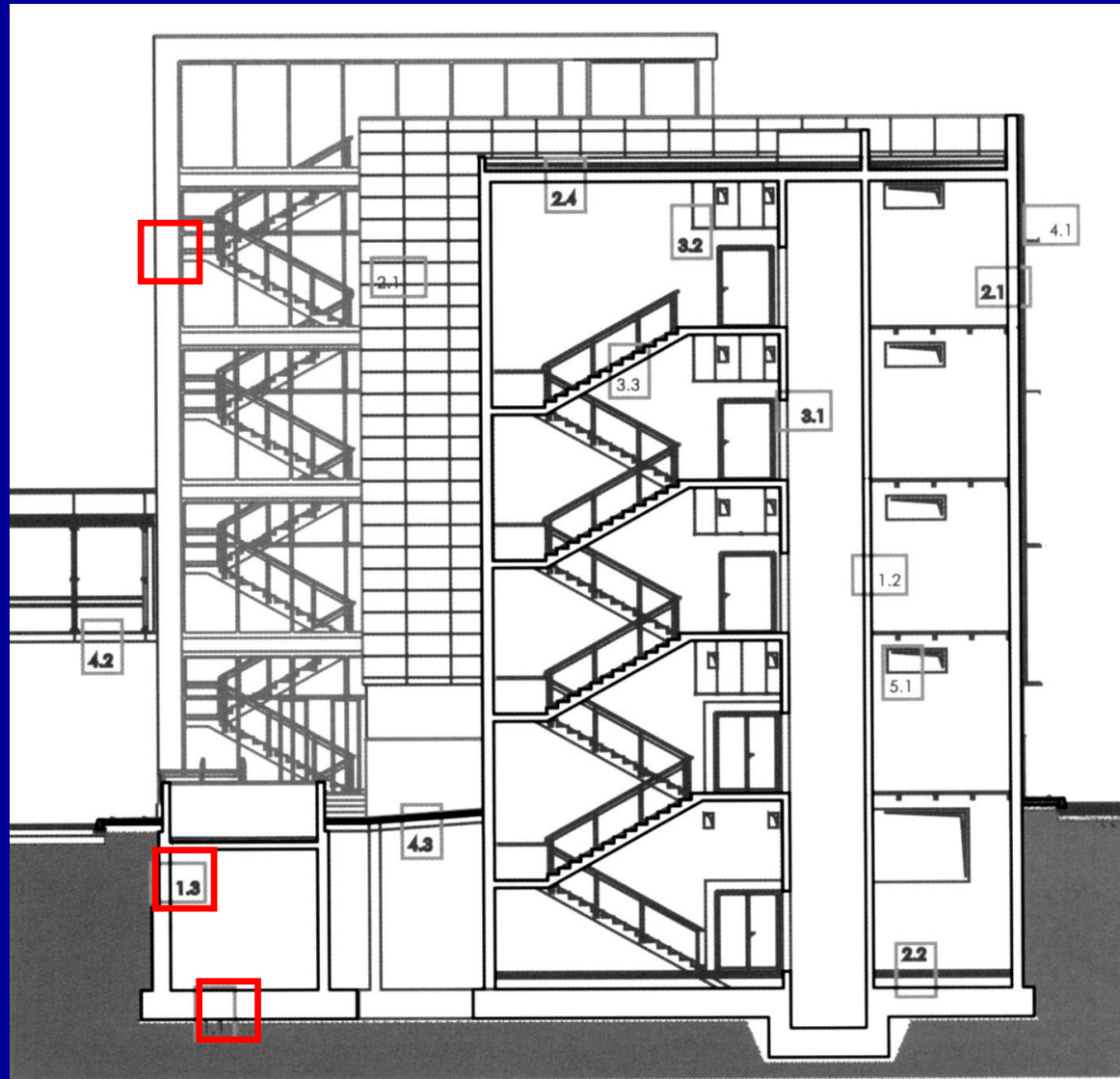


LA STRUTTURA PORTANTE

Classi di Unità Tecnologiche	Unità Tecnologiche	Classi di Elementi tecnici
1. Struttura portante	1.1 Struttura di fondazione	Struttura di fondazione diretta Struttura di fondazione indiretta
	1.2 Struttura di elevazione	Struttura di elevazione verticale Strutt. di elevazione orizzontale e inclinata
	1.3 Struttura di contenimento	Struttura di contenimento verticale Struttura di contenimento orizzontale
2. Chiusura	2.1 Chiusura verticale	Pareti perimetrali verticali \ Infissi
	2.2 Chiusura orizzontale inferiore	Solai a terra Infissi orizzontali
	2.3 Chiusura orizzontale su spazi aperti	Solai su spazi aperti
	2.4 Chiusura superiore	Coperture Infissi esterni orizzontali
3. Partizione interna	3.1 Partizione interna verticale	Pareti interne verticali Infissi interni verticali Elementi di protezione
	3.2 Partizione interna orizzontale	Solai Soppalchi Infissi interni orizzontali
	3.3 Partizione interna inclinata	Scale interne Rampe interne
4. Partizione esterna	4.1 Partizione esterna verticale	Elementi di protezione Elementi di separazione
	4.2 Partizione esterna orizzontale	Balconi e logge Passerelle
	4.3 Partizione esterna inclinata	Scale esterne Rampe esterne

**ALLA CLASSE DI UNITA' TECNOLOGICA:
STRUTTURA PORTANTE**

**CORRISPONDONO LE UNITA' TECNOLOGICHE:
STRUTTURA DI FONDAZIONE
STRUTTURA DI ELEVAZIONE
STRUTTURA DI CONTENIMENTO**



STRUTTURE DI ELEVAZIONE

L'unità tecnologica struttura di elevazione è l'insieme degli elementi tecnici del sistema edilizio che hanno il compito di sostenere i carichi verticali e orizzontali, trasmettendoli alle sottostanti fondazioni.

E' possibile raggruppare gli elementi costruttivi delle strutture portanti in tre classi di elementi tecnici:

- strutture di elevazione verticali (pilastri e setti)
- strutture di elevazione orizzontali ed inclinate
(travi, solai, scale)

La progettazione delle strutture di elevazione deve rispondere ai seguenti requisiti:

- resistenza meccanica
- sicurezza al fuoco
- benessere termoigrometrico
- benessere acustico
- durabilità
- protezione dagli agenti esterni
- integrabilità degli elementi tecnici
- conformabilità degli spazi

La norma UNI 8290 articola le strutture di elevazione in strutture verticali, orizzontali ed inclinate ma ai fini della trattazione delle tecnologie costruttive appare più opportuno riferirsi ad una classificazione morfologica degli elementi tecnici.

Tratteremo quindi contemporaneamente gli elementi portanti verticali ed orizzontali, distinguendo le strutture in:

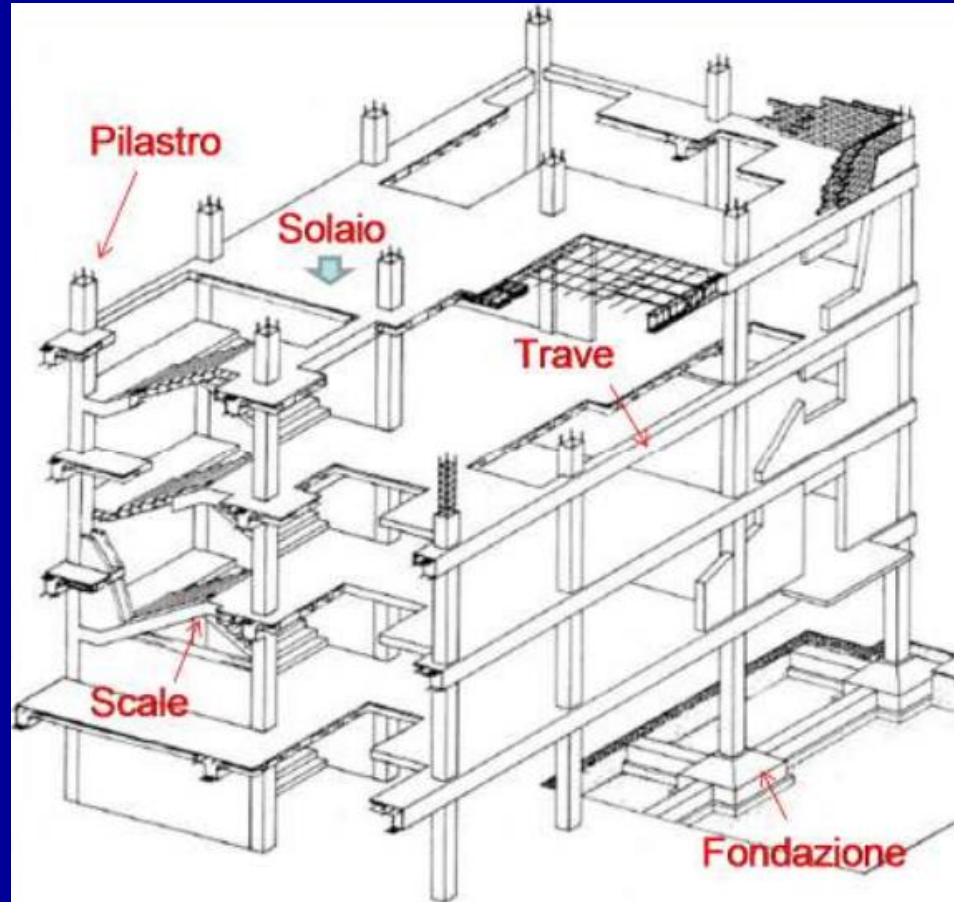
- elementi **lineari** → Strutture a telaio (travi e pilastri)
- elementi **bidimensionali** (piani) → Strutture a pareti portanti e piastre
- elementi **tridimensionali** → Strutture scatolari

Strutture portanti a telaio

Le strutture portanti a telaio sono costituite da elementi verticali lineari (**pilastr**i) aventi come unica funzione quella di sostenere l'edificio, (mentre le funzioni di contenimento ed involucro vengono lasciate ad elementi tecnici non portanti quali le pareti perimetrali), e da elementi orizzontali (**travi**).

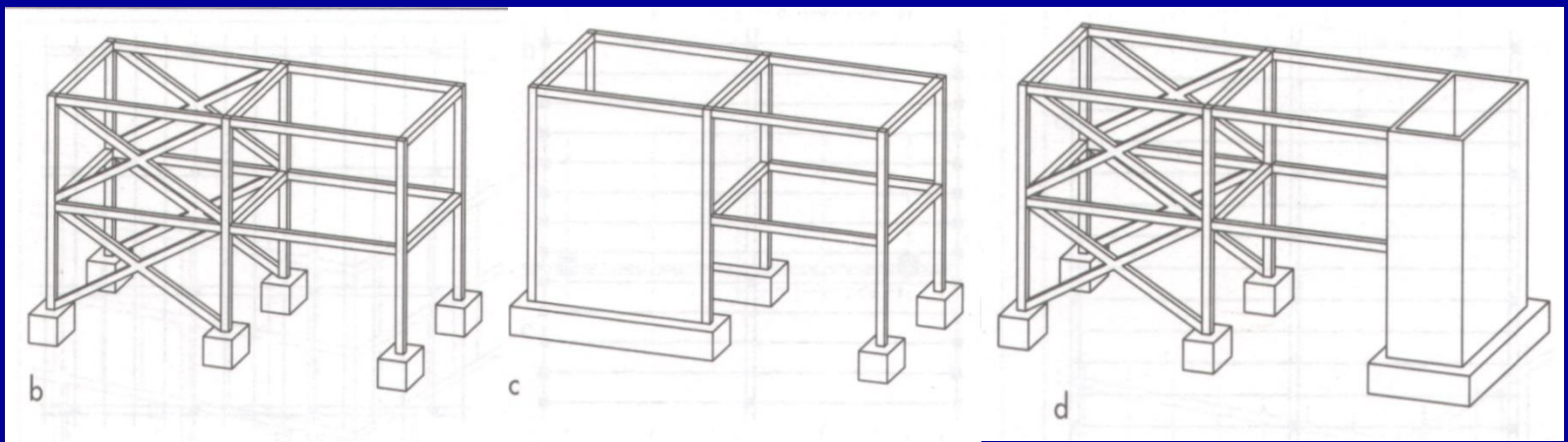
Il sistema portante “a telaio” prende questo nome dallo schema semplificato che lo caratterizza: un **sistema di due pilastri ed una trave** connessi rigidamente (cioè con vincoli di incastro), che richiama il principio costruttivo del telaio.

L'aggregazione di più telai connessi con elementi piani (solai) e sovrapposti su più piani dà origine alla struttura portante a telaio di un edificio.



Nelle strutture portanti a telaio assume particolare importanza la funzione di **irrigidimento** dell'intero sistema strutturale, necessario per contrastare le forze orizzontali agenti sull'edificio.

A questo fine si agisce sui singoli telai dotandoli di connessioni rigide oppure affidando il contrasto a **strutture di irrigidimento** o di **controventamento**, realizzate mediante aste incrociate e interconnesse ai nodi strutturali o mediante pareti portanti che irrigidiscono i telai o posti in senso ortogonale ai telai stessi.



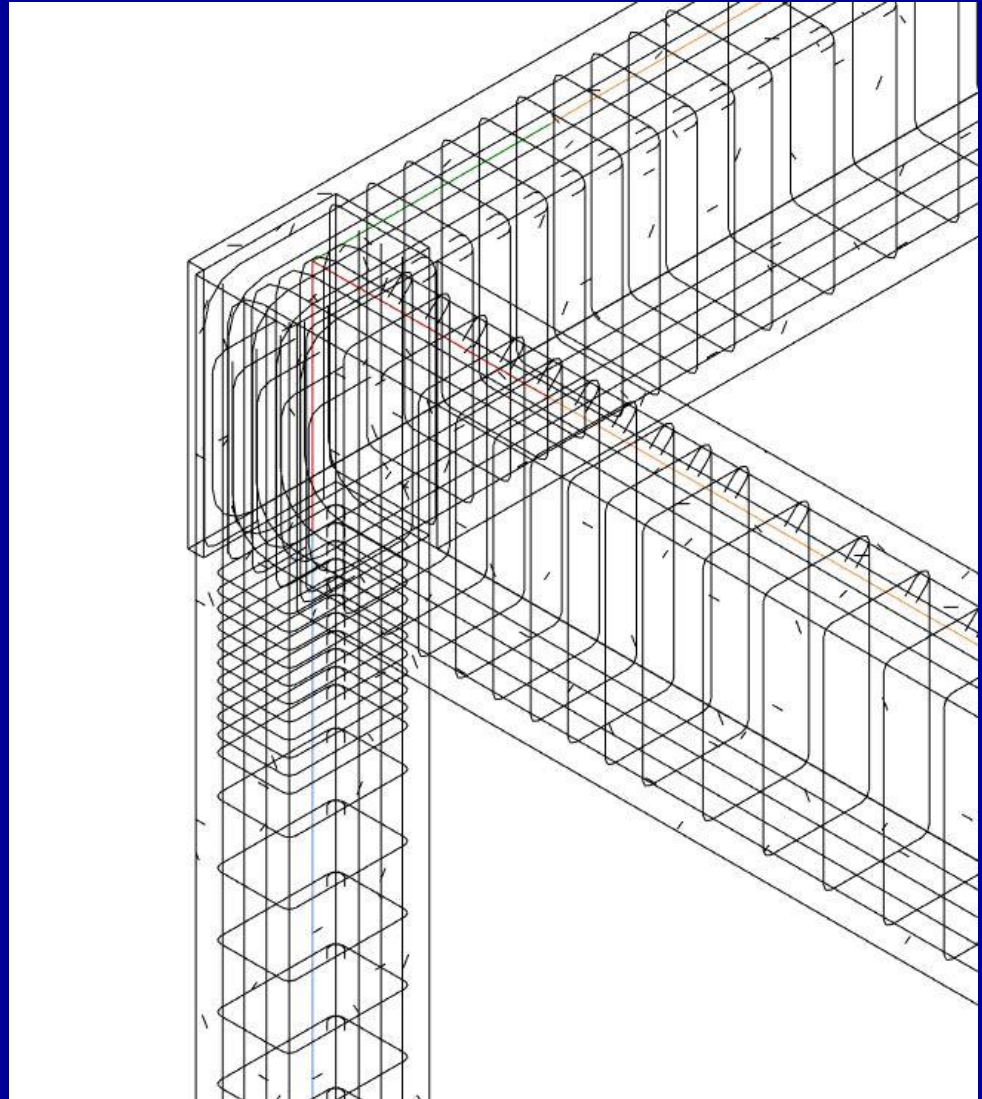
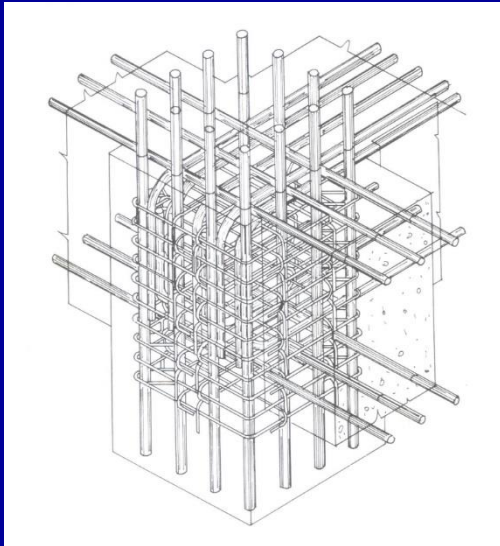
Dal punto di vista della produzione, i tipi intelaiati possono essere Ottenuti:

- per getto in opera
- per assemblaggio di elementi prefabbricati o semiprefabbricati in conglomerato cementizio o in acciaio.

