

# Materiali edili

## CENNI STORICI

La disponibilità, le proprietà (lavorabilità, resistenza, durezza, ecc.) e l'aspetto dei materiali edili hanno fatto la fortuna di ciascuno di essi nelle diverse epoche storiche.

Se il marmo ha segnato il fiorire dell'architettura greca e il laterizio quello dell'architettura romana, così la nascita dell'architettura moderna è stata consentita dalla disponibilità di nuovi materiali da costruzione, quali l'acciaio e il cemento armato.

A destra: trabeazione in marmo dell'Eretteo di Atene.



Costruzione in laterizio di epoca romana (Mercati di Traiano a Roma).

Lo sviluppo produttivo ed economico si è sempre intrecciato con quello culturale e tecnologico. Alcune civiltà sono state caratterizzate dalle nuove tecnologie; la civiltà romana, per esempio, è fiorita insieme alla tecnologia dell'arco e della volta.

La rivoluzione industriale è nata all'insegna dell'acciaio e ha determinato la nascita della **tecnologia delle costruzioni**.



Edificio in acciaio (Stazione Oriente a Lisbona, di Santiago Calatrava, 1998).

## PRINCIPALI MATERIALI EDILI

### NATURALI

ROCCE ERUTTIVE

ROCCE SEDIMENTARIE

ROCCE METAMORFICHE

LEGNO

### ARTIFICIALI

LATERIZI

VETRO

CERAMICHE

METALLI

IMPERMEABILIZZANTI

### LEGANTI

AEREI

IDRAULICI

### COMPOSITI

CALCESTRUZZI

CEMENTO ARMATO

### SINTETICI

TERMOPLASTICI

TERMOINDURENTI

## MATERIALI NATURALI

### ■ Rocce eruttive

Sono originate da magma vulcanico solidificato.

**BASALTI:** duri, scuri e compatti, sono usati per pavimentazioni stradali, in lastre o blocchetti (i noti *sampietrini* di Roma).

**PORFIDI:** duri, compatti, di colori dal grigio al rosso, sono usati per pavimentazioni, cordoli stradali, o anche per scopi decorativi.

**GRANITI:** durissimi, lucidi, di colori vari e di struttura composita, sono utilizzati per costruzioni monumentali e per rivestimenti.



Pavimentazione in basalto.



## ■ Rocce sedimentarie

Sono prodotte dal lento deposito di sostanze silicee, calcaree e organiche.

**ARGILLE:** diffusissime in natura, tenere e molto lavorabili, sono usate come materia prima per la produzione di laterizi.

**CALCARI:** resistenti e lavorabili, di colori dal bianco al grigio fino al rosso, sono di struttura abbastanza compatta. Roccia calcarea è il *travertino*, di aspetto spugnoso e bianco, molto usato nell'architettura romana antica e moderna, per colonne e rivestimenti murari. *Ghiaie e breccie* sono impiegate per pavimentazioni e calcestruzzi.



Capitello in travertino.

## ■ Rocce metamorfiche

Sono originate da trasformazioni di rocce eruttive o sedimentarie.

**MARMI:** di consistenza e colori molto vari, sono adottati per rivestimenti e decorazioni. Notissime sono le varietà dello *statuario di Carrara*, il *botticino*, il *bianco di Trani*, ecc.

**TUFI:** teneri e lavorabili sono di colore giallo-rossastro. Tagliati in blocchi sono usati per murature.

**ARDESIE:** scure, non molto resistenti, ma facilmente riducibili in lastre, sono utilizzate per rivestimenti e manti di copertura dei tetti.



Intarsio marmoreo.

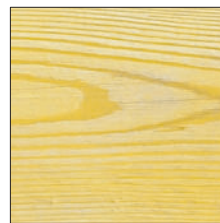
## ■ Legno

Diffuso, lavorabile e isolante, è stato il primo materiale da costruzione. Di aspetto molto diverso da una varietà all'altra (grana, fibra, venatura, colore) e con proprietà tecnologiche differenti (fendibilità, taglio, flessibilità, levigabilità, ecc.), non è molto durevole. Altra sua caratteristica negativa, dal punto di vista della durevolezza, è la sua facile combustibilità. Tra le sue proprietà meccaniche è da ricordare che la durezza è molto varia: vi sono legni dolci (abete, pioppo, betulla) e legni duri (noce, rovere, ciliegio).

