

31 Orizzontamenti

I solai sono strutture orizzontali caratterizzate dall'assenza di un supporto continuo sottostante e capaci di sopportare carichi permanenti e accidentali.

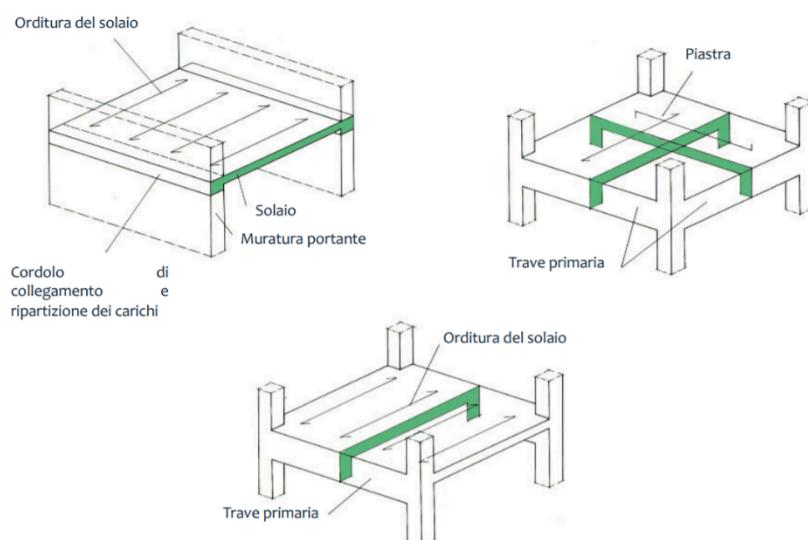
Sono detti **unidirezionali** quei solai che si collegano alla struttura portante (trave o cordolo) su due lati contrapposti: si tratta di solai con *una direzione prevalente di inflessione a cui corrisponde la disposizione delle armature*.

Sono detti **bidirezionali o a piastra** quei solai che, per effetto di *un'armatura incrociata sono supportati su tutto il perimetro (trave o cordolo) o per punti (pilastro)*. I solai bidirezionali si utilizzano quando i lati dell'ambiente da coprire hanno un rapporto di lato uguale o vicino a 1:1.

I solai sono completati da strati non strutturali (intonaco, pavimentazione, ecc.) in funzione della destinazione degli spazi confinanti e da strutture continue – cordoli alti quanto il solaio e larghi come il muro per omogeneità di facciata

Approssimativamente un solaio ha uno **spessore pari a 1/20 – 1/25 della luce**.

Solai	Residenze	Altro
In laterizio	61,1%	6,2
Gettati in opera	24,5%	1,6
A travetti	30,4%	2,1
A pannelli	5,2%	2,1
A lastre alleggerite	1%	0,2
In altri materiali	26,2%	6,5



Solaio Unidirezionale a Soletta

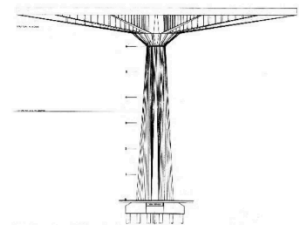
Tra i solai a tipologia unidirezionali quelli in calcestruzzo armato pieno hanno solitamente **uno spessore compreso tra 8,0 e 25,0cm**.

Per non superare i 25cm di spessore la luce del solaio non dovrebbe superare i 5-6m; superata tale

misura è preferibile adottare un solaio nervato in quanto la soletta piena risulta eccessivamente pesante. La direzione del solaio viene data dall'orditura dei ferri dell'armatura. Per luci superiori ai 5-6m si può ridurre lo spessore della soletta (fino a 1/35) della luce anche ricorrendo alla precompressione a cavi post tesi.

Solaio Bidirezionale a Piastra

In una piastra il *carico viene diviso fra i supporti nelle due direzioni e le deformazioni in una direzione vengono in qualche modo limitate dalla presenza dell'altra direzione di scarico*. Una piastra a cassettoni, ovvero a **nervatura incrociata**, funziona infatti come un graticcio di *travi rigidamente collegate fra loro*. Quando i vincoli della piastra non sono continui (pilastri) in prossimità dell'appoggio si crea una concentrazione di sforzi che mette a rischio la stabilità della struttura: questo spiega i ***pilastri a fungo*** ed i ***pilastri a capitello***. I pilastri a fungo sono elementi puntiformi svasati verso l'alto che sostengono direttamente un solaio bidirezionale in calcestruzzo armato: grazie alla particolare conformazione, il *pilastro a fungo aumenta la superficie sostenuta*. Anche se le colonne a fungo si possono già trovare in molte esperienze storiche, l'utilizzo in età moderna di tale soluzione è legata all'ingegnere svizzero Robert Maillart che l'ha perfezionata per sfruttare le proprietà del calcestruzzo armato. Questo tipo di solaio può anche essere realizzato in legno.