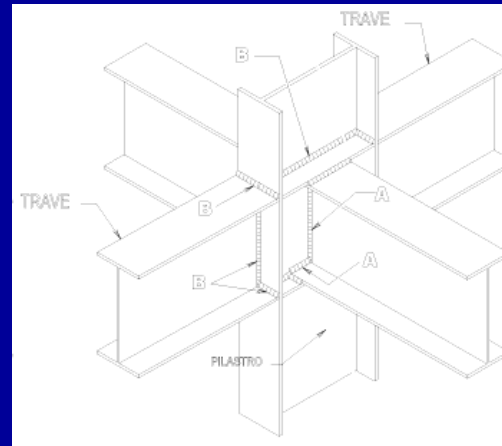
Le strutture portanti a telaio possono essere realizzate in:

1. calcestruzzo armato
2. acciaio
3. legno

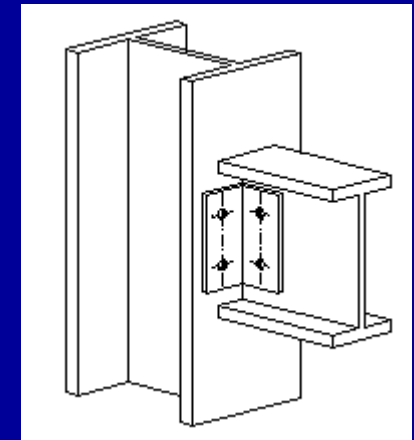
Nelle strutture in cls armato la **connessione** tra travi e pilastri è garantita dalla **continuità delle armature in acciaio** (ferri di ripresa) e dei getti di cls, che seppur gettati in momenti successivi riescono a realizzare un comportamento omogeneo agli sforzi incidenti.



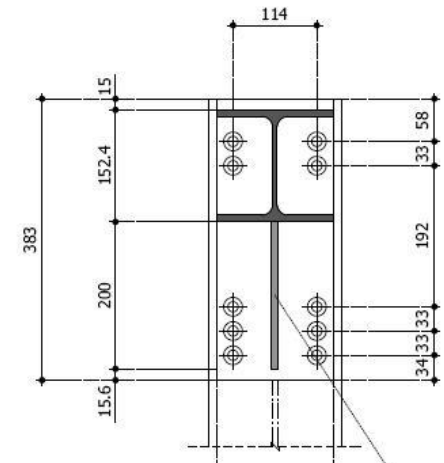
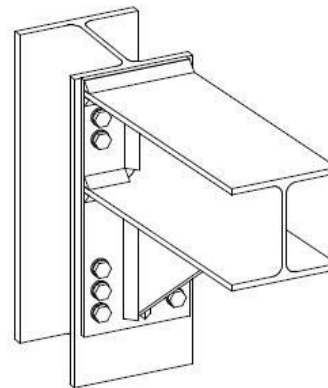
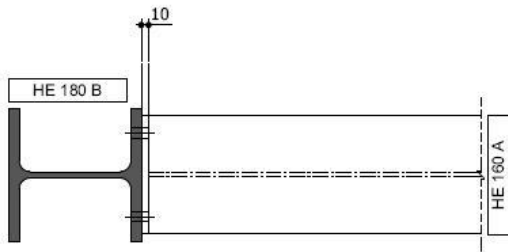
Nelle strutture in acciaio la connessione è garantita dai sistemi di **bullonatura e saldatura**.



saldatura

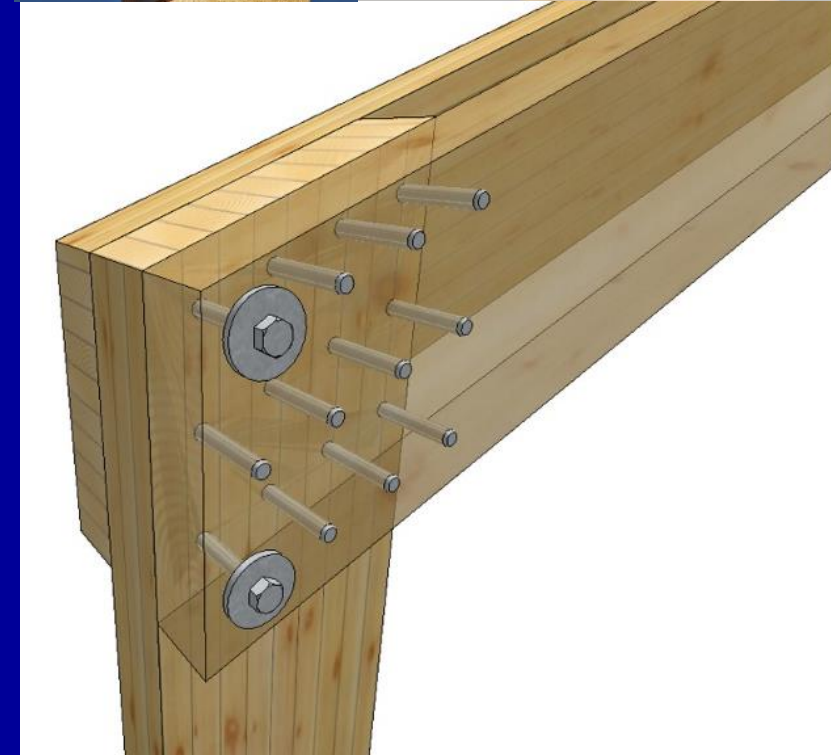
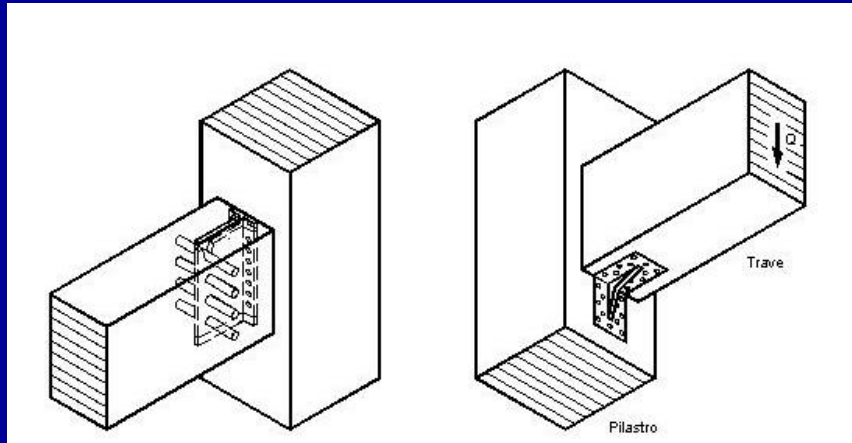


Piastre e bulloni



Piastre e bulloni

Nelle strutture in legno la connessione è garantita da incastri, **incollaggi** e **chiodature**.



1 - Le strutture a telaio in calcestruzzo armato

L'utilizzo del calcestruzzo armato si diffuse nell'edilizia a partire dalla fine dell'Ottocento anche se la metodologia di calcolo e verifica venne codificata solo dalla seconda metà degli anni '30.

Attualmente è il sistema costruttivo per le strutture portanti più diffuso nell'edilizia corrente grazie alla relativa semplicità esecutiva, unita ad un costo di produzione relativamente basso.

I criteri di calcolo si basano sulle differenti specificità dei due materiali distinti, quali l'ottima resistenza a compressione del conglomerato cementizio, unita all'altrettanto valida risposta a trazione dell'acciaio.



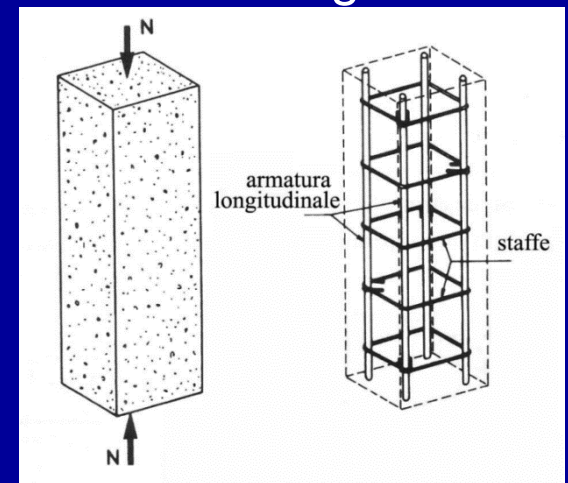
1 - Strutture a telaio in c.a.

I pilastri sono realizzati mediante la predisposizione di armature costituite da

- **barre** di acciaio poste **longitudinalmente** all'asse del pilastro, disposti agli angoli e, in alcuni casi, lungo i lati della sezione, secondo la distribuzione delle sollecitazioni di trazione nell'elemento, in relazione alle condizioni di carico e di vincolo.
- da **staffe trasversali** collegate a realizzare una gabbia rigida che viene successivamente annegata nel cls, gettato in apposite casseforme (carpenterie) predisposte secondo il disegno e le dimensioni di progetto.

I **pilastri** sono soggetti generalmente a sforzi di **pressoflessione**

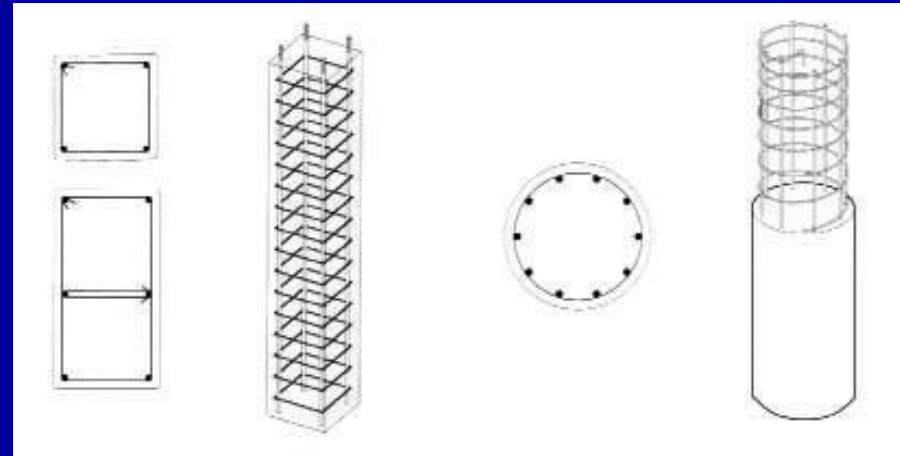
Essi hanno generalmente sezioni quadrate o rettangolari



Le **staffe** non partecipano direttamente alla resistenza dei pilastri ma hanno importanti funzioni ausiliarie, infatti esse:

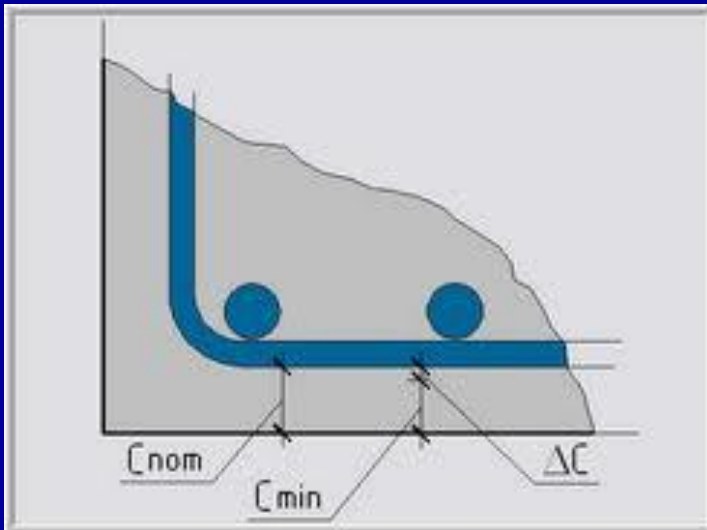
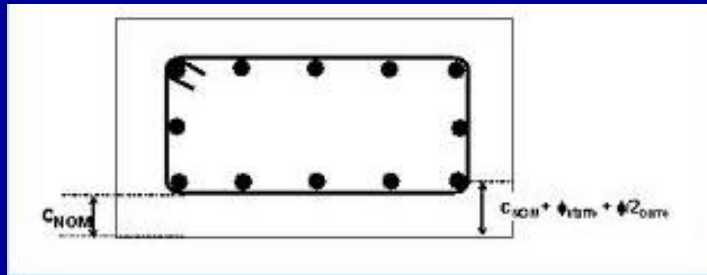
- sono indispensabili per il posizionamento ed assemblaggio dell'armatura longitudinale
- esercitano un'azione di contenimento trasversale che migliora il comportamento a compressione del calcestruzzo e limita la fessurazione longitudinale nel caso di valori di tensioni elevate
- vincolano lateralmente le barre longitudinali compresse riducendo la loro luce libera d'inflessione e quindi l'instabilità flessionale locale.

Per garantire il loro perfetto funzionamento le staffe devono essere **chiuse** (solitamente con ganci a 135°), ancorate nel calcestruzzo e conformate in modo da contrastare efficacemente, lavorando a trazione, gli spostamenti delle barre longitudinali verso l'esterno.



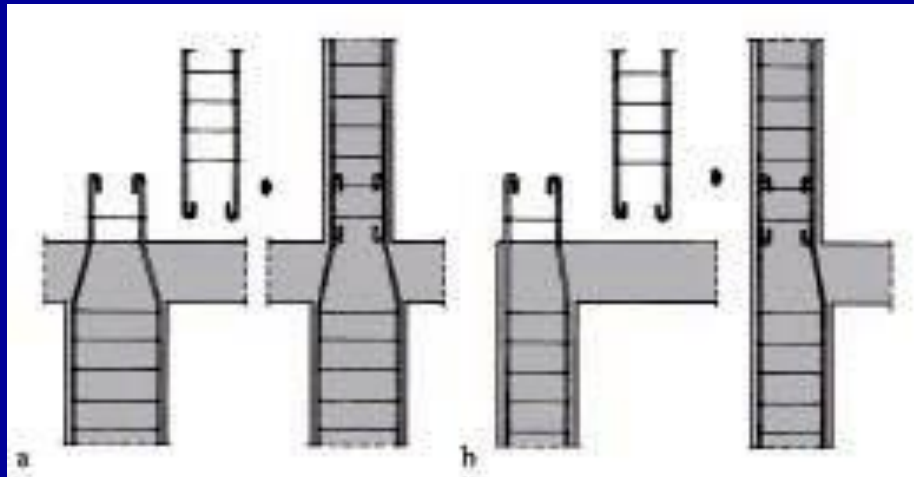
Affinché questo meccanismo sia efficace, è necessario che il ricoprimento del calcestruzzo sia di spessore adeguato.

Il copriferro deve essere non inferiore a 2 cm e deve essere portato a 4 cm se la costruzione è realizzata in presenza di agenti atmosferici aggressivi.



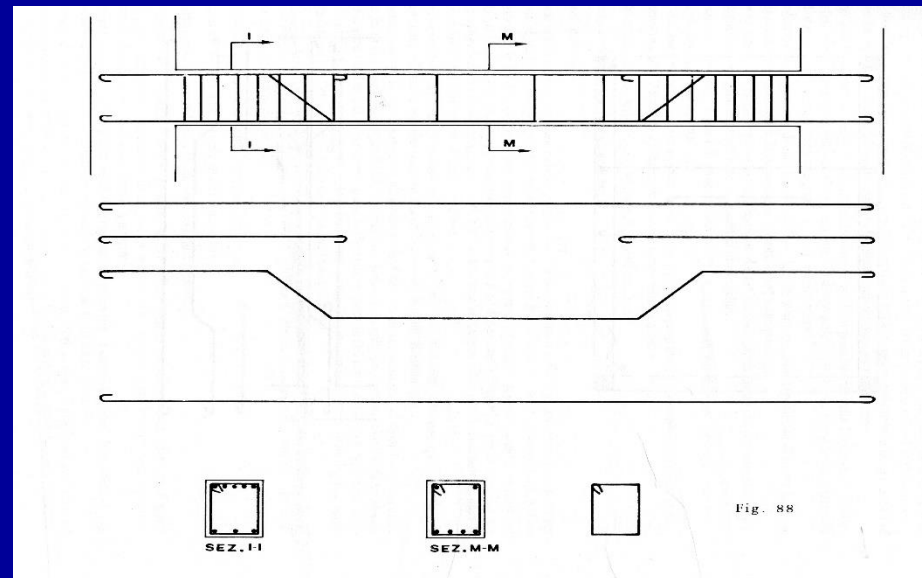
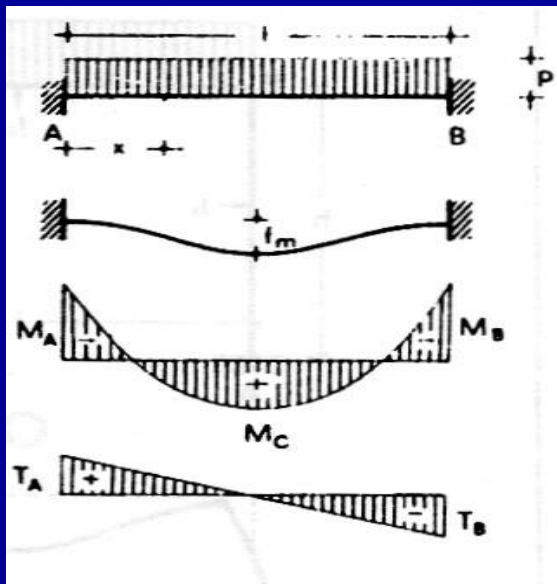
I **pilastr**i degli **ultimi piani**, riducendosi i carichi agenti, possono essere di **dimensioni minori** rispetto a quelli posti inferiormente ma devono avere una maggiore percentuale di ferro, necessaria per contrastare la spinta del vento e altre sollecitazioni di flessione.