Resiste abbastanza bene alle *sollecitazioni assiali di trazione e compressione*; buona è la sua *resistenza a flessione*.

Poco usato, come lo era invece nei secoli scorsi, per strutture portanti (travi, pilastri), è invece largamente impiegato per arredi e rivestimenti, specialmente nei suoi *trasformati* (multistrato, paniforte, tamburato, truciolato).

La tecnologia del **legno lamellare** ha ravvivato il suo impiego in strutture portanti; esso presenta una notevole resistenza e un aspetto gradevole.



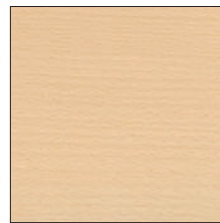
Abete bianco



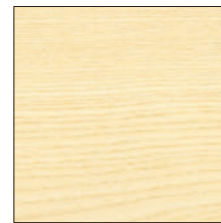
Acero



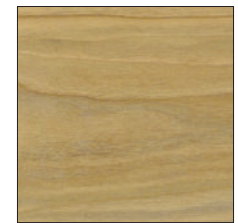
Ciliegio



Faggio



Frassino



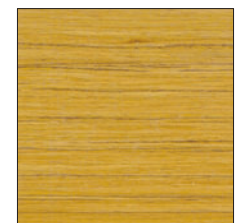
Noce nazionale



Pino rosso



Rovere



Teak



Struttura in legno lamellare.



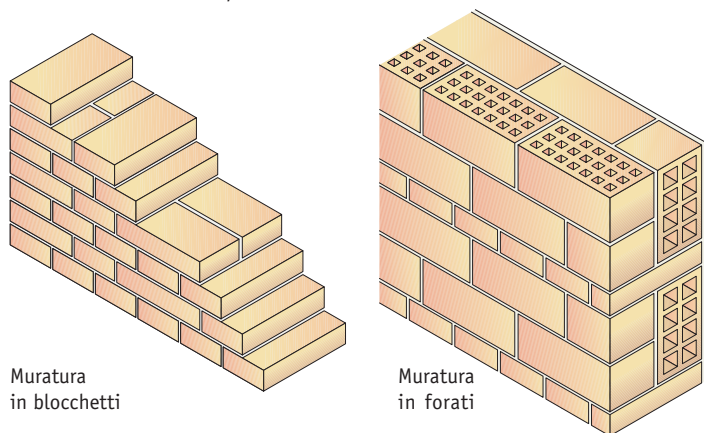
## MATERIALI ARTIFICIALI

### ■ Laterizi

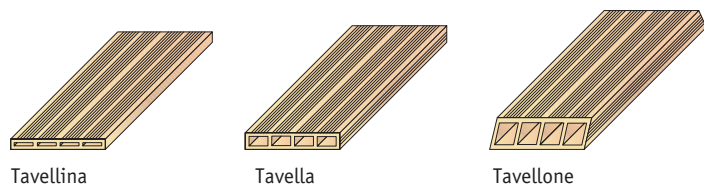
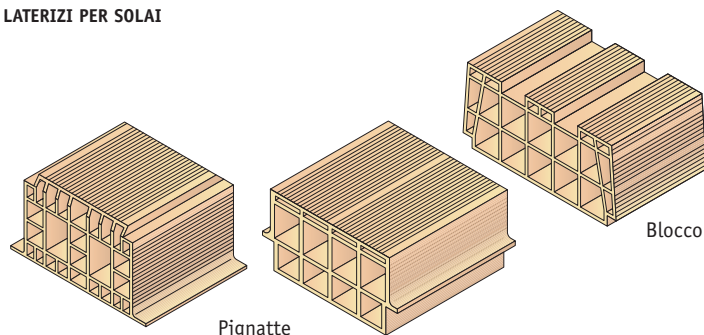
Ottenuti per cottura di argille impastate, sono lavorabili ed economici, con caratteristiche meccaniche molto variabili; presentano pasta porosa e colore giallo-rossastro. Sono prevalentemente usati per murature, solai e coperture.

**LATERIZI PER MURATURE:** mattoni in blocchetti o forati hanno forma e dimensioni modulari, per favorirne l'assemblaggio.