Solaio Unidirezionale in Laterocemento

In Italia il solaio unidirezionale in laterocemento è sicuramente la soluzione più diffusa.

Si tratta di ***solai misti nervati unidirezionalmente con interposti elementi in laterizio, che modificano il comportamento del solaio (funzione di alleggerimento), ma non hanno funzione strutturale***.

Di fatto è un solaio che presenta le stesse caratteristiche e gli stessi vantaggi della piastra unidirezionale nervata ma che ***ha un intradosso complanare e intonacabile***, e risulta di più facile lavorazione in cantiere.

Gli elementi in laterizio (**le pignatte**) possono avere le alette sulla parte inferiore, oppure ad una altezza intermedia; nel primo caso si dovrà completare con l'armatura ed un getto di calcestruzzo tra due pignatte, nel secondo caso, più semplicemente, le alette servono per poggiare le pignatte sui travetti.

Il profilo delle pignatte in laterizio è tale da permettere alternativamente:

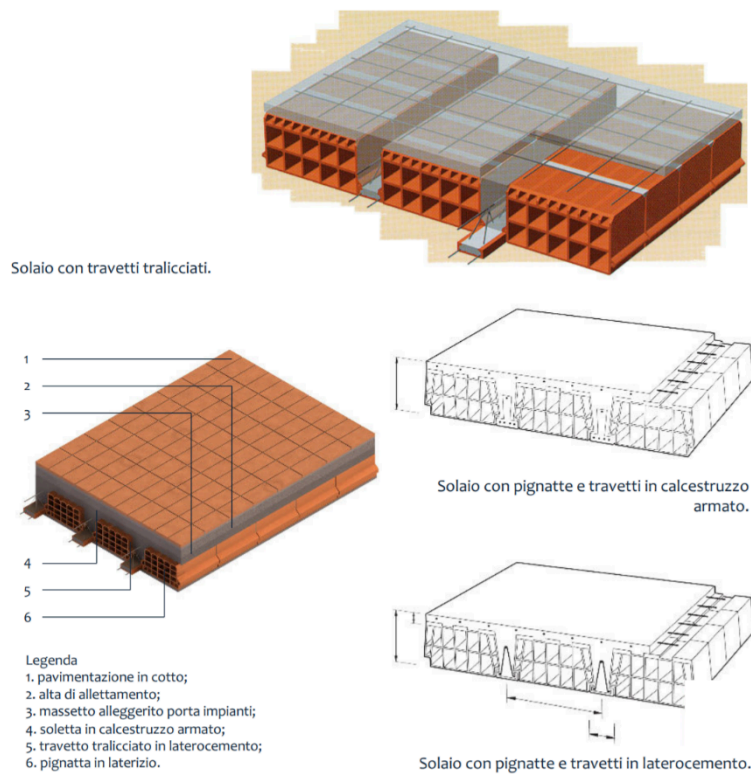
- 1. la ***realizzazione di nervature in calcestruzzo armato tra file di pignatte affiancate***;
- 2. ***l'appoggio delle pignatte su due travetti prefabbricati***.

Per meglio rispondere alle sollecitazioni trasversali le pignatte dovrebbero essere poste a giunti sfalsati.

Prima di effettuare il getto di completamento è buona norma prevedere la posizione delle **forometrie** per il passaggio di canalizzazioni o di canne fumarie: ciò consente di disporre preventivamente delle casseforme per i fori e di realizzare i rinforzi necessari.

I travetti invece devono essere appoggiati per almeno 5cm e ciò vale sia in caso di travi in calcestruzzo armato (struttura intelaiata) che in caso di cordoli (struttura lineare). Il getto di completamento in calcestruzzo deve avere un'armatura di ripartizione dei carichi, che funziona come le solette dei solai nervati, quindi deve avere uno spessore non inferiore a 4cm se la luce del solaio supera 4,50m. In assenza di una soletta armata (solai rasati), i solai con luce superiore a 4,5 m devono essere irrigiditi dal rompitratta (D.M. 17.01.2018, "Norme tecniche per le costruzioni"): tale nervatura viene generalmente concepita come una piccola trave.