Le riduzioni di sezione (riseghe) nei pilastr*i* interni si effettuano facendo in modo che la risultante dei carichi in ogni sezione sia baricentrica.



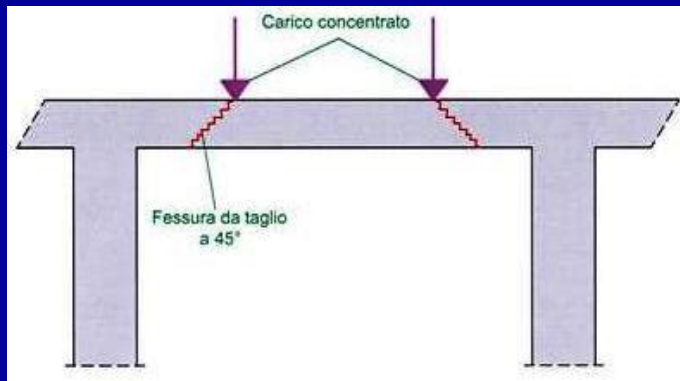


Le **travi**, data la rigidità dei nodi, sono soggette a sollecitazioni di **momento flettente** che si invertono quando gli sforzi di trazione passano dalla zona di estradosso in prossimità dell'incastro alla zona di intradosso avvicinandosi alla mezzeria della trave.



Per tale motivo le travi in c.a sono armate con ferri longitudinali posti all'estradosso nel tratto centrale e ripiegate verso l'intradosso in corrispondenza della zona di inversione dei momenti e staffe trasversali e ferri piegati per resistere alle sollecitazioni di taglio.

Di rado le travi sono sollecitate a sola **flessione** o **presso-flessione**: normalmente queste azioni sono accompagnate dal **taglio**, sollecitazione che produce tensioni tangenziali. La presenza della sollecitazione di taglio è legata alla variazione lungo l'asse della trave del momento flettente.



L'armatura a taglio consiste essenzialmente in staffe verticali ed eventualmente barre disposte per la flessione piegate a 45°.



La trave è un elemento costruttivo fondamentale per la sua complementarietà con il pilastro nella formazione dei telai che sostengono gli orizzontamenti.

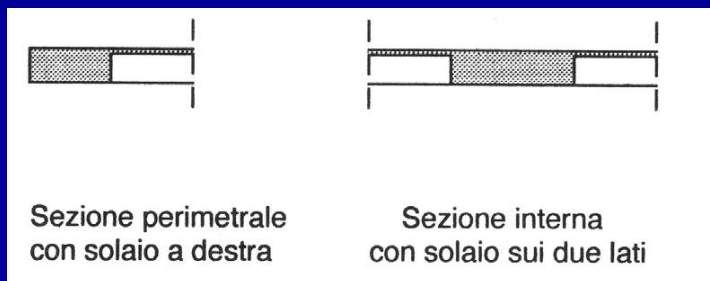
Normalmente svolgono una doppia **funzione**: quella **portante** e quella secondaria di **collegamento ed irrigidimento** dei telai in successione.

Come i pilastri, può essere **gettata in opera**, con diversi **sistemi di cassaforma** (casseri tradizionali in legname, pannelli in legno multistrato, o in legno + metallo, cassetture particolari per realizzare forme non ortogonali), o, in alternativa, essere **prefabbricata** in c.a. o in acciaio.

La sua **sezione** per ragioni di economicità applicate al calcolo ha uno spessore superiore a quello del solaio (si ricordi il ruolo dell'altezza nella resistenza a flessione); ma spesso si ricorre a travi-soletta.

Le travi hanno generalmente sezioni rettangolari con la dimensione maggiore in senso verticale per resistere ai carichi incidenti e agli sforzi di flessione; generalmente sporgono al di sotto dell'estradosso del solaio (**travi alte**).

Possono essere realizzate anche **travi a spessore** di solaio ma in tal caso si deve aumentare lo sviluppo orizzontale.



Le travi a spessore presentano il vantaggio di risultare non visibili e di ridurre i costi della carpenteria.

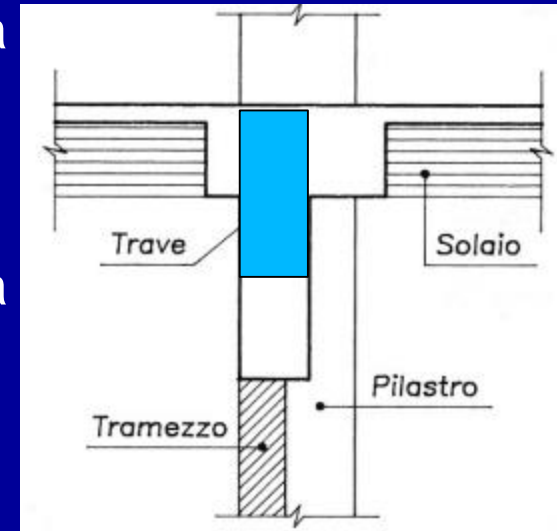
Per contro, sono molto meno rigide rispetto alle travi alte ($I = bh^3/12$ – **momento di inerzia**) e richiedono molte armature in più per cui il loro costo complessivo è, a parità di condizioni, più elevato.

Travi alte

La larghezza usuale delle travi alte è compresa tra 15 e 40 cm.

La dimensione più comune è 30 cm.

In linea di massima la base della trave è pari alla larghezza del pilastro o più stretta.

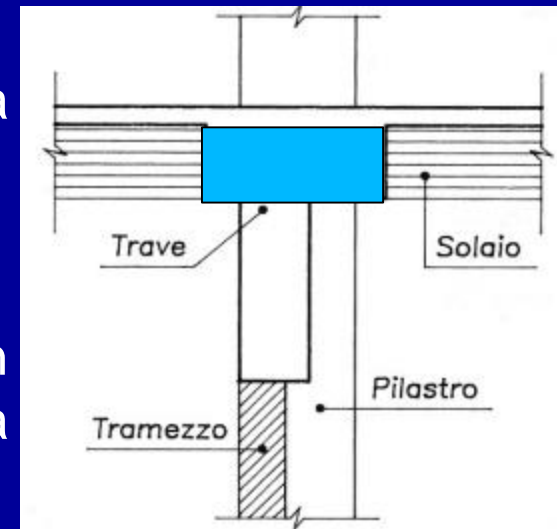


Travi a spessore

L'altezza di una trave a spessore è uguale a quella del solaio.

La larghezza varia tra 60 e 120 cm.

In maniera molto approssimativa un dimensionamento della base di una trave a spessore è dato da $b = L/6$.



Le dimensioni ottimali si hanno quando il rapporto tra base e altezza è

$$b/h \leq 1/2$$

ossia quando

$$h \geq 2 \times b \quad \text{e} \quad b \leq 1/2 \times h$$

Un dimensionamento orientativo della trave in c.a. di forma rettangolare sottoposta a carico normale può essere ottenuto in funzione dell'altezza della sezione resistente h e della luce L :

- trave appoggiata agli estremi

$$h_{\min} = (1/10 \div 1/12) \times L$$

$$b_{\max} = (1/20 \div 1/24) \times L$$

- trave incastrata agli estremi

$$h_{\min} = (1/14 \div 1/16) \times L$$

$$b_{\max} = (1/28 \div 1/32) \times L$$

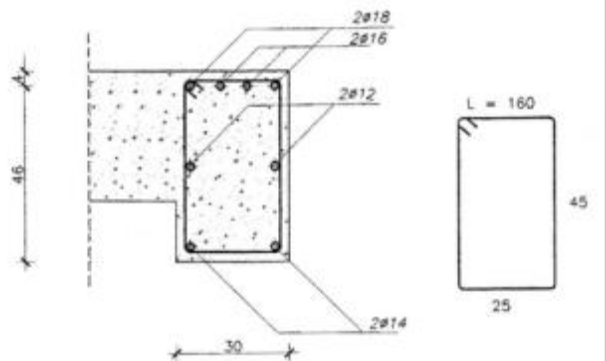
- trave a mensola

$$h_{\min} = 1/5 \times L$$

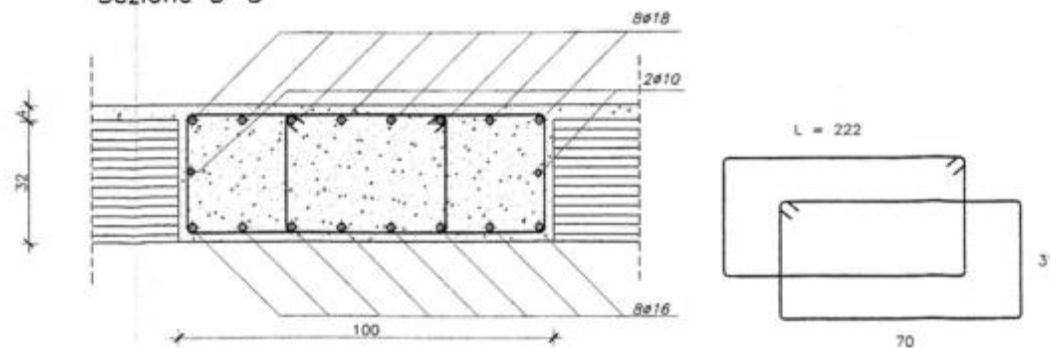
$$b_{\max} = 1/10 \times L$$

La rigidità della trave dipende dal rapporto tra altezza e larghezza (base) in relazione alla distanza (L =luce) tra i sostegni.

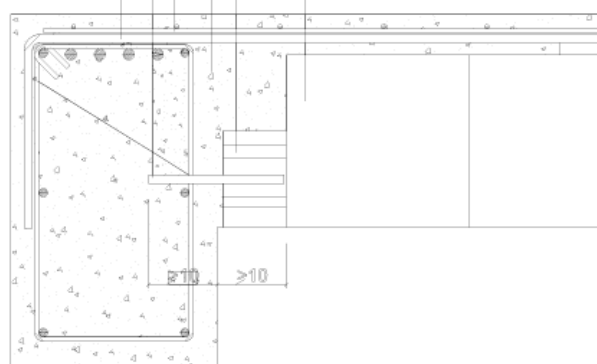
Sezione E-E'



Sezione D-D'



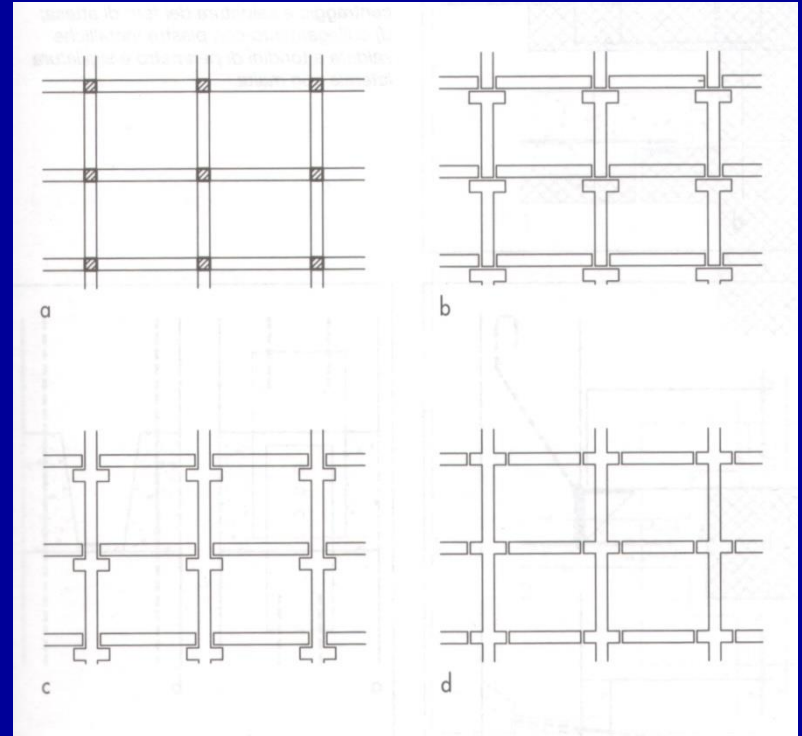
- ARMATURA-CONCRETE STILL
- ARMATURA DI AGGANCIO-COULPING CONCRETE STILL
- ARMATURA-CONCRETE STILL Ø5#15X15
- CLS-CONCRETE
- TRAVETTO_SECONDARY BEAM
- BOZZE CLAS-CONCRTE ELEMENTS





Le **strutture a telaio in c.a.** possono essere realizzate:

- **completamente in opera** mediante il posizionamento delle armature ed il getto del cls
- **in opera** mediante **elementi semiprefabbricati** e getti di completamento
- **prefabbricate in stabilimento** e montate in opera con getti di integrazione



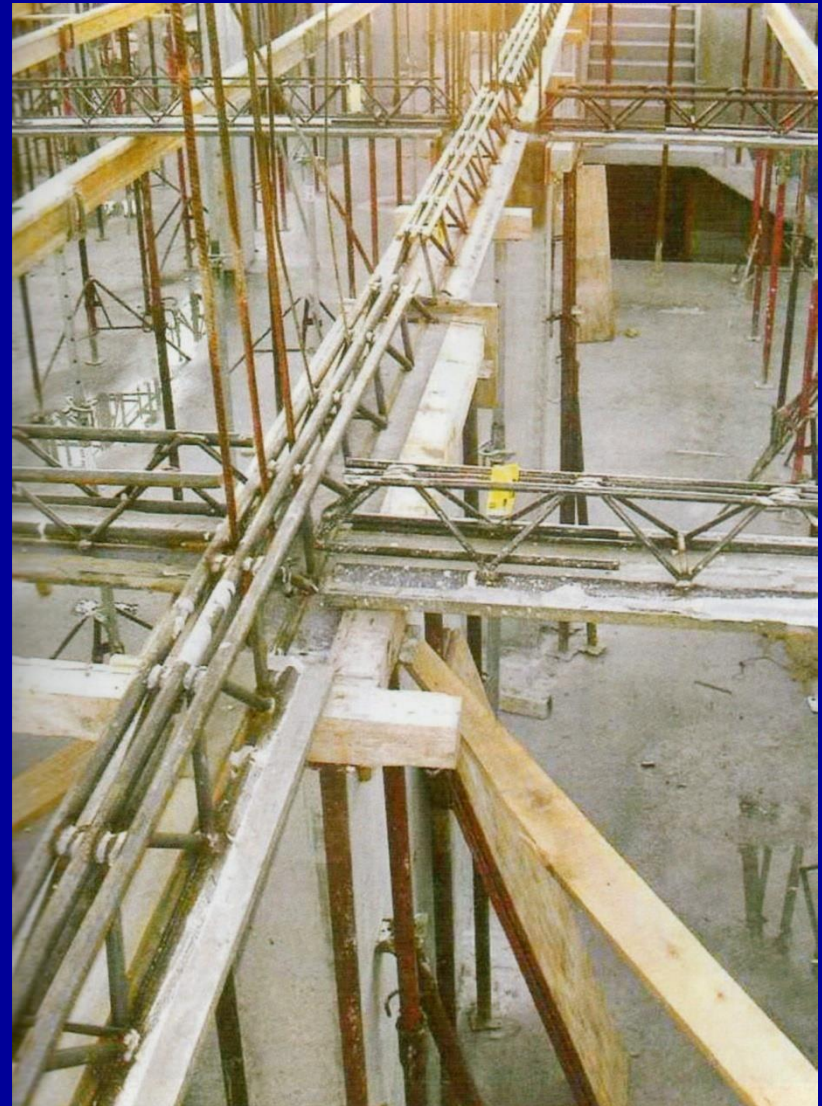
Fasi costruttive di **strutture a telaio in c.a.** realizzate completamente **in opera**:

- cassetta di travi e pilastri
- posizionamento delle armature
- posizionamento degli elementi del solaio
- getto del cls dei pilastri fino all'intradosso delle travi
- getto del cls delle travi e di completamento dei solai

