libera deformazione dell'impalcato senza alterarne il regime di flessione principale. Nel caso rappresentato, la parete divisoria deve rimanere distaccata dall'intradosso del solaio sovrastante, prevedendo comunque dispositivi atti a garantirne, la stabilità trasversale.



Così, per effetto della discontinuità delle luci (figura 6), fra due strisce contigue si determina uno sforzo tagliante accompagnato da torsione; infatti la zona appartenente al solaio di luce maggiore tende ad una inflessione più ampia rispetto a quella adiacente.

I momenti trasversali, che nascono per il rispetto della congruenza, possono essere neutralizzati inserendo un sufficiente numero di nervature trasversali armate, tali da assorbire gli sforzi locali; diversamente, nei casi maggiormente complessi, si deve realizzare un giunto completo fra le due nervature affiancate.

Interazioni ai bordi

Gli effetti di disturbo che derivano dalla contiguità dei solai con le strutture di bordo interessano ogni progetto.

La prima soluzione rappresentata nella figura 7 è assolutamente da evitare: è bene che la zona massiccia in getto si estenda oltre le strutture portanti in modo da assorbire i momenti negativi ai bordi. Diversamente, in presenza di elevate sollecitazioni trasversali ai bordi, conviene disporre un giunto strutturale.

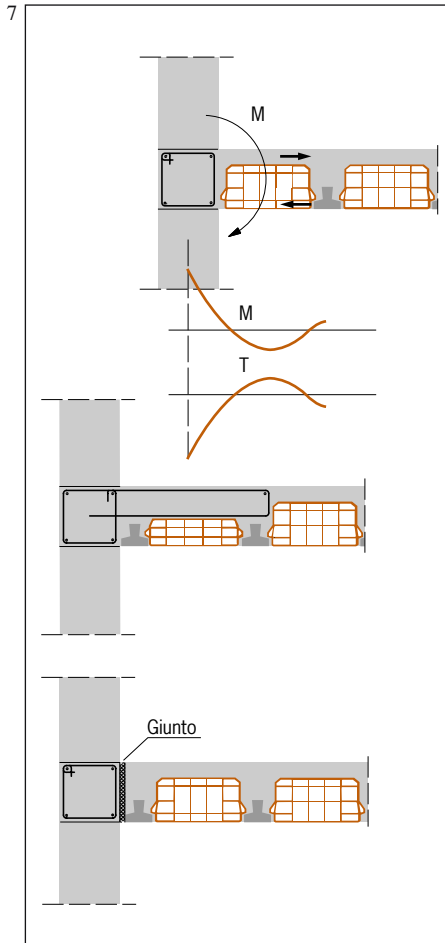
La realizzazione di sbalzi orditi in senso ortogonale all'andamento delle nervature del solaio (figura 8), richiede un esame completo dei parametri statici in gioco per la presenza di momenti negativi anche ai bordi del solaio: luce, carico dello sbalzo, altezze strutturali, rigidezza a torsione delle travi. Le soluzioni conformi sono identificabili in un aumento dell'inerzia della zona contigua alla trave e nella realizzazione di nervature trasversali idonee sia ad assorbire gli sforzi agenti che ad assicurare il necessario ancoraggio delle armature.

Nelle situazioni maggiormente impegnative, in funzione dei valori delle sollecitazioni di progetto, può essere necessario modificare l'orientamento del solaio.

Ciò al fine di realizzare in completa sicurezza l'equilibrio statico del sistema e la trasmissione degli sforzi di compressione all'altra estremità dell'appoggio, prevedendo, se necessario, fasce in conglomerato adeguatamente armate.