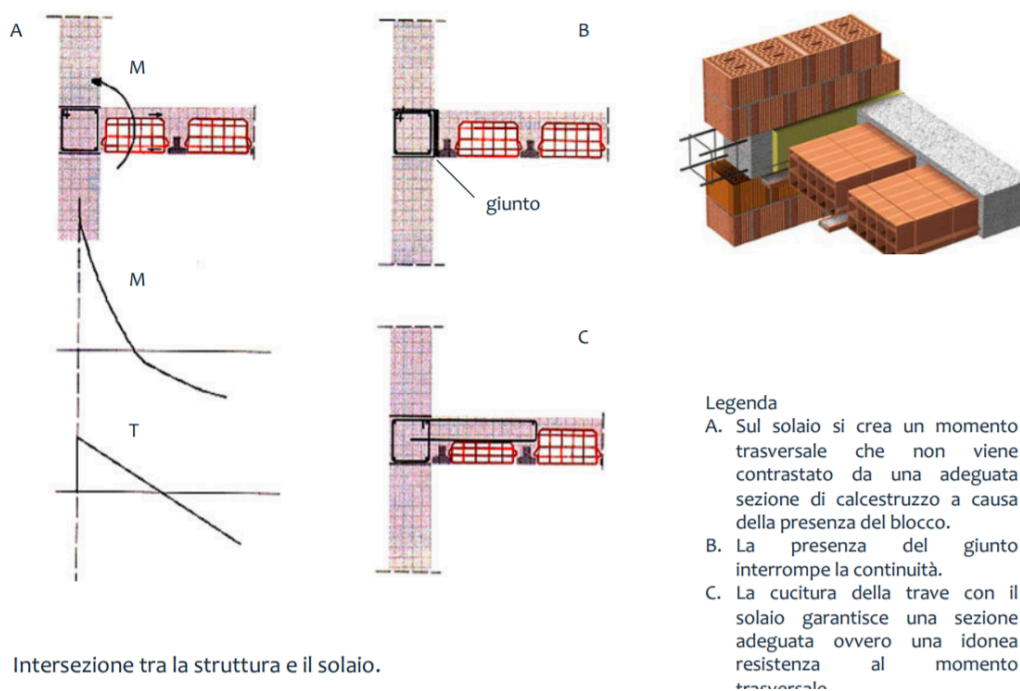
I solai in laterocemento hanno uno spessore non minore ad $1/25$ della luce (se usiamo travetti prefabbricati si abbassa ad $1/30$) e non minore di 12cm.



Armatura

In generale, e in particolar modo nel caso di solai a lastre o pannelli dove è molto più difficoltoso inserirsi sull'appoggio, è necessario prevedere delle apposite **armature** dette **di ammaraggio**.

Si deve disporre agli appoggi dei solai un'armatura inferiore incorporata o aggiunta, convenientemente ancorata, in grado di assorbire uno sforzo di trazione pari al taglio.



Nervatura di rinforzo

Il funzionamento monodirezionale del solaio mal si sposa con la distribuzione reale dei *carichi*: essi infatti non sono disposti in maniera uniforme su tutto il solaio ma *generalmente agiscono in maniera puntuale o distribuita ma nel senso trasversale all'orditura del solaio*. Ad esempio, le pareti interne possono imprimere sul solaio azioni concentrate che possono portare a lesioni o deformazioni non volute. In tal caso al *fine di evitare possibili lesioni nei blocchi di laterizio* o il localizzarsi in alcuni punti di accumulo di tensioni che potrebbero inficiare la resistenza stessa del solaio, **è opportuno predisporre delle nervature trasversali** che colleghino tra loro più travetti così da chiamarli tutti a collaborare.

Rompitratta

Quando la luce del solaio è superiore a 4-5m si realizzano delle nervature trasversali dette nervature rompitratta o corree di ripartizione, che *distribuendo omogeneamente i carichi generano un comportamento a piastra del solaio*.

I rompitratta sono utilizzati anche per collegare trasversalmente campiture di solaio adiacenti ma di luce differente. Infatti, la diversa entità dell'inflessione delle due strutture potrebbe, nella striscia di confine, a tensioni elevate e a conseguenti lesioni nei blocchi di solaio che rappresentano la parte più debole della struttura.

Casseforme e Sostegni

La disposizione degli irrigidimenti deve essere attentamente studiata: il punto di appoggio deve essere sicuro così come la connessione con la struttura.