Fasi costruttive di strutture a telaio in c.a. realizzate in opera

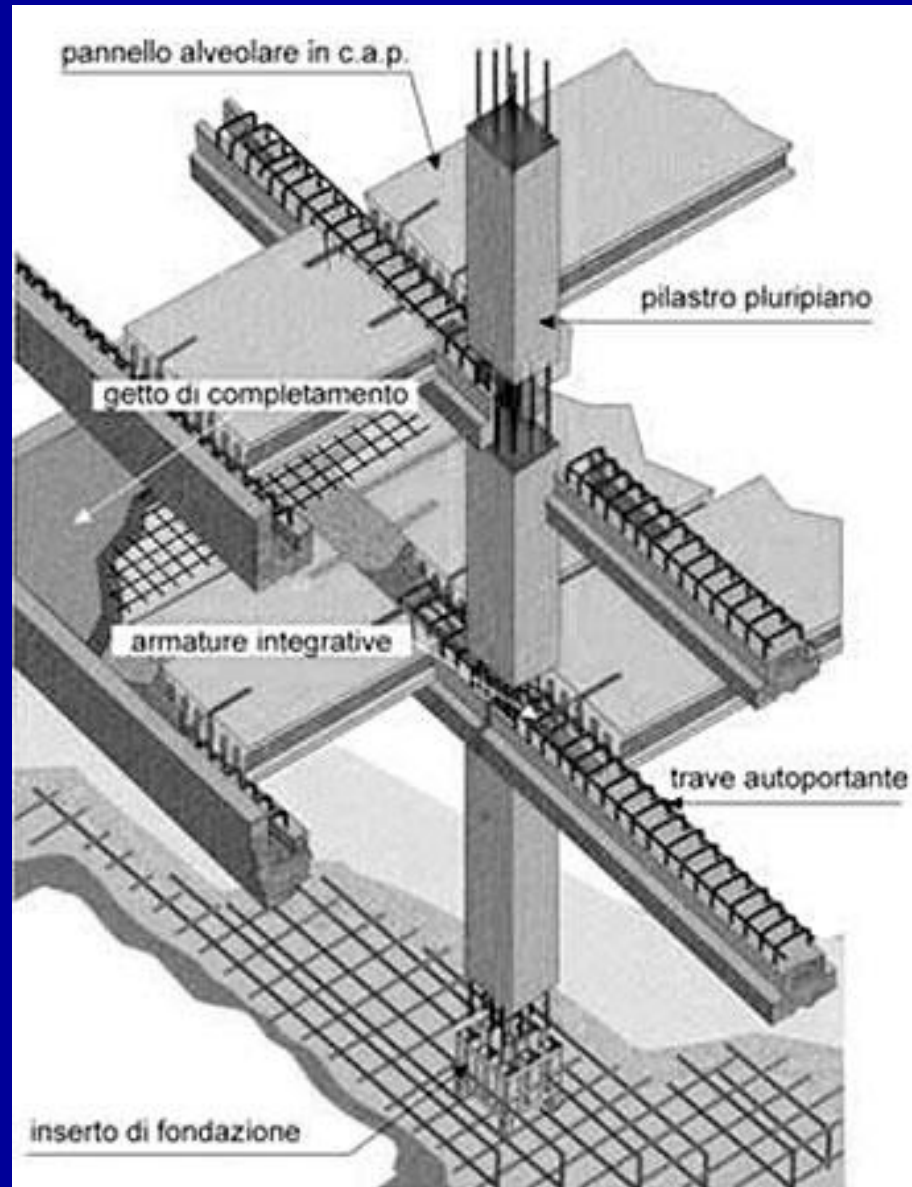
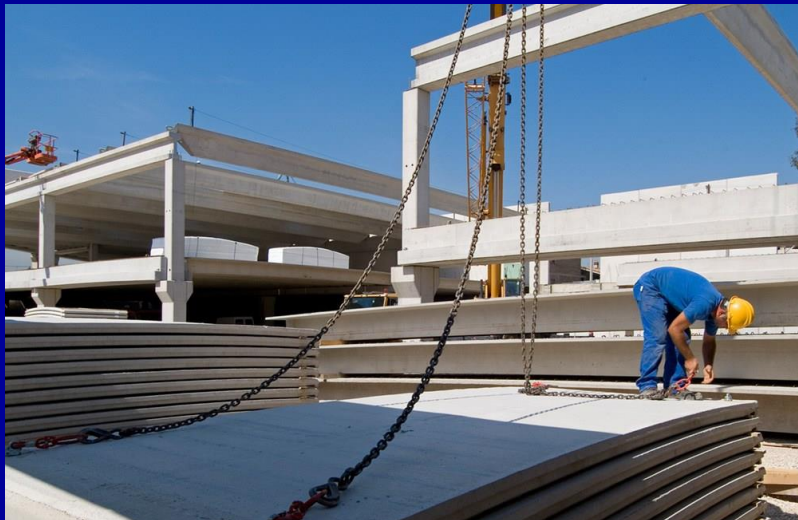


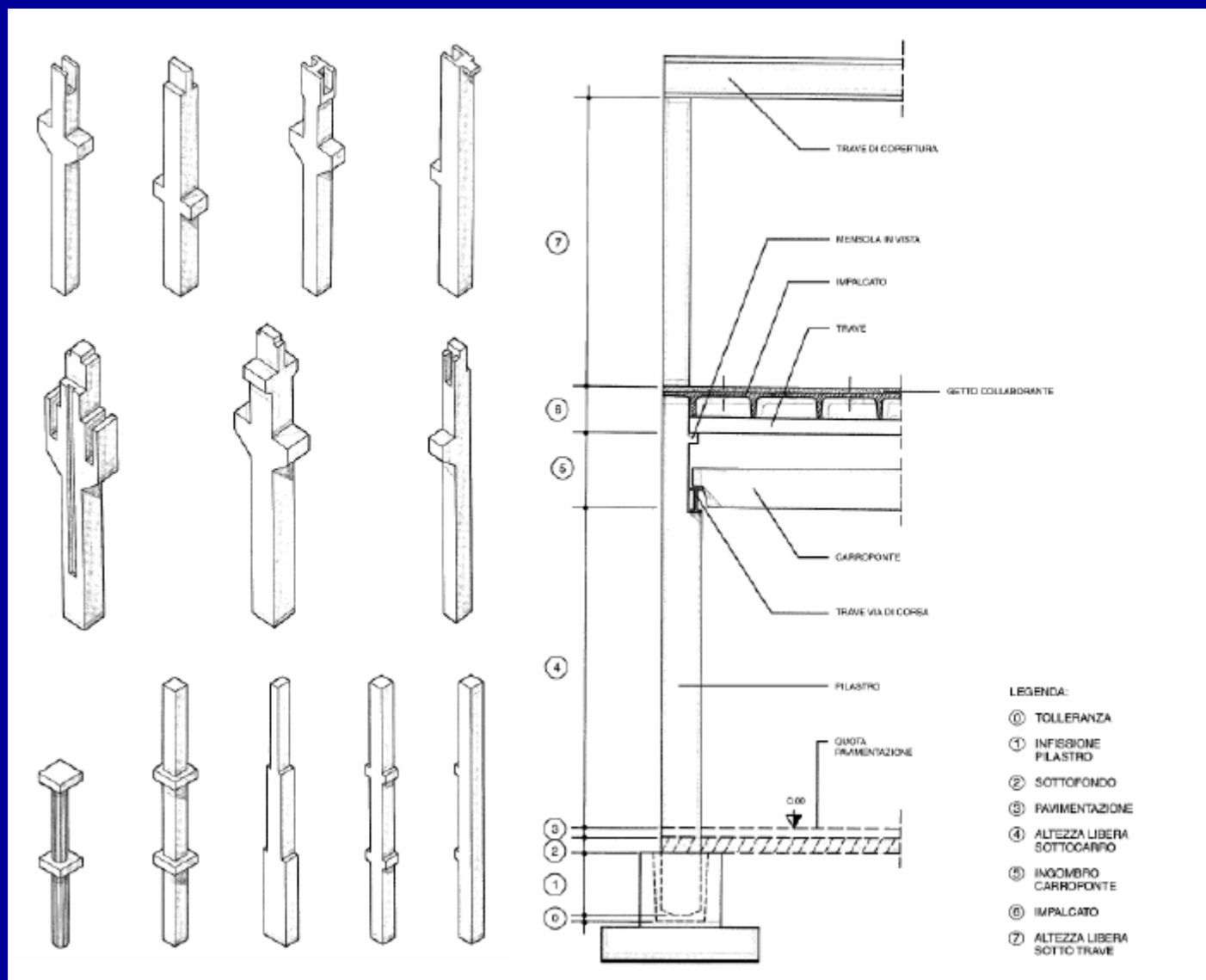
Le strutture a telaio con **elementi semi prefabbricati** e getto in opera vengono realizzate secondo le medesime operazioni svolte nel ciclo tradizionale ma impiegando elementi costruttivi già parzialmente formati in stabilimento, quali pilastri cavi e travi semiprefabbricate, che consentono una velocizzazione dei tempi di realizzazione poiché viene meno la realizzazione delle casseforme, costituendo essi stessi casseforme a perdere.

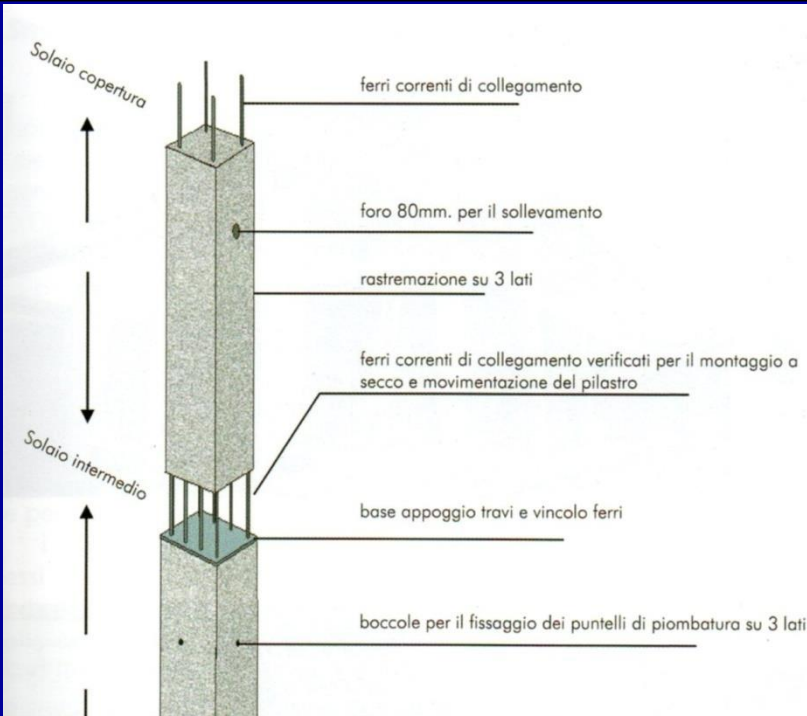


Le strutture a telaio con **elementi prefabbricati** montati in opera consentono una velocizzazione nella realizzazione, oltre a sottrarre il cantiere dalla dipendenza dalle condizioni atmosferiche.

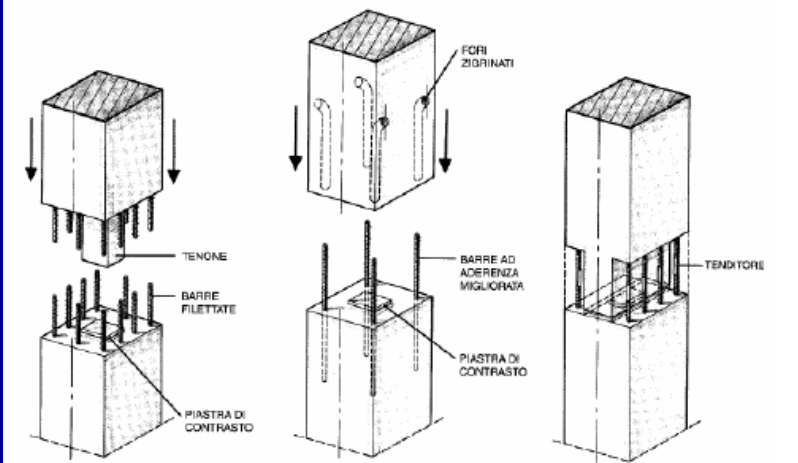
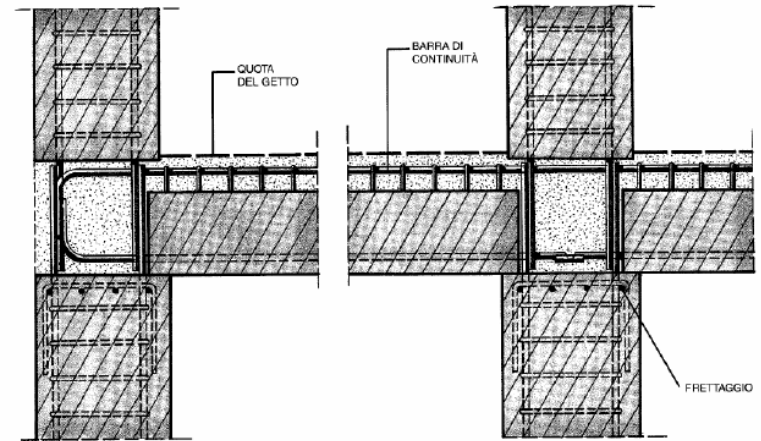
Di contro sono maggiori i costi di trasporto di tali elementi di notevoli dimensioni e peso.

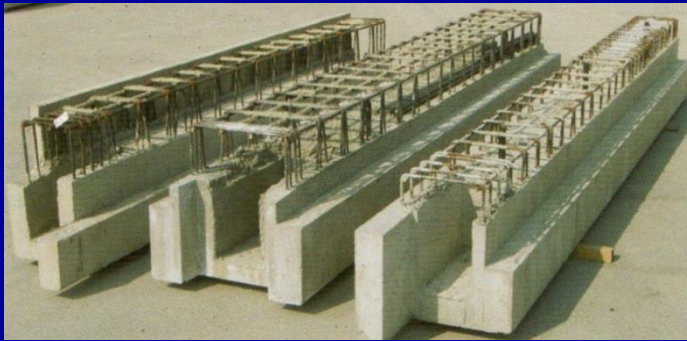






Collegamenti umidi







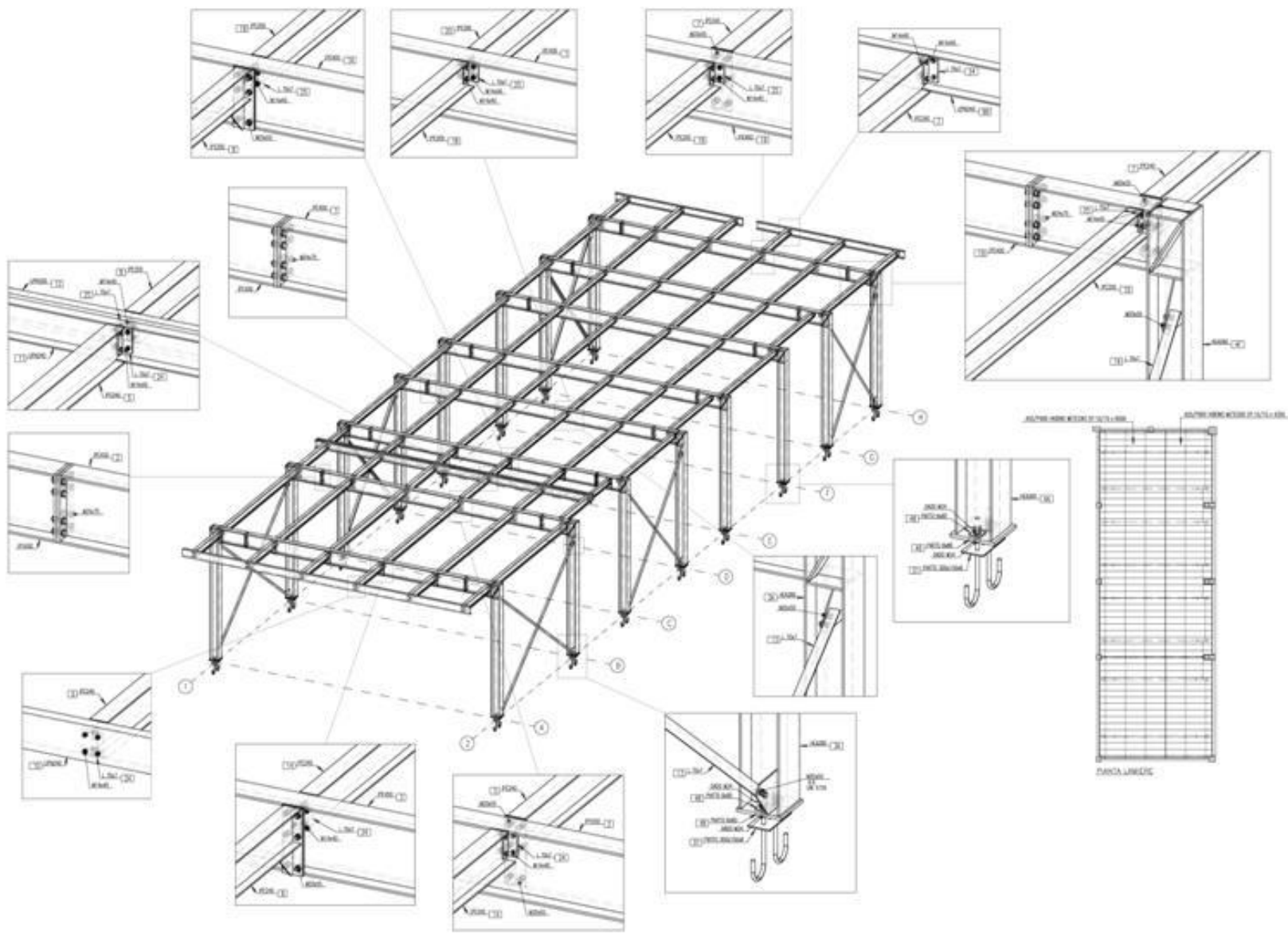
2 - Le strutture a telaio in acciaio

Sono state introdotte alla fine del settecento e subito sono risultate evidenti le possibilità d'impiego dell'acciaio (che è infatti il materiale da costruzione più resistente alle sollecitazioni anche se è il più pesante).

L'unione dei componenti in acciaio preformati avviene in cantiere in maniera semplice e rapida mediante saldatura, chiodatura, rivettatura o bullonatura.

Tutte le modalità eccetto che la saldatura consentono lo smontaggio ed il recupero degli elementi. Inoltre la struttura in acciaio saldata esige un tempo di montaggio superiore ed è sensibile alle condizioni atmosferiche del cantiere. Ma in compenso consente di realizzare una struttura più leggera e pertanto potenzialmente più economica.