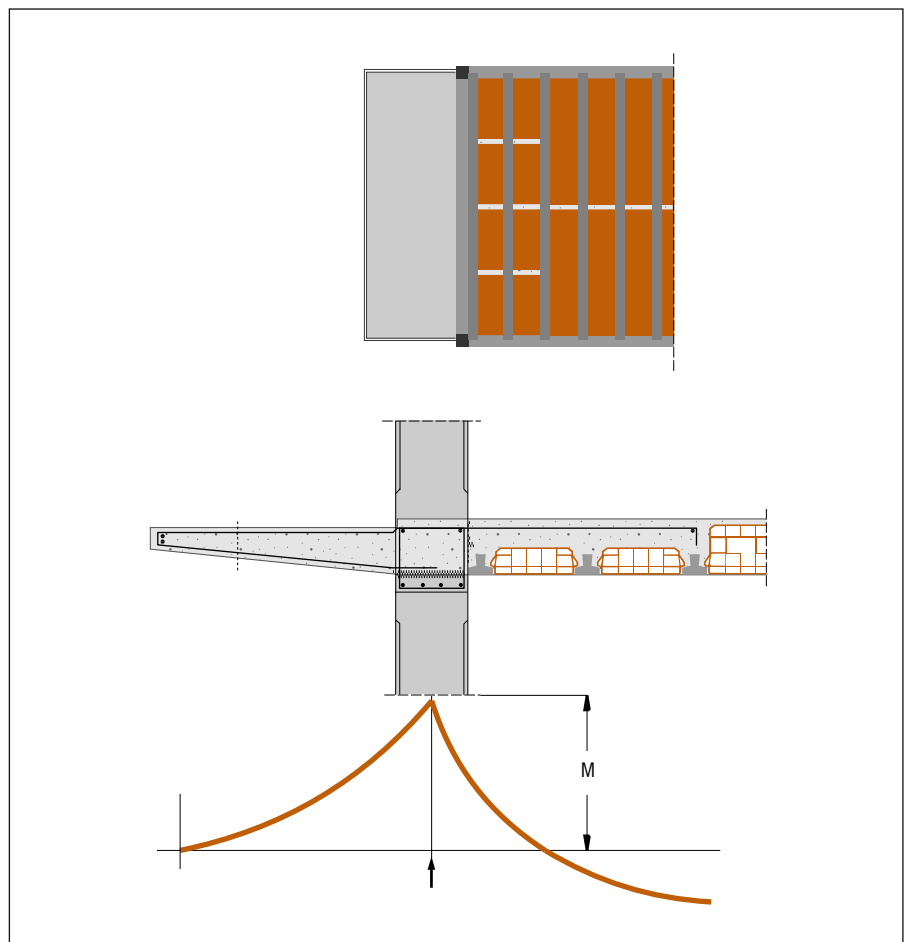
Influenza delle travi portanti

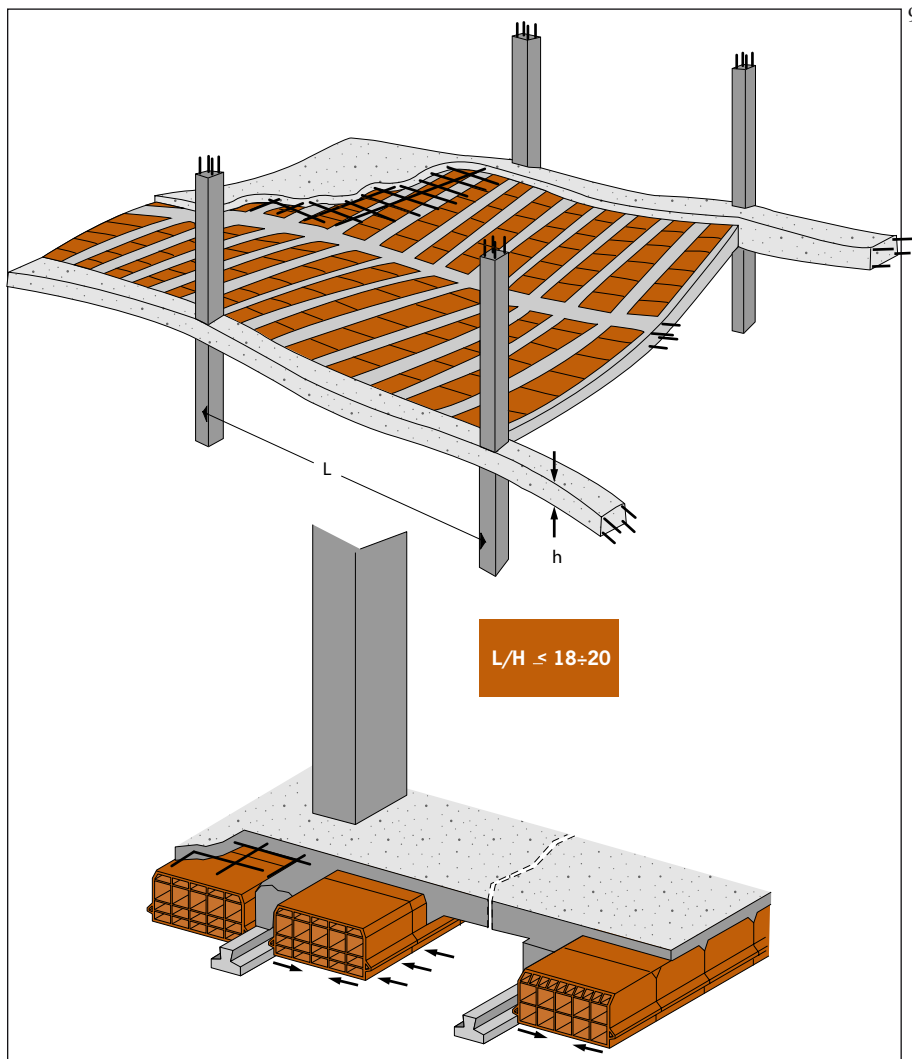
Se si considerano le cosiddette "travi in spessore di solaio", normalmente richieste per ragioni di carattere funzionale, si può constatare che, essendo la scelta delle altezze inter-dipendente, la soluzione può risultare complessivamente irrazionale dal punto di vista statico. Una trave portante eccessivamente



snella fa assumere al solaio una non trascurabile curvatura trasversale con la conseguenza che gli effetti deformativi e le tensioni normali della trave si diffondono nelle zone prossime del solaio (figura 9). Quale parametro di riferimento di pre-progetto per le travi a spessore viene normalmente consigliato di non superare il rapporto l/h il valore di $18 \div 20$. Non bisogna dimenticare che l'adozione in progetto delle travi a spessore conduce l'impalcato ad un funzionamento prossimo a quello di lastra, per cui valgono tutti quegli accorgimenti atti a presidiare la struttura alle sollecitazioni di tipo trasversale: ad esempio, presenza di una soletta collaborante convenientemente armata, nervature di ripartizione ed irrigidimento della trave in corrispondenza del nodo con il pilastro sagomandolo a capitello.

Quando le travi portanti i solai sono costituite da strutture normalmente prefabbricate di grande luce (figura 10) assume grande importanza la deformazione di lunga durata. Per non originare sollecitazioni interne alle strut-





ture, difficilmente valutabili e non previste in progetto, è buona regola disporre giunti, in numero adeguato, in direzione parallela all'asse del solaio. Come disposizione di minimo, si debbono posizionare in mezzeria (al colmo delle travi nelle soluzioni a doppia pendenza) ed in adiacenza alle strutture d'imposta, anche per escludere le sollecitazioni di disturbo dei bordi.

Effetti locali

In presenza di carichi concentrati, difficilmente assimilabili a sovraccarichi uniformi, occorre porre nella giusta attenzione, oltre alla diversa inflessione delle zone contigue, l'effetto di punzonamento, soprattutto quando il carico agisce lungo le nervature principali. I presidi che possono essere attuati prevedono un incremento di rigidità della zona in corrispondenza dell'impronta del carico, sia aumentando la larghezza della nervatura (figura 11), sia aumentando lo spessore della soletta ed introducendo nervature trasversali atte a ripartire il carico su un maggior numero di nervature.