In particolare, un puntellamento provvisorio deve garantire:

- un appoggio solido
- dei vincoli adeguati per i puntelli
- dei puntelli stabili
- dei puntelli adeguatamente resistenti

Una cassetta provvisoria deve inoltre garantire:

- una adeguata resistenza
- indeformabilità

Aperture nei solai:

L'apertura in un solaio può essere realizzata sia tra due travetti, con 'rimozione' delle pignatte, che di dimensioni maggiori con la realizzazione di travi secondarie e spondine (telaio gettato sul bordo del vano)

Solaio a Pannelli Prefabbricati

I solai in laterocemento prefabbricato rappresentano l'industrializzazione del solaio tradizionale.

Tali solai, che hanno una dimensione pari a due o tre blocchi, riducono i tempi di posa in opera ma possono essere impiegati con successo (temporale ed economico) soltanto in edifici a pianta regolare e in cantieri dotati di apparecchiature di sollevamento adeguate.

Per i solai a pannelli in laterocemento la realizzazione del rompitratta è alquanto complicata poiché deve essere previsto già in fase di produzione l'esatto posizionamento così da inserire dei blocchi di altezza ridotta.

Sfondellamento

Per sfondellamento si intende il parziale distacco dell'intradosso di un solaio con la conseguente (pericolosa) caduta di parti dello stesso.

Cause frequenti sono:

- 1 – errori progettuali (sottodimensionamento del solaio al momento negativo o al taglio; eccessiva flessibilità del solaio; interasse di lunghezza eccessiva; ecc.)
- 2 – difetti esecutivi (assenza di copriferro; dilatazioni termiche e igrometriche impedita; ecc.)
- 3 – fenomeni in fase d'uso (carichi appesi; aumento incontrollato di carichi, ecc.)

Solaio Unidirezionale a Predalle

La predalle (soletta in francese) è una lastra sottile prefabbricata (spessore di 4-7cm) che costituisce una cassaforma a perdere del solaio realizzato in opera. Il solaio a predalle, con uno spessore complessivo di soli 16-21cm, può essere a soletta piena o nervata e con elementi di alleggerimento in laterizio o polistirene. Il maggior vantaggio di tale soluzione è di non necessitare di uno strato di finitura a intonaco nell'intradosso e nella soppressione delle casseforme e nella riduzione di puntelli provvisori, pur garantendo sicurezza di cantiere.

Nella soluzione più diffusa la soletta, ruvida nell'estradosso per dare continuità strutturale al successivo getto, contiene dei tralicci che fuoriescono, tra i quali sono interposti blocchi di alleggerimento in materiale plastico espanso. In corrispondenza dei tralicci il getto in opera realizza le nervature. Le predalle prefabbricate raggiungono una superficie massima di 40-50m² per non rendere troppo complicata la loro movimentazione.

Solaio a Sbalzo

La continuità strutturale dell'elemento orizzontale deve essere assicurata anche nel caso di uno sbalzo, come ad esempio in presenza di balconi.

L'armatura dello sbalzo deve proseguire ed ancorarsi all'interno della campata contigua così da sfruttare l'eventuale momento negativo della campata.

In presenza di sbalzi con orditura perpendicolare a quella del solaio della campata adiacente, è opportuno che l'armatura dello sbalzo prosegua oltre la trave (o appoggio in genere) all'interno della soletta della campata per almeno due file di pignatte.

Per conferire una maggiore rigidità al solaio e garantire un migliore ancoraggio delle armature si può prevedere di impiegare, per la prima fila di blocchi del solaio attiguo, blocchi di tipo ribassato in corrispondenza del solaio a sbalzo.

Solaio Bidirezionale Alleggerito con Elementi Sferici

Il solaio in calcestruzzo armato a struttura bidirezionale alleggerito con elementi sferici in plastica riciclata, è composto da due reti elettrosaldate (una inferiore ed una superiore) e da una serie di tralicci che fungono da distanziatori e da armatura per le sollecitazioni al taglio.

Il sistema funziona per effetto della riduzione complessiva del peso (in una struttura buona parte dell'armatura è dovuta al peso proprio) dovuta all'eliminazione del calcestruzzo, laddove questo non ha effetto strutturale e l'inserimento di sfere in materiale plastico. Sommergendo i casseri nel getto di calcestruzzo si ottiene la formazione di una soletta piana continua sia all'estradosso sia all'intradosso oltre che un graticcio di nervature interconnesse tra loro, nei due sensi, a costituire le sezioni resistenti. Le solette così realizzate consentono un notevole risparmio di calcestruzzo.