Caratteristiche delle strutture a telaio in acciaio

I criteri di calcolo si basano sulle ottime capacità di resistenza a compressione e a trazione dell'acciaio e sulle buone risposte alle sollecitazioni di torsione e flessione in relazione alla sezione dell'elemento in acciaio.

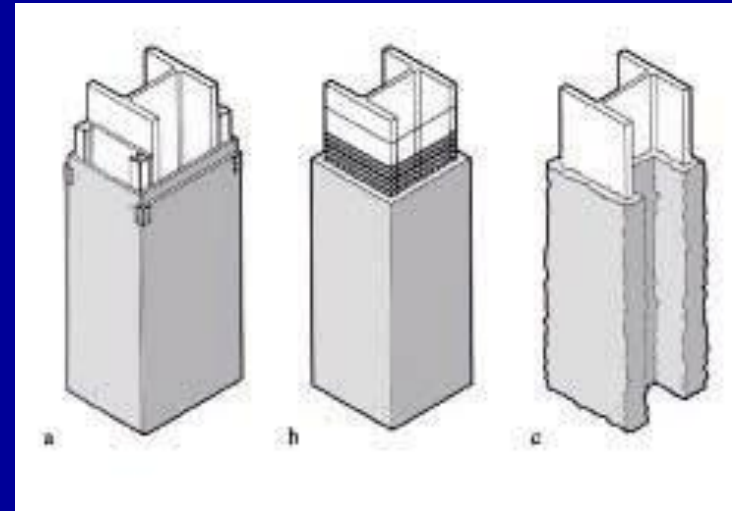
Il successo dell'impiego dell'acciaio nelle strutture portanti che richiedono elevate prestazioni in termini di resistenza, di leggerezza e di snellezza (rapporto fra lunghezza e superficie di sezione dell'elemento costruttivo) è facilmente intuibile dall'analisi del rapporto fra tensione ammissibile e peso specifico dei diversi materiali da costruzione.

I valori di resistenza meccanica della tabella sono indicativi di valori medi: essi sono variabili in relazione alle caratteristiche dello specifico elemento tecnico.

MATERIALE	PESO SPECIFICO t/mc	TENSIONE AMMISSIBILE kg/cm ^q	PESO SPECIFICO/ TENSIONE AMMISSIBILE
Legno	0,80	60-80	750-1000
Laterizio (per mattoni)	1,80	10-12	55-65
Calcestruzzo	2,40	80-120	330-500
Acciaio (per profilati)	7,85	1600	2000

Ad una grande versatilità di impiego corrisponde un non ottimale comportamento al fuoco.

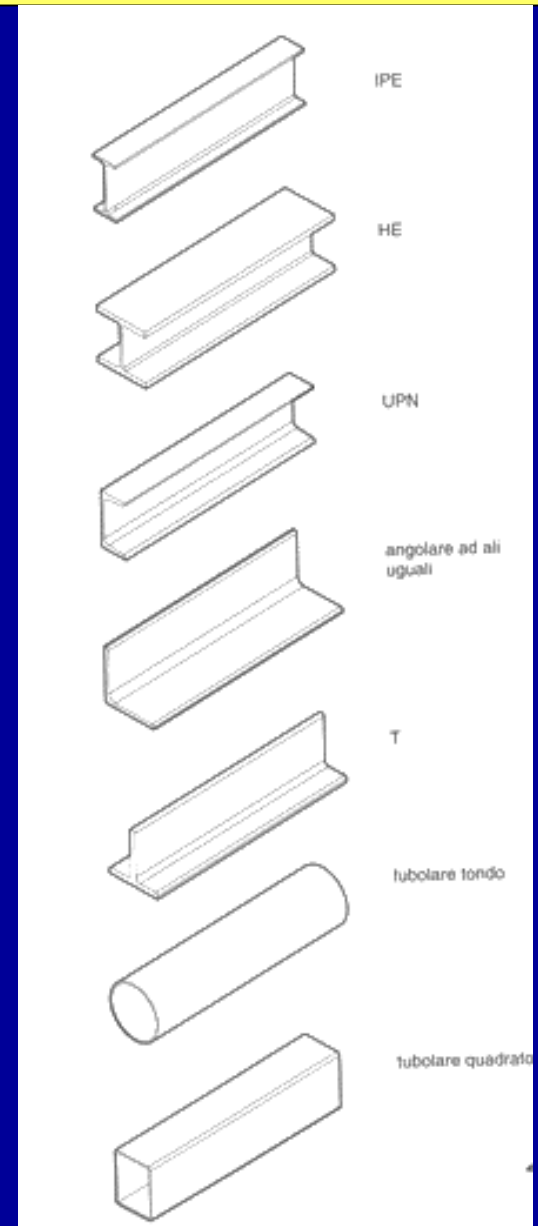
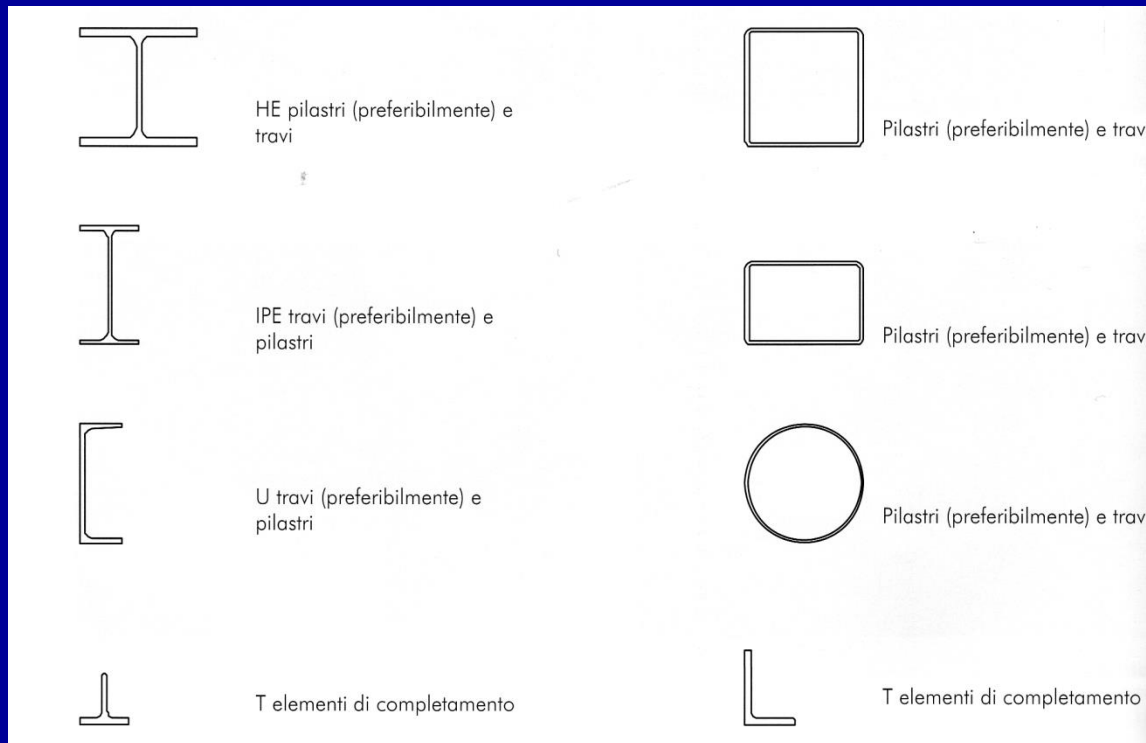
Per fornire prestazioni di sicurezza al fuoco bisogna proteggere gli elementi strutturali con procedimenti di ignifugazione: getti di riempimento in cls normale o alveolare o con malte speciali; con applicazione di intonaci (malte a base di gesso) su reti zincate di supporto; con rivestimenti in materiali ignifughi (fibre minerali, vermiculite, perlite) realizzati con feltri di fibre minerali, con lastre e pannelli in gesso o calcestruzzo oppure con elementi prefabbricati sagomati in gesso-perlite, in gesso-calcio-silicati o in c.a..



Protezioni contro il fuoco dei pilastri metallici: a) con rivestimento in lastre di gesso; b) con gesso su rete; c) con rivestimento isolante applicato a spruzzo

Gli elementi semilavorati utilizzati per la realizzazione di strutture di elevazione in acciaio sono generalmente profilati di sezione e dimensione standardizzata, ottenuti per laminazione.

Le sezioni più comuni sono a T, doppio T, L e C.



I **pilastri** vengono realizzati prevalentemente con sezioni a doppio T (definiti HE nel caso in cui l'altezza e la larghezza della sezione sono uguali) poiché ha una buona resistenza, data la sua forma geometrica, agli sforzi di flessione e presentano minore sensibilità a fenomeni di instabilità per snellezza

Le **travi**, anch'esse realizzate a doppio T, prevedono sezioni con altezza doppia della larghezza (denominati profilati IPE).

I pilastri possono inflettersi in tutte le direzioni, quindi il dimensionamento delle sezioni deve essere fatto in base al momento d'inerzia minore.

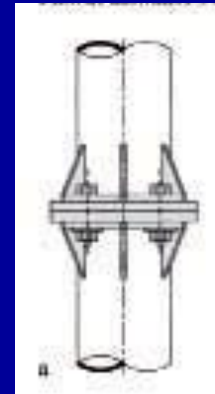
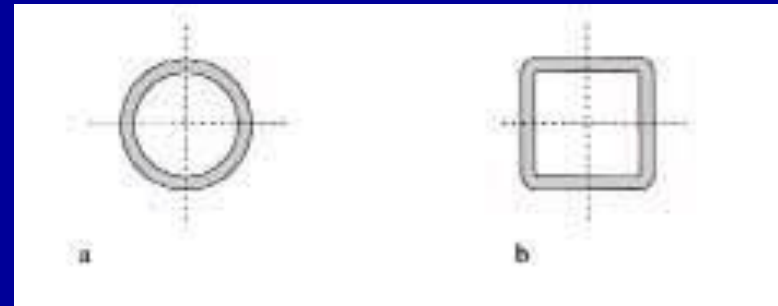
- se il pilastro è soggetto a **compressione semplice**, conviene utilizzare sezioni con raggi principali d'inerzia tendenzialmente uguali;
- se il pilastro è soggetto a **presso-flessione**, conviene utilizzare sezioni con l'asse maggiore coincidente con il piano di inflessione.

Ad esempio per telai a luce di circa 6 m:
pilastri HE 240 dimensioni 24cmx24cm
travi IPE 270 dimensioni h 27cmx13.5cm.

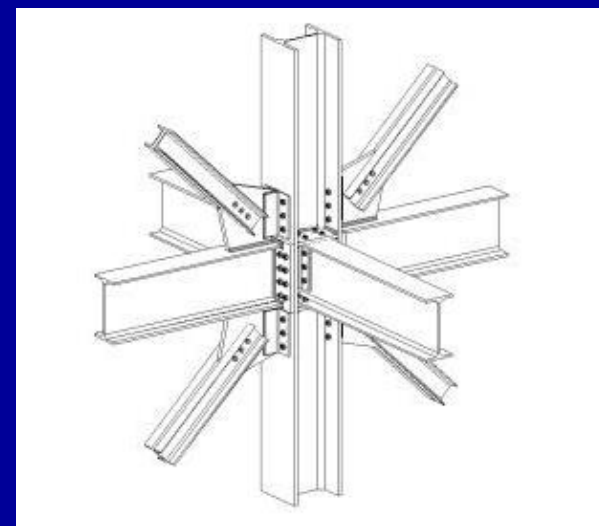
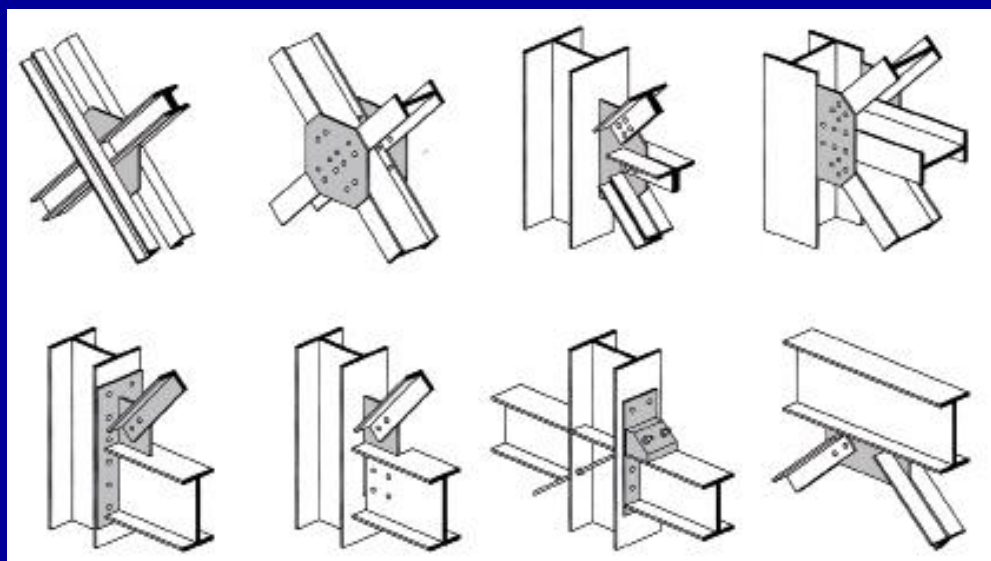
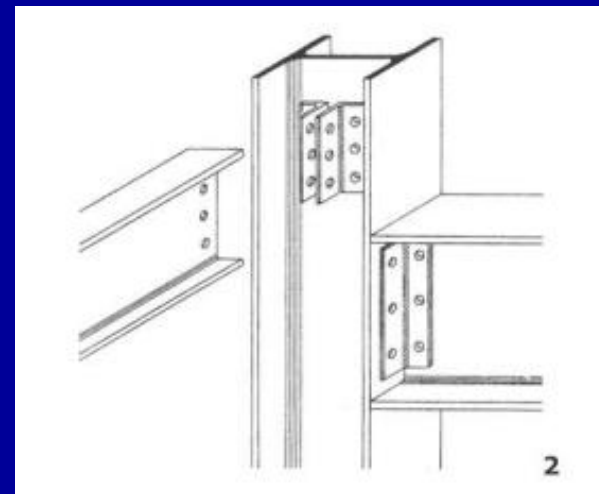
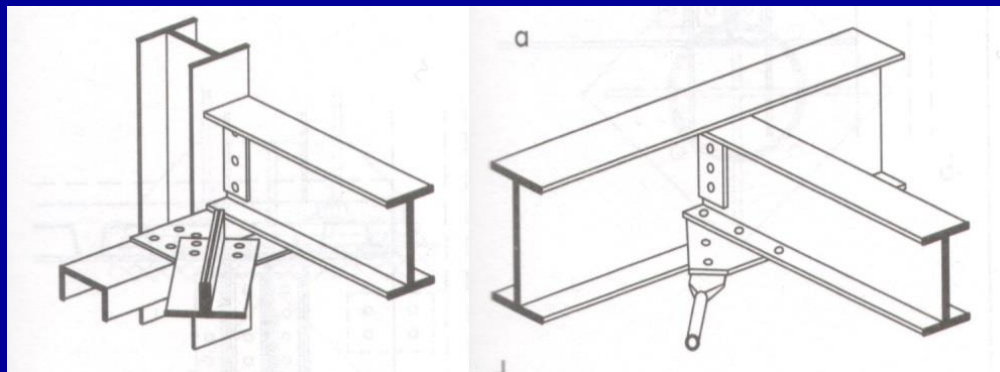
La capacità portante del pilastro metallico è condizionata dalla snellezza che influisce nella scelta della sezione trasversale.

I **profili tubolari** tondi hanno la massima inerzia all'inflessione laterale (carico di punta) rispetto all'asse in qualsiasi direzione; le sezioni tubolari quadrate hanno un buon comportamento al carico di punta.

Questi profili vengono utilizzati solo di rado a causa degli assemblaggi con gli altri elementi della struttura che risultano difficili e costosi.



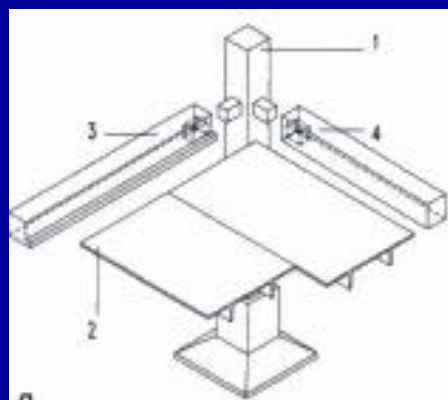
Il collegamento tra travi e pilastri avviene attraverso sistemi di bullonatura e saldatura.