Quando, per esigenze impiantistiche, si richieda la realizzazione nei solai di fori e aperture, le nervature interrotte debbono collegarsi ad un telaio di rinforzo locale gettato in opera; inoltre i carichi portati da tali elementi di collegamento devono essere ripresi dalle nervature situate sui due lati.

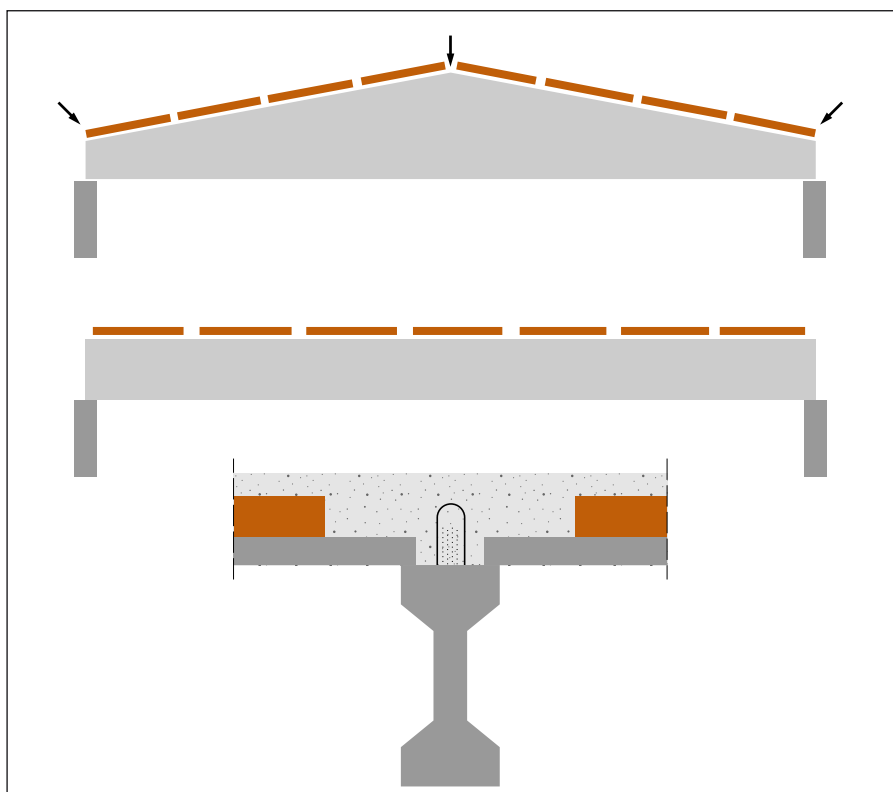
Queste travi "a bilancino" debbono comportare un'armatura superiore prolungata da una parte e dall'altra del foro fino alle nervature successive (figura 12).

Effetti reologici ed effetti termici

Sollecitazioni dovute ai fenomeni viscosi, difficilmente valutabili in sede di progetto, possono essere eliminate rispettando alcune semplici regole esecutive.

È opportuno che la distanza tra i giunti di dilatazione strutturali sia valutata in relazione alle condizioni ambientali ed alle caratteristiche reologiche del calcestruzzo; ciò allo scopo di contenere le sollecitazioni parassite indotte nel solaio dalle deformazioni termoigrometriche della struttura portante. È consigliabile mantenere tale distanza ad intervalli minori di 30 metri, soprattutto per le strutture esposte ad elevati gradienti termici per le quali è d'obbligo ricorrere ad adeguate coibentazioni termiche.

L'effetto termico è di scarso rilievo nei solai intermedi, poichè non esposti ad escursioni rilevanti, mentre assume importanza nei solai confinanti con l'esterno (porticati e coperture) nei quali giova interrompere la continuità trasversale, dove ciò risulta possibile, mediante giunti di dilatazione.