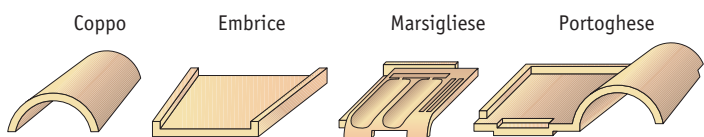
**ARDESIE:** scure, non molto resistenti, ma facilmente riducibili in lastre, sono utilizzate per rivestimenti e manti di copertura dei tetti.



### LATERIZI PER SOLAI



### LATERIZI PER COPERTURE



#### glossario

**Refrattario:** proprietà di un materiale resistente alle alte temperature.

**Laterizio:** dal latino *later* = mattone.

**Tramezzo:** muro divisorio senza funzioni portanti.

**Solaio:** struttura portante orizzontale che sostiene il pavimento.

### ■ Ceramiche

Dall'impasto di argille, caolino, additivi e coloranti, esse sono ottenute per cottura, talvolta ripetuta dopo rivestimento con smalti o vernici. Sono dure e impermeabili; per questo sono utilizzate per rivestimenti sia esterni sia interni, contribuendo con il loro aspetto alla qualità dell'ambiente.



In alto: Parque Guell a Barcellona, di Antoni Gaudí.  
A fianco: rivestimento in piastrelle di ceramica.

### ■ Vetro

Ottenuto da silice con calce e soda o potassa, è durissimo, trasparente, levigato, isolante e impermeabile. Il vetro comune è impiegato per infissi, i vetri temperati e di sicurezza per impieghi di maggiore resistenza. Vetri speciali sono il *vetrocemento* (piastrelle di vetro, saldate da malta cementizia) e i profilati (*Uglass*, ecc.).



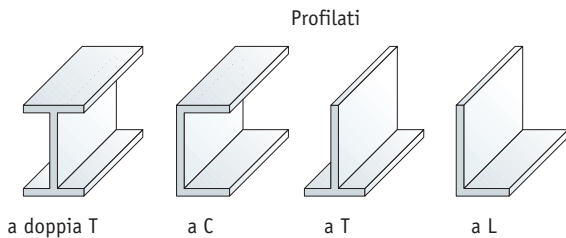
Struttura in vetrocemento.



## ■ Metalli

**ACCIAIO:** lega di ferro e carbonio, presenta in genere buona elasticità e alta resistenza a tutte le sollecitazioni, ma è facilmente ossidabile e quindi può essere corrosivo dagli agenti atmosferici. Le sue superfici vanno pertanto protette con trattamenti o vernici.

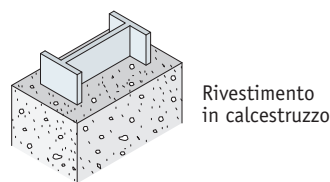
Acciai speciali si ottengono dalla lega dell'acciaio con altri metalli; tra questi sono da menzionare gli acciai inox, inattaccabili dagli agenti chimici.



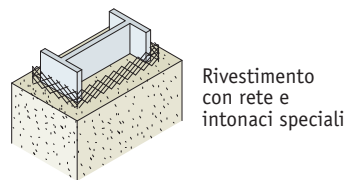
Facilmente lavorabile e saldabile, in edilizia è ampiamente usato sia nelle strutture sia nelle finiture, sotto forma di profilati, tondini, tubi e lamiere.

La giunzione delle parti di una struttura in acciaio si realizza in prevalenza con chiodature o saldature.

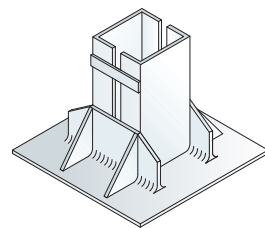
La scarsa resistenza al fuoco comporta la necessità di proteggere dagli incendi le strutture in acciaio.



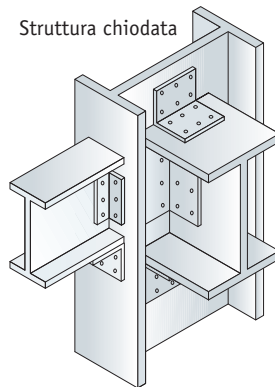
Rivestimento in calcestruzzo



Rivestimento con rete e intonaci speciali



Struttura saldata