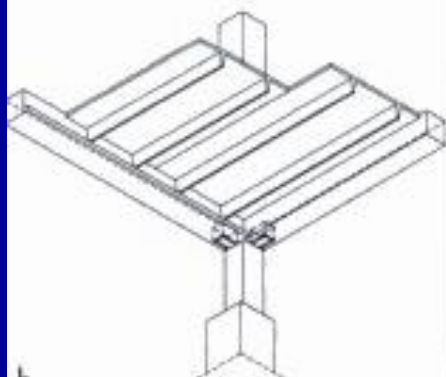




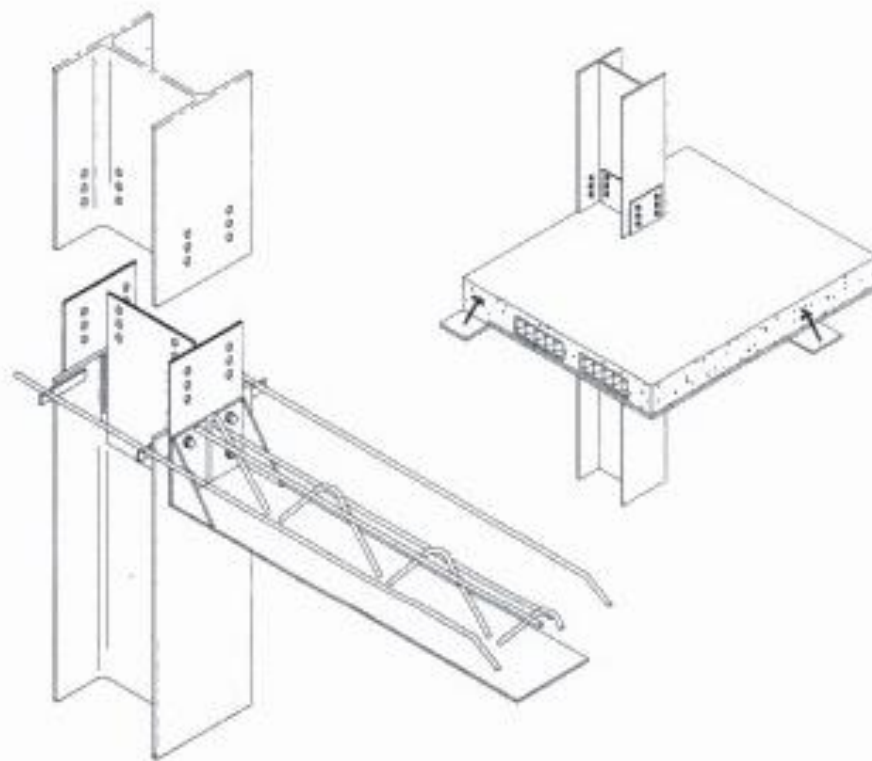
a

LEGENDA

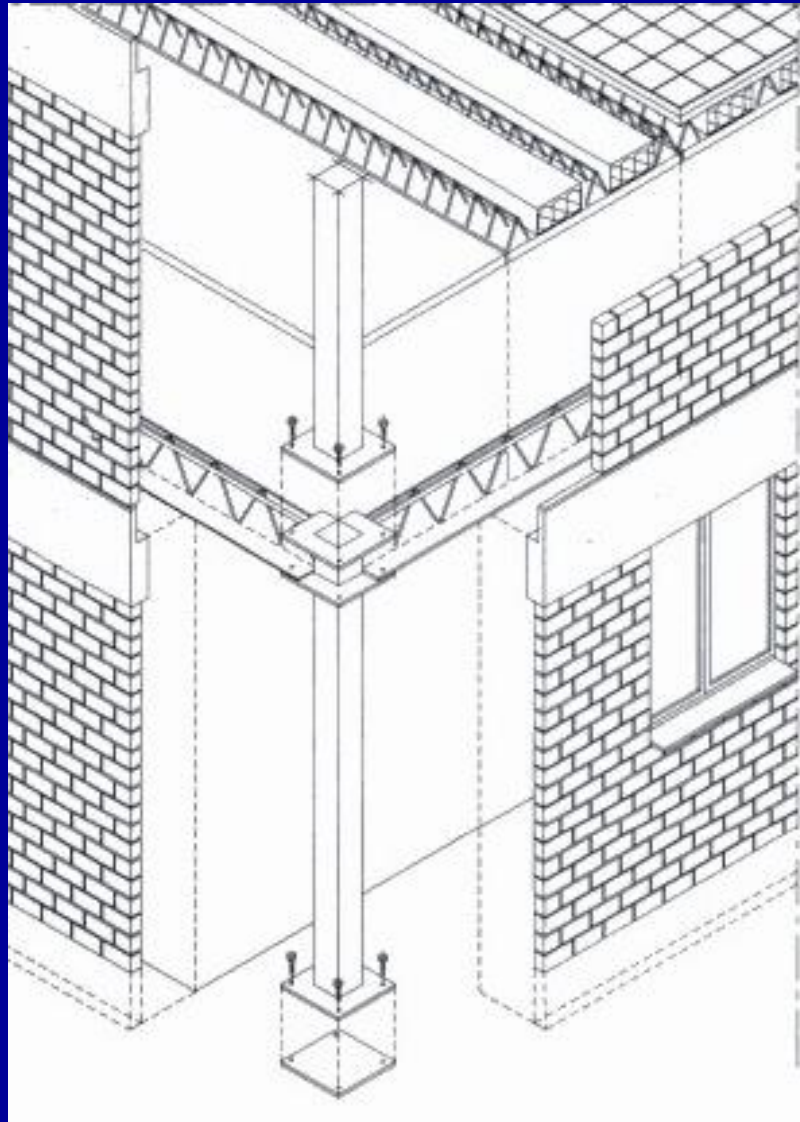
- 1 pilastro con mensole predisposte per l'inserimento a scomparsa nelle travi di bordo
- 2 elementi di solaio
- 3 trave di bordo con risalto per l'appoggio degli elementi di solaio e fasche per l'accoppiamento con le mensole dei pilastri
- 4 trave di bordo ausiliaria per l'ancoraggio della parete perimetrale



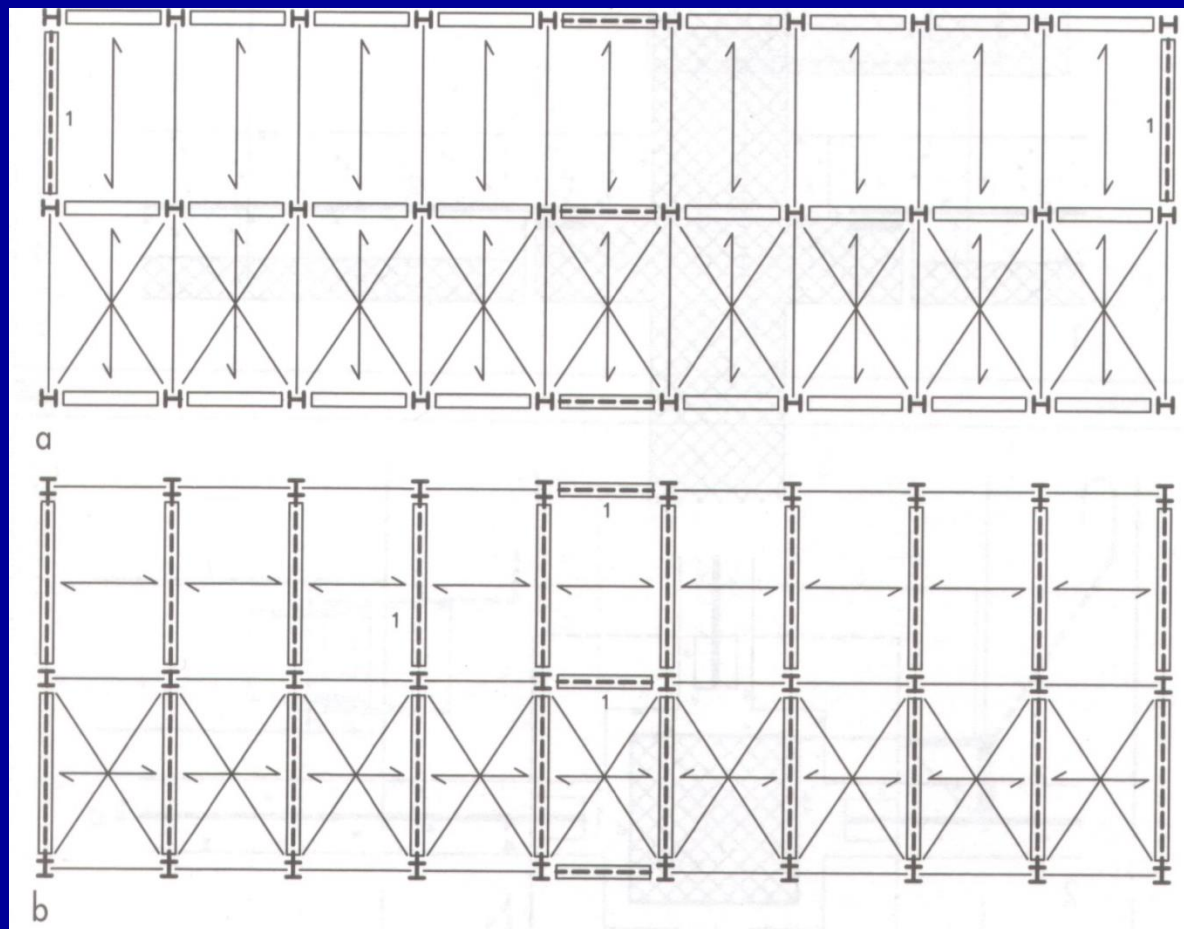
b



Materiale protetto da copyright



Disposizione planimetrica dei telai in acciaio (longitudinale o trasversale) e dei rispettivi solai



Strutture di controventamento orizzontale

3 - Le **strutture a telaio in legno**

Questo tipo di costruzione si è sviluppato sin dai tempi del primo neolitico.

Le moderne costruzioni ad ossatura portante sono state realizzate sin dalla fine degli anni '60 per lo più in Europa, ed in Giappone dall'inizio degli anni '80.

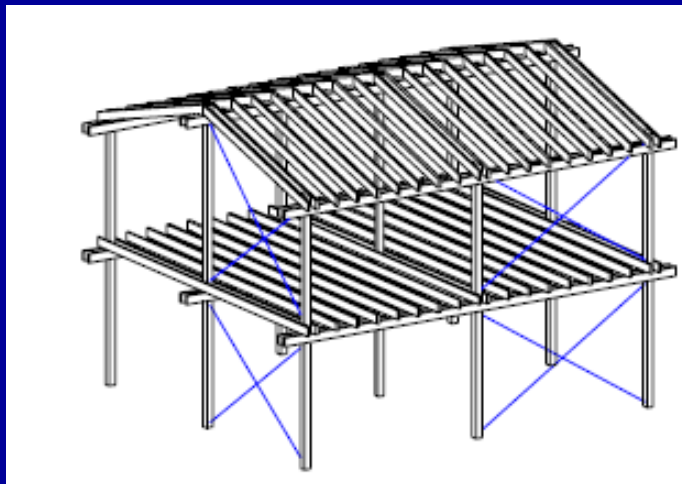
Dimensioni del reticolo in pianta grandi a piacimento, rese possibili dallo sviluppo del legno lamellare incollato, aprivano, grazie all'aumento dei possibili interassi di travi e colonne, ampi spazi per la concezione dello spazio interno ed il suo utilizzo.



Le strutture intelaiate in legno possono essere costituite da elementi in **legno massiccio** oppure in **legno lamellare incollato**.

I **pilastr**i possono avere sezione quadrata, rettangolare piena, oppure possono essere avere sezione composta da due elementi verticali aderenti tra loro o collegati da aste disposte ad intervalli costanti.

Le **travi** possono essere a sezione rettangolare piena, di tipo scatolare, cioè formata da due correnti e da due pannelli in compensato strutturale; oppure possono essere di tipo reticolare.



Le portate delle travi (normali e lamellari), considerate ottimali dal punto di vista economico, per edifici con carichi normali (residenze) possono variare per le travi principali da 3 a 8 m; per le travi secondarie generalmente sono di 3,6 m.

Le dimensioni ottimali della trave si hanno quando il rapporto tra base (b) e altezza (h) è

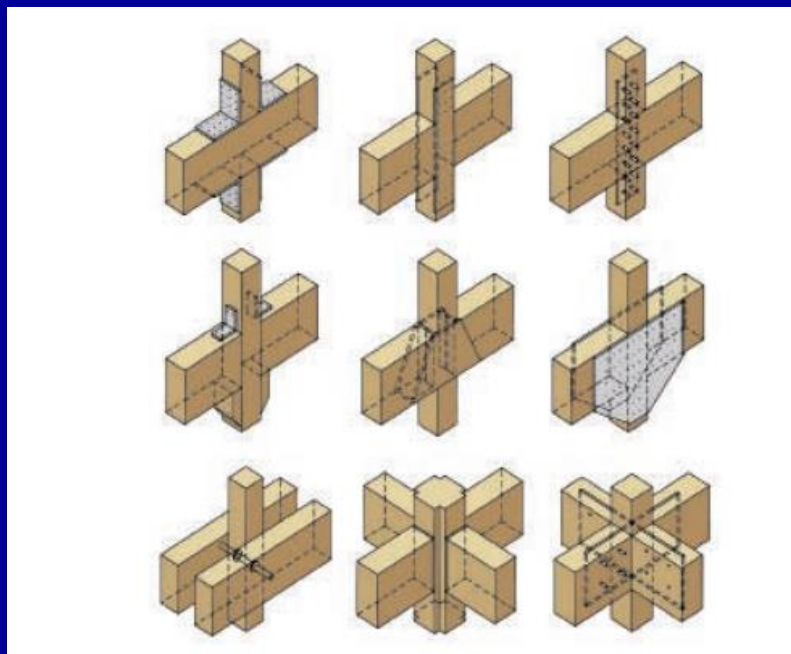
$$b/h = 5/7 n$$

con

$$h = 1,41 \times b \text{ e } b = 0,71 \times h$$

I montanti devono essere protetti dall'umidità, discostando di circa 15 cm la base del montante dal terreno o dall'elemento di fondazione.

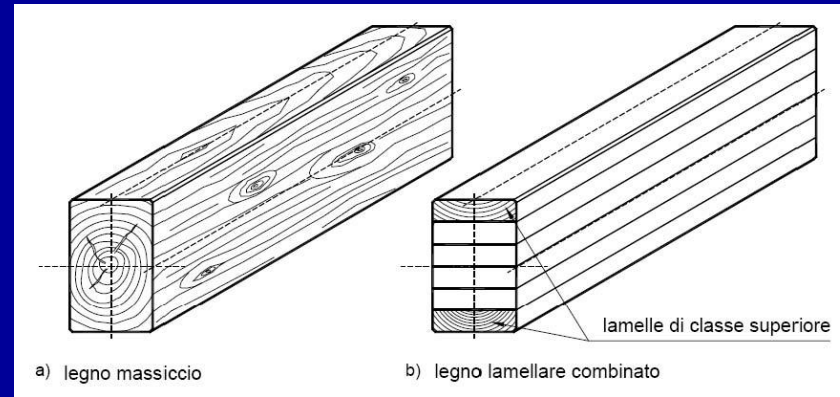
I collegamenti fra gli elementi possono essere effettuati più spesso con bullonatura, mediante interposizione di rondelle o piastre, meno con chiodature o, a volte, a incastro con collante.



In queste strutture l'**irrigidimento** trasversale o longitudinale per resistere alle azioni orizzontali (scosse sismiche) si può ottenere con pannelli di tamponamento all'interno dei solai, con pannelli di solaio oppure con controventi reticolari metallici. Si possono anche realizzare controventi con nuclei in c.a. contenenti vani scala, ascensori o locali di servizio con la struttura, in tal caso, ancorata ai nuclei in c.a. mediante collegamenti metallici.

Il pilastro e la trave in **legno lamellare** sono formati da successivi strati di strisce di legno selezionate e incollate a pressione tra loro (lamelle).

Hanno un'elevata resistenza meccanica, sono insensibili alle variazioni igro-termiche dell'aria, sono difficilmente attaccabili dai parassiti e dal fuoco.



Con il legno lamellare incollato o con i nuovi materiali compositi è possibile dare alla trave forme differenti (trave a sezione rastremata, angolata, curva longitudinalmente, reticolare), anche in funzione delle diverse esigenze strutturali.

Per le travi lamellari, la base (b) non dovrebbe mai superare i 20 cm mentre, orientativamente, l'altezza (h) è definibile con la relazione

$$h = (1/18 \div 1/20) \times l$$



Strutture (bidimensionali) a pareti portanti

Le strutture di elevazione a pareti portanti sono strutture continue i cui elementi costruttivi piani verticali sono in grado trasferire i carichi verticali uniformemente alle strutture verticali ed impalcati sottostanti.

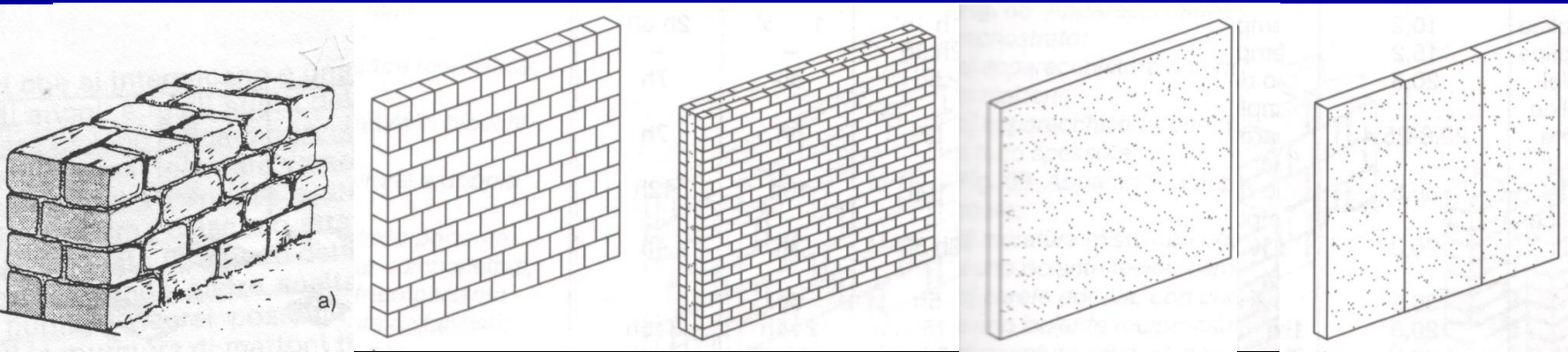
Le pareti portanti possono essere:

- in muratura
- in c.a. gettate in opera
- pannelli in c.a. prefabbricati e posti in opera in cantiere
- pannelli di legno

Il modello strutturale prevede sempre che gli impalcati siano appoggiati alle pareti portanti.

Modelli funzionali delle pareti portanti:

- a) monostrato costituite da piccoli elementi in conci lapidei irregolari
- b) monostrato costituite da piccoli elementi in conci lapidei regolari
- c) a più strati costituite da piccoli elementi
- d) monostrato e monoblocco
- e) elementi bidimensionali a singolo strato



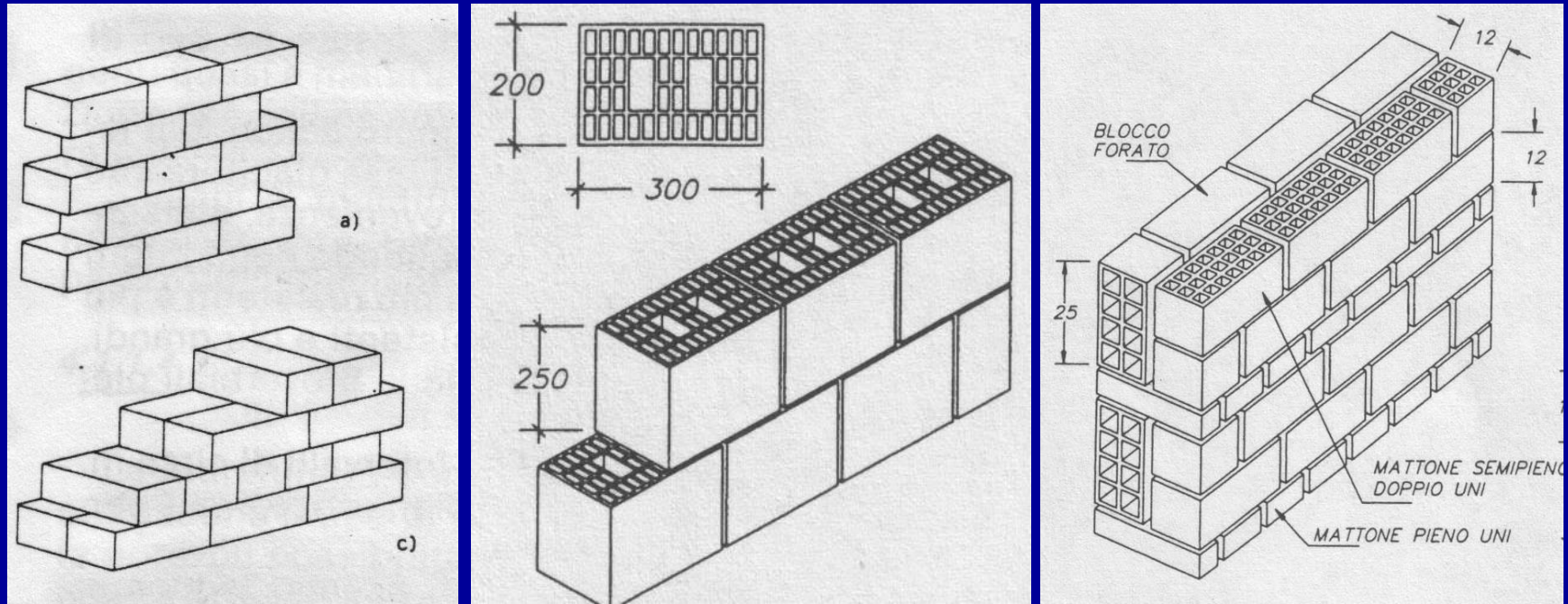
a)

b)

c)

d)

e)



Esempi di pareti portanti monostrato o a più strati costituite da piccoli elementi in mattoni pieni e mattoni forati

I modelli funzionali a) b) e c) rientrano tra le **strutture continue in muratura portante** in pietra o in laterizio pieno o forato. Essi rappresentano la tecnica costruttiva più antica e diffusa, data la semplicità di esecuzione, le ottime risposte prestazionali e la versatilità di utilizzo.

Queste strutture si realizzano con blocchi di piccole dimensioni posati l'uno sull'altro con interposto uno strato di legante (malte o collante) cui viene demandato il compito di rendere solidale una struttura composta da elementi discreti.

Le strutture orizzontali che insistono sugli apparati murari possono sostanzialmente essere ricondotte a due tipologie:

- solai direttamente poggiati alle pareti
- strutture voltate solidali con gli appoggi alle pareti sulle quali vengono realizzati i solai.

Caratteristiche strutture continue in muratura portante

I criteri di verifica strutturale si basano solo sulle effettive capacità di resistenza a compressione, essendo pressochè nulla la resistenza a trazione e a flessione.

Proprio per questo motivo in caso di ristrutturazioni di edifici esistenti o in edifici di nuova costruzione in muratura portante si realizzano delle cordolature perimetrali in calcestruzzo armato o tiranti metallici di concatenamento e controventamento.

Ad una buona capacità strutturale, anche se piuttosto vincolante per la libertà compositiva, si affianca un ottimo comportamento al fuoco, posto in diretta relazione con le dimensioni della sezione della muratura.

I modelli funzionali d) ed e) sono realizzati in calcestruzzo armato o con un unico getto effettuato in opera o con elementi prefabbricati assemblati in cantiere in c.a. o in legno strutturale (X-LAM).

Questo sistema strutturale consente dei tempi rapidi di realizzazione ma ha anche notevoli svantaggi per la rigidità della distribuzione degli spazi interni.

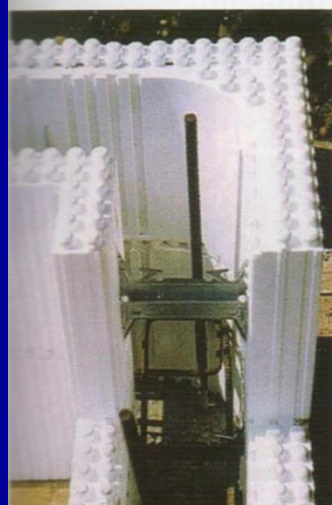
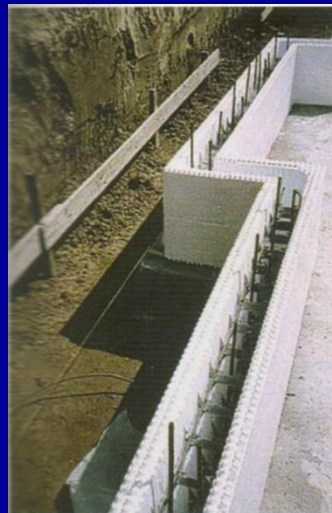
Le pareti portanti in c.a vengono realizzate con le medesime tecniche delle strutture intelaiate.

Esse possono essere realizzate in:

- casseforme a perdere
- casseforme reimpiegabili

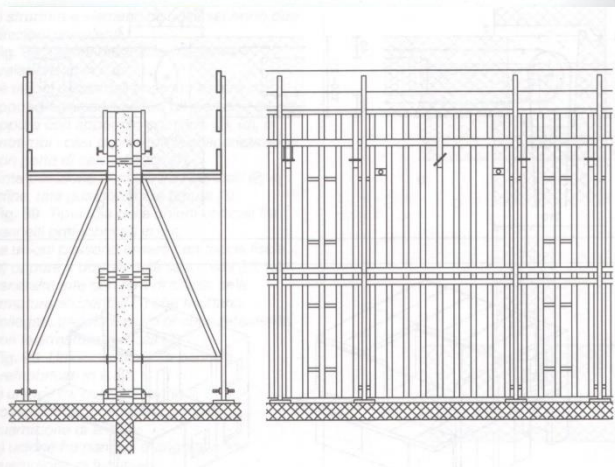
Pareti in c.a. gettate in opera

Casseforme a perdere in pannelli di polistirolo per pareti in cls



Pareti in c.a. gettate in opera

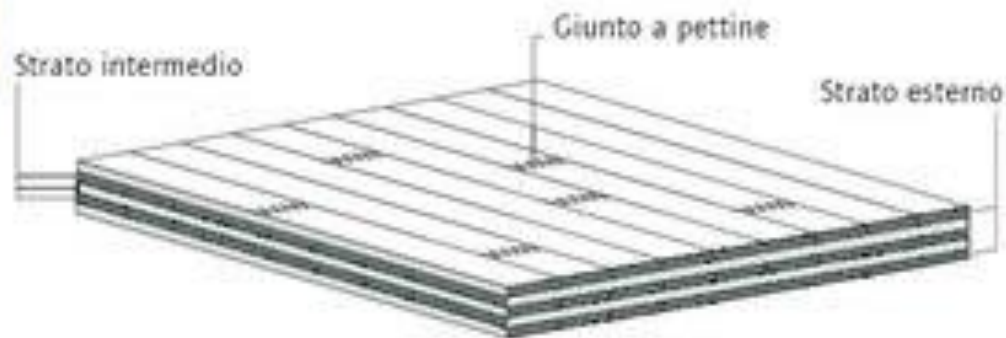
Casseforme reimpiegabili in legno ed in acciaio per pareti in cls



Pareti a pannelli in legno strutturale

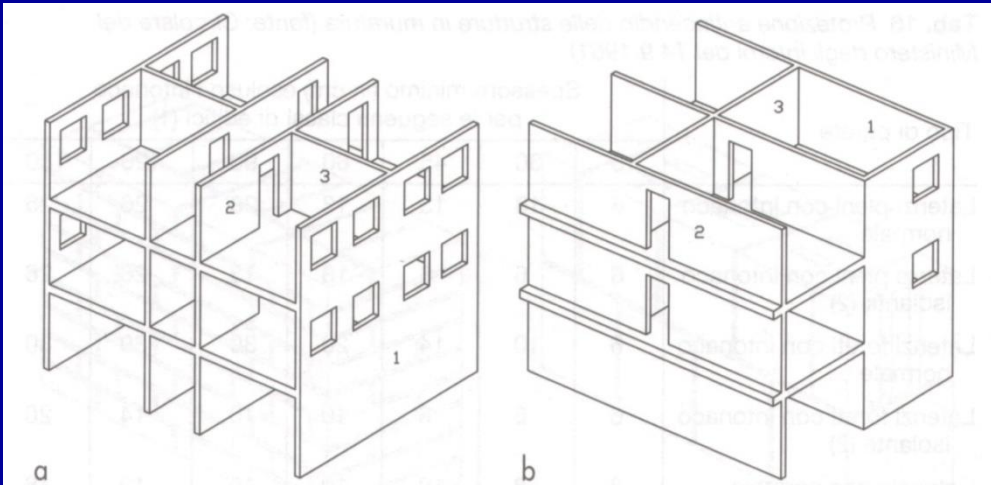


Pannello X-LAM



Le strutture a pareti portanti in c.a. possono essere a:

- **pareti trasversali**, se poste in successione nella direzione ortogonale allo sviluppo dell'organismo edilizio (sono utilizzate nelle tipologie edilizie a schiera o in edifici in linea, caratterizzati da una maggiore trasparenza dei prospetti)
- **pareti longitudinali**, se poste lungo le linee di sviluppo di facciata degli edifici e consentono di massimizzare la resistenza termica dell'organismo edilizio.



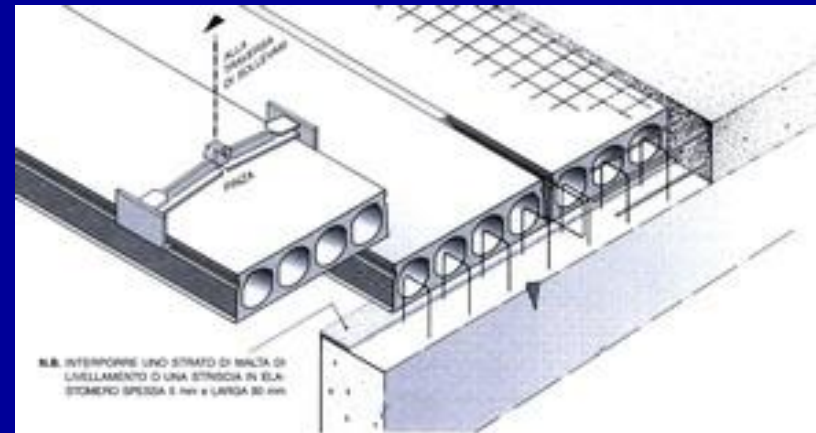
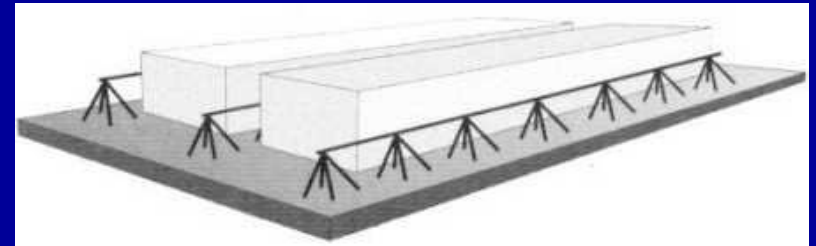
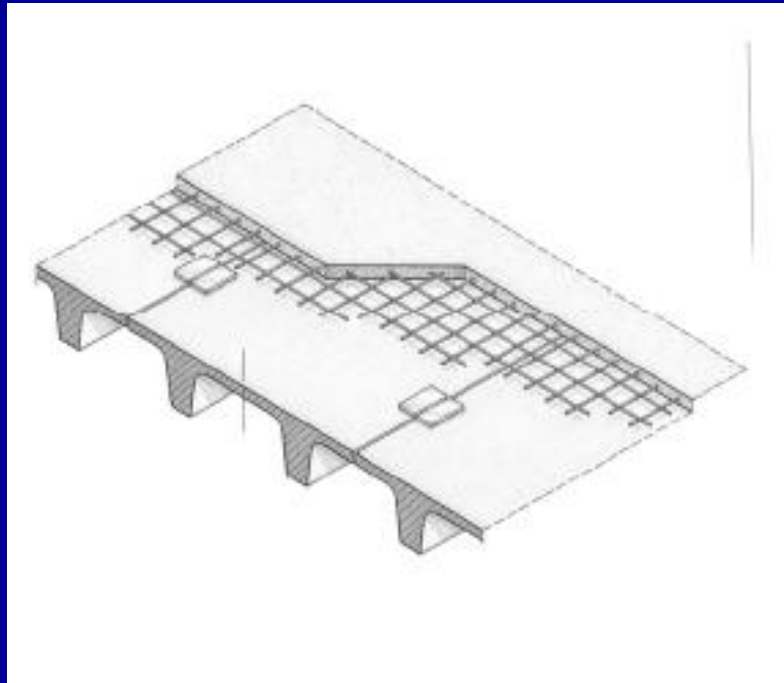
a) strutture a pareti portanti longitudinali b) strutture a pareti portanti trasversali

Anche nel caso di strutture lineari a setti vengono abitualmente realizzati nuclei di irrigidimento formati da setti posti ortogonalmente e concatenati fra loro.

Strutture bidimensionali orizzontali (solai a pannelli)

Anche i **solai**, di cui si parlerà più dettagliatamente in seguito, possono essere realizzati per assemblaggio di pannelli

I **solai a pannelli** possono essere costituiti da lastre piane o nervate in c.a. o in c.a.p. con elementi di alleggerimento e getto integrativo, oppure possono essere costituiti da pannelli in laterizio armato, in laterocemento o in c.a. o c.a.p. collegati tra loro e con gli altri elementi con armature e getti di completamento.



Strutture bidimensionali inclinate (scale)

Tra le strutture inclinate vanno ricordate le **scale** e le **rampe**, di esse si parlerà più dettagliatamente in seguito; qui, comunque, si ricorda che le soluzioni tecniche più usuali sono del tipo in conglomerato cementizio armato, gettato in opera o prefabbricato e di tipo metallico, con diverse soluzioni geometriche e costruttive.

Strutture tridimensionali

Le strutture tridimensionali sono costituite da elementi tecnici caratterizzati dalla completa continuità fisica e strutturale di almeno due superfici piane, generalmente ortogonali, realizzando insiemi strutturali di tipo cellulare.

Sono di norma strutture in c.a. sia **gettate in opera** che **prefabbricate**.

Le strutture gettate in opera sono realizzate mediante casseri costituiti da complessi statici, banche e tables, semitunnel, tunnel intero o mediante casseri costituiti da complessi semoventi come i casseri automontanti.

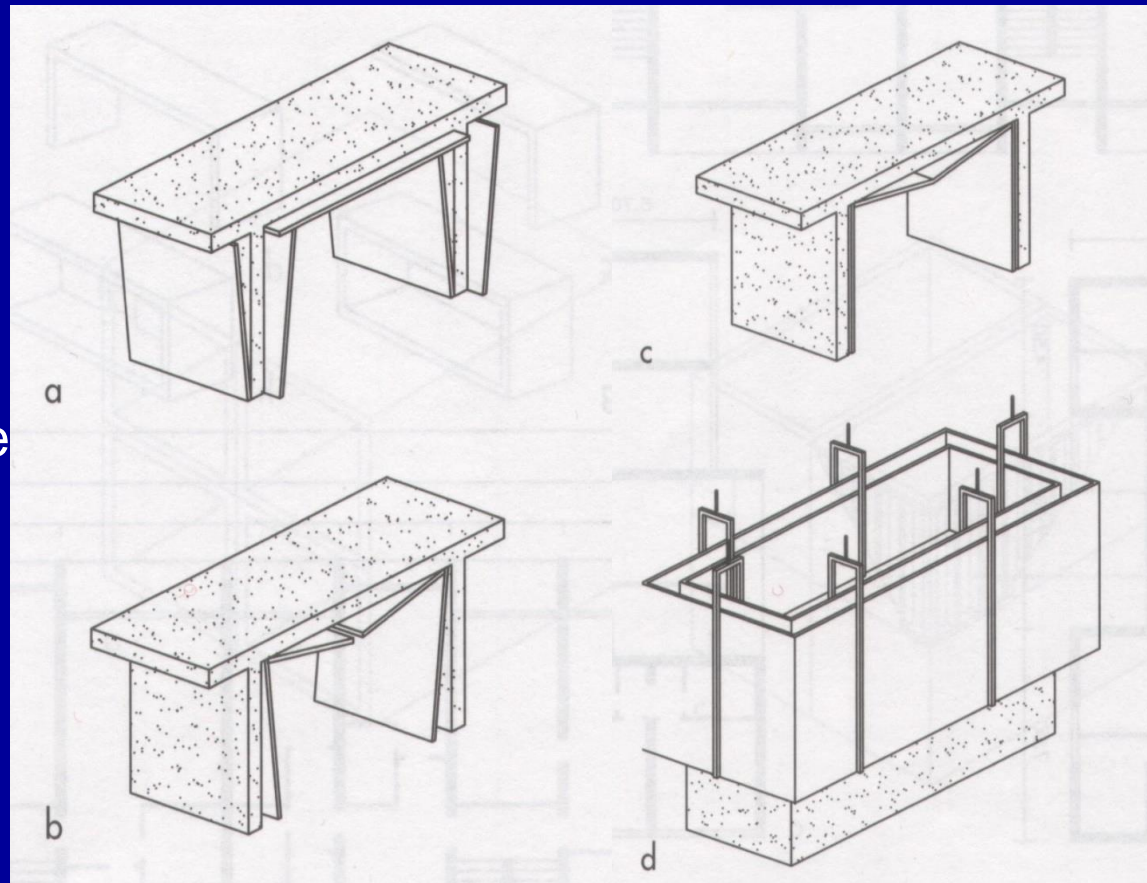
Classificazione delle strutture tridimensionali **gettate in opera** con casseri reimpiegabili:

a) banche e tables

b) due piani verticali e due semipiani orizzontali

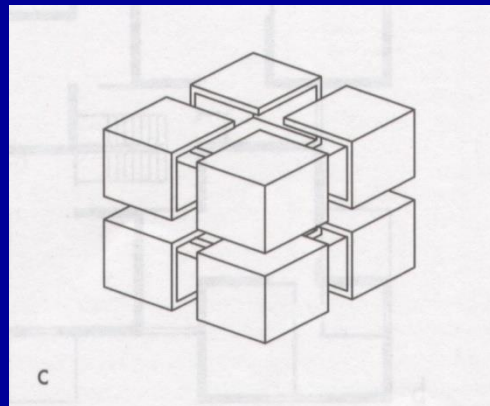
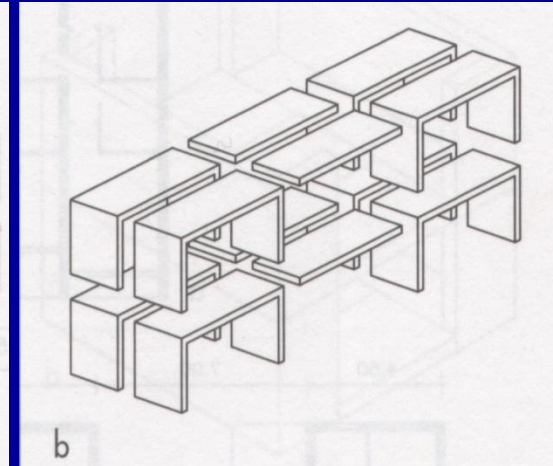
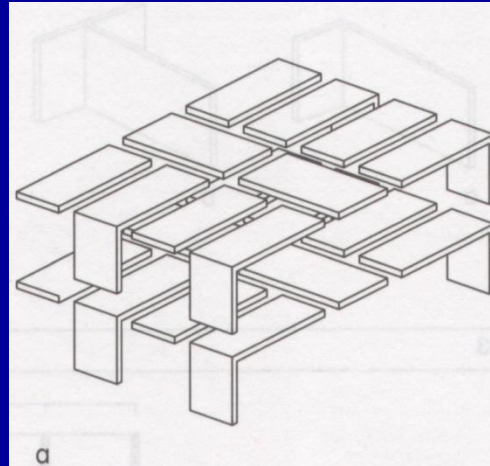
c) due semitunnel cioè due elementi ad L

d) casseri automontanti



Classificazione delle strutture tridimensionali prefabbricate:

- a) strutture a elementi aperti
- b) strutture a elementi semiaperti
- c) strutture a elementi chiusi



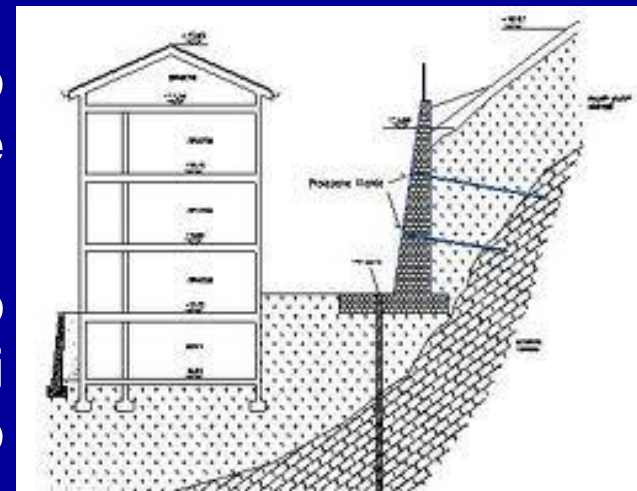
Le strutture tridimensionali **prefabbricate** si basano sull'impiego di elementi completi di impianti, infissi, finiture interne ed esterne.

In tal modo è possibile ottenere un unico manufatto sviluppando il concetto di “box unit” volto alla realizzazione di parti di edificio di dimensioni di vano o anche maggiori.

STRUTTURE DI CONTENIMENTO

Le strutture di contenimento costituiscono l'insieme degli elementi tecnici aventi funzione di sostenere i carichi derivanti dal terreno.

Le strutture di contenimento verticali sono progettate per rispondere a sollecitazioni prevalentemente orizzontali (spinta del terreno e spinta delle acque).



In relazione al loro principio statico di funzionamento le pareti di contenimento possono classificarsi in:

- **muri a gravità** (con o senza contrafforti)

- **muri a sbalzo**

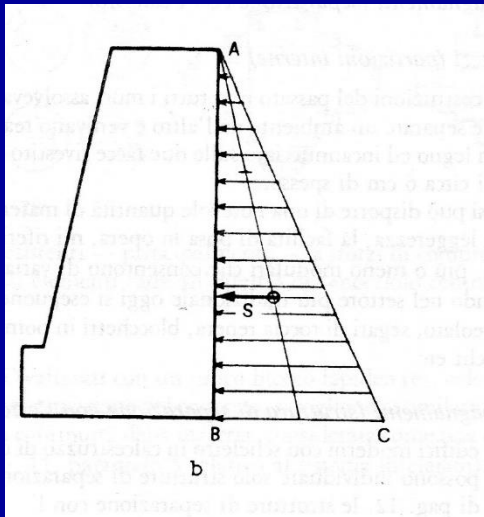
- in c.a.
- in cls debolmente armato
- in acciaio
- in elementi prefabbricati in c.a.

- in pietrame a secco
- in pietrame e malta
- In mattoni
- in cls

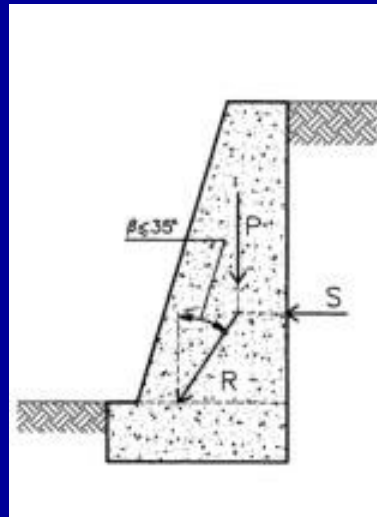
Muri di contenimento a gravità

Il muro a gravità si oppone alla spinta del terreno mediante il peso proprio. Ciò si ottiene facendo in modo che la risultante della spinta della terra e del peso proprio del muro abbia intensità e direzione tale da mantenere l'equilibrio.

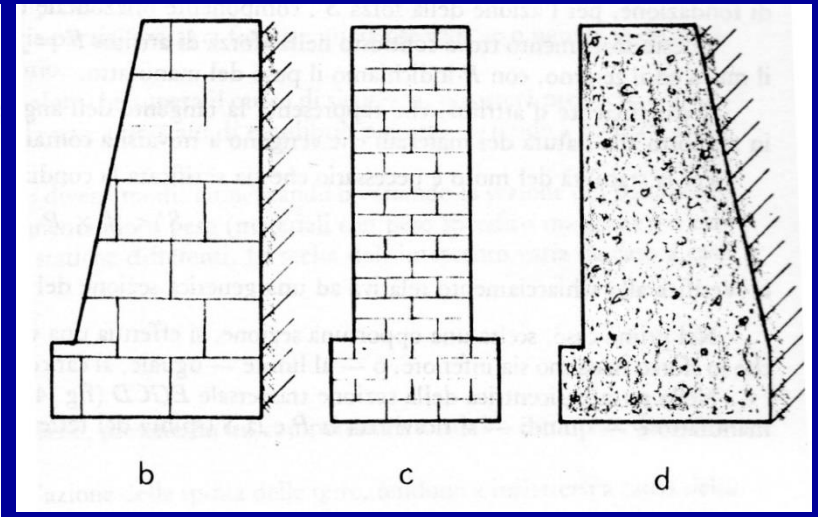
Quando la struttura verticale non è sottoposta a sforzi di trazione, quindi, viene realizzata in muratura o in cls.



Carico del terreno



risultante



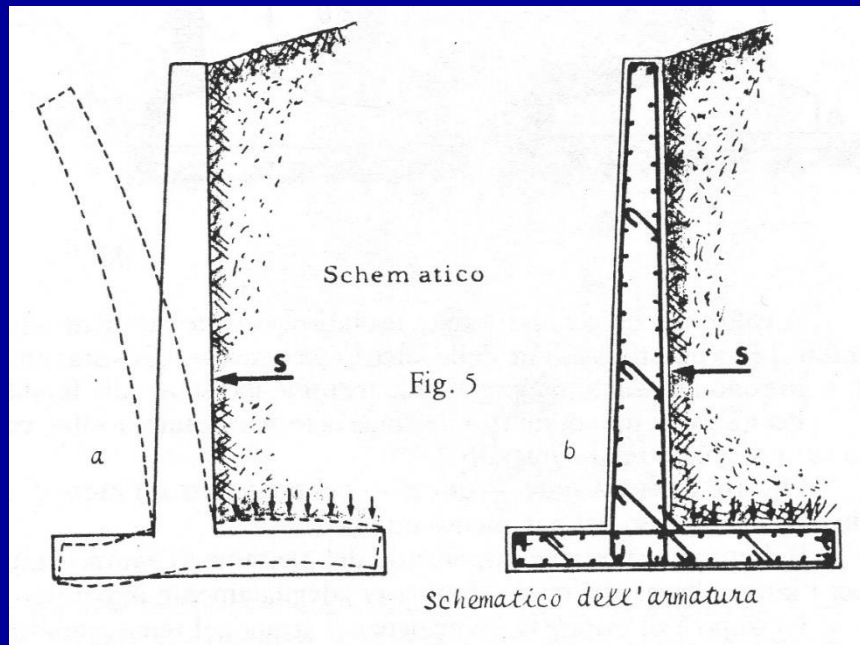
b

c

d

Muri di contenimento a sbalzo

Quando la struttura, invece, è sottoposta a trazione vengono impiegate le soluzioni tecniche con calcestruzzo in opera o in elementi prefabbricati in c.a. o in acciaio a palancola.



Vengono denominati a sbalzo poiché sotto la spinta del terreno tendono a inflettersi a causa del ridotto spessore se paragonato a quello di un muro a gravità.

Il tipo più semplice di muro a sbalzo può essere paragonato ad una mensola posta in verticale, incastrata al terreno.

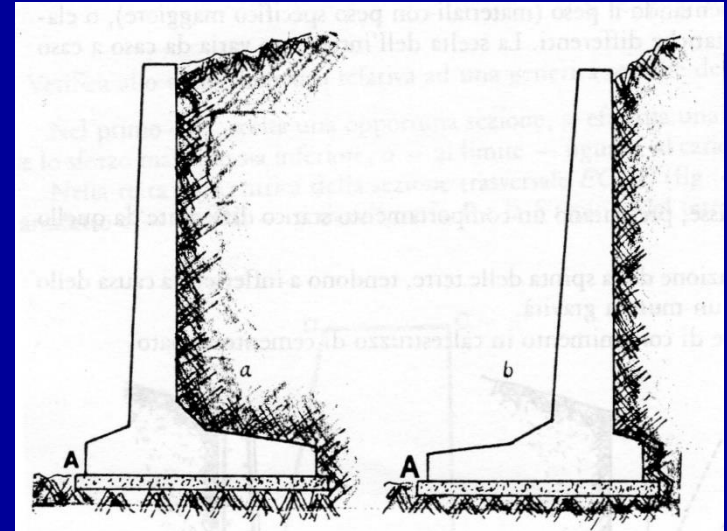
I **muri a sbalzo**, poiché presentano uno spessore modesto, necessitano di una base di notevole larghezza per evitare possibili ribaltamenti.

L'allargamento della base si può effettuare sia a monte che a valle del muro.

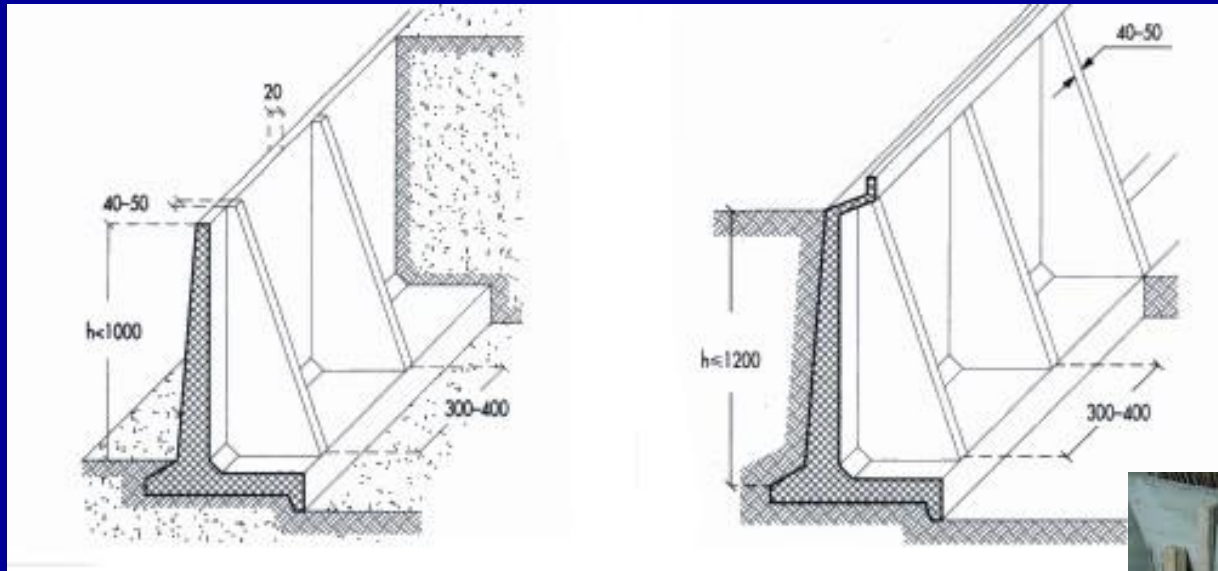
Nel caso dei muri con base a monte il terreno che grava su essa fornisce una forza peso che genera un momento stabilizzante all'eventuale ribaltamento dovuto alla spinta del terreno.

Quando occorre sostenere un terreno che non presenta caratteristiche tali da potere effettuare scavi senza pericolo di cedimenti si allarga la base a valle.

In tal modo si ottiene sempre una soluzione a vantaggio della stabilità, in quanto si allontana il punto (A) intorno al quale per effetto della spinta del terreno il muro potrebbe ribaltare.



Per necessità di carattere statico occorre cambiare schema costruttivo e realizzare dei contrafforti (esterni o interni, assimilabili sempre a mensole incastrate al terreno) ed a questi incastrare delle solette.



Nel progettare un muro di sostegno bisogna sempre prevedere un buon drenaggio a ridosso di esso. Esso si realizza disponendo del pietrame di natura compatta per 30-50 cm di spessore e per tutta l'altezza del muro, dopo avere adeguatamente impermeabilizzato il paramento interno. L'acqua viene allontanata mediante il pietrame, dei fori nel muro e una tubazione microforata posta alla base del drenaggio