10

Particolari costruttivi per le zone sismiche

Al fine di determinare compiutamente l'equilibrio del sistema, il progetto dell'impalcato, sottoposto ad azioni orizzontali, richiede la determinazione delle forze che esso dovrà sopportare e la definizione del meccanismo con il quale tali forze verranno trasferite.

In funzione del tipo e dell'importanza dell'opera e del livello di approssimazione richiesto possono essere adottati vari procedimenti.

Per la distribuzione delle azioni agli elementi verticali il solaio è normalmente supposto infinitamente rigido. Gli elementi verticali, di conseguenza, vengono progettati per resistere alle forze in proporzione alla loro rigidità. In ogni caso, il progetto dell'impalcato è normalmente basato sullo stesso principio di una trave su supporti dotati di diversa rigidità.

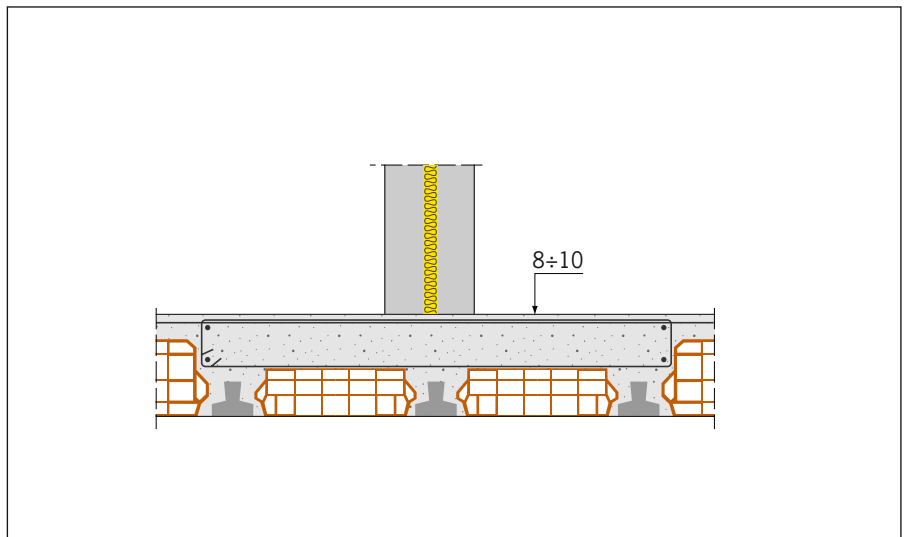
In modo schematico, le azioni sull'impalcato sono rappresentate nella figura 13, nella quale si individuano i possibili modelli di funzionamento. Appare evidente come, per garantire il comportamento a diaframma rigido, diventi fondamentale assicurare il legame fra tutti i diversi elementi della struttura.

Gli accorgimenti da adottare sono così sintetizzabili:

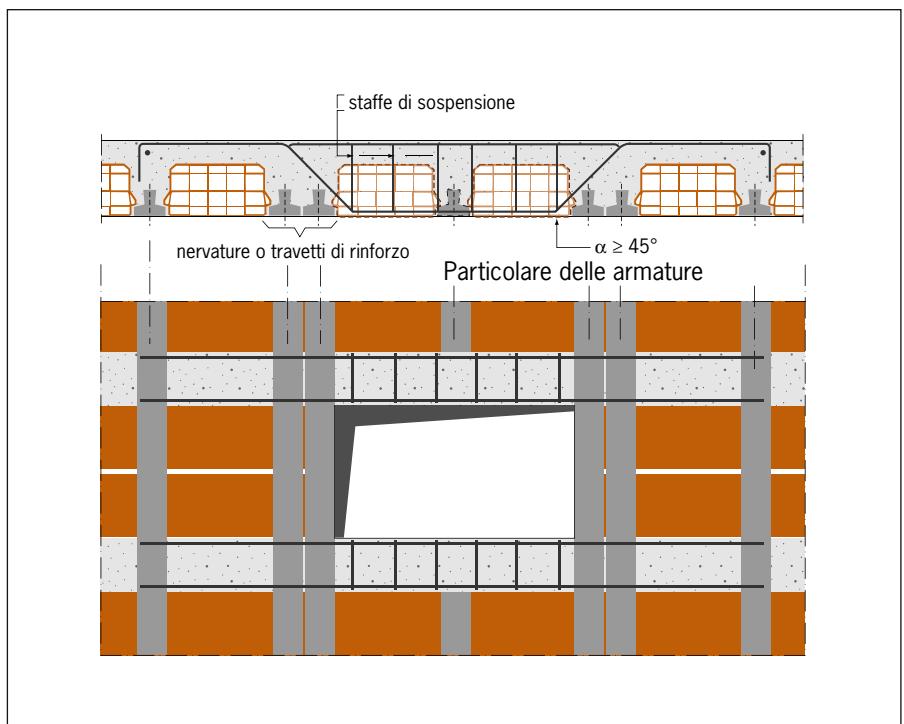
- un efficace incatenamento perimetrale tale da assorbire le sollecitazioni di trazione derivanti dal comportamento globale a diaframma. Per i diaframmi con piante non rettangolari occorre attivare gli incatenamenti fino ai lati opposti (figura 14);
- idonee connessioni, sui bordi dei campi di solaio, alle travi ed agli altri elementi perimetrali della struttura;
- collegamenti interni, fra i componenti il solaio, in grado di assicurare il completo monolitismo (perfetta aderenza e compatibilità fra i materiali, presenza di soletta armata e nervature trasversali).

Un'attenzione particolare è richiesta quando risultano contigui in pianta elementi dotati di rigidità maggiore rispetto agli elementi adiacenti: una brusca variazione di rigidità determina una concentrazione di sforzi e quindi una riduzione della duttilità complessiva disponibile nell'edificio.

Questo problema si presenta con una certa frequenza perchè i solai e le coperture, spesso, sono interrotti da vani scala, ascensori, condotti, lucernari o altri elementi architettonici. La dimensione e la posizione di questi inserimenti può essere critica per "efficacia dei

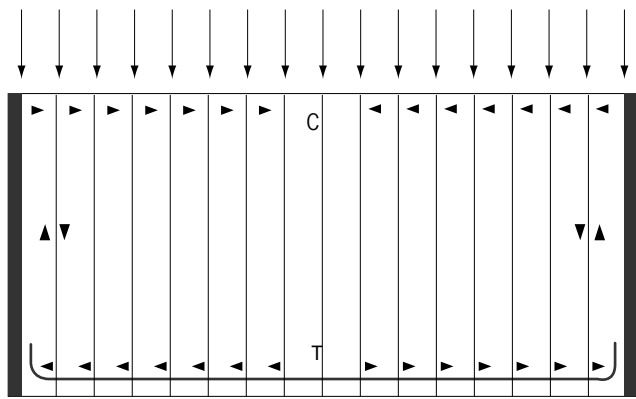


11

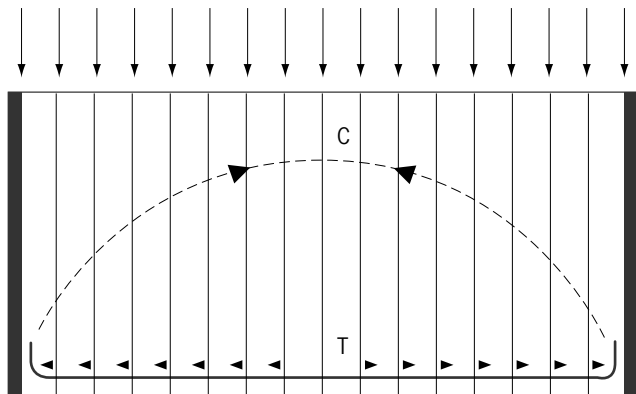


12

- 13. Modello di funzionamento a diaframma.
- 14. Schema degli incatenamenti.
- 15. Particolari costruttivi per zona sismica.



Modello a griglia



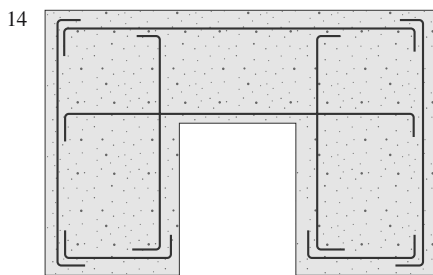
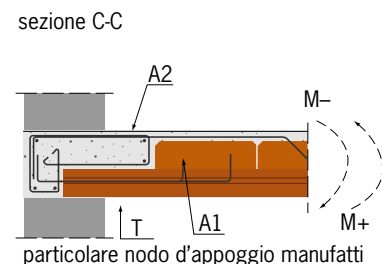
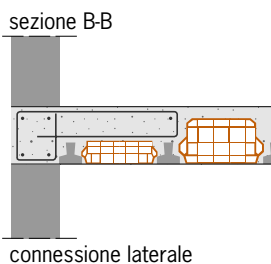
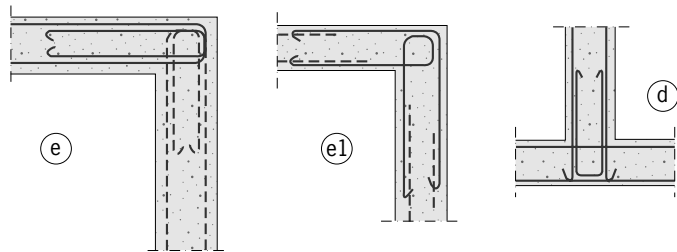
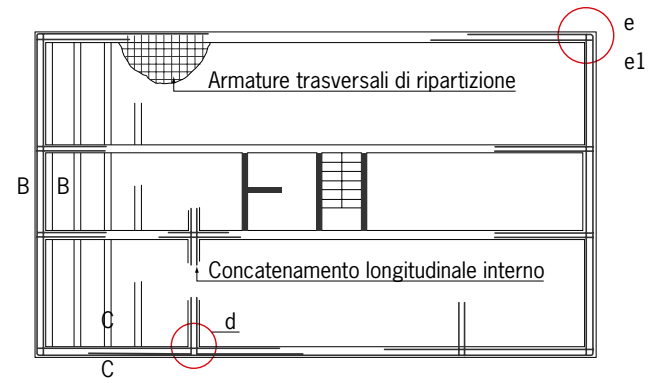
Modello ad arco

diaframmi. Si pone rimedio a queste irregolarità mediante una opportuna distribuzione in pianta delle fasce massicce da realizzarsi nei punti singolari, ottenibile facilmente con i solai in latero-cemento in uso e soprattutto variando con gradualità l'inerzia delle sezioni (figura 15).

Conclusioni

Queste brevi note non intendono esaurire le varie problematiche che si presentano nella progettazione ed esecuzione dei solai in latero-cemento, ma cercano di mettere in evidenza i concetti che governano questa tipologia strutturale nella definizione dei particolari costruttivi, che, come è stato evidenziato, sono risolvibili ricorrendo a normali e collaudati accorgimenti operativi impliciti nella tipologia stessa.

Questi appunti, nemmeno si sostituiscono alle norme fondamentali di buona tecnica, più o meno codificate, che certamente dovrebbero far parte del patrimonio conoscitivo degli operatori del settore, ma intendono fornire spunti operativi per la realizzazione corretta di tale categoria strutturale spesso collocata erroneamente in un ambito di "minimizzazione di competenze progettuali ed esecutive".



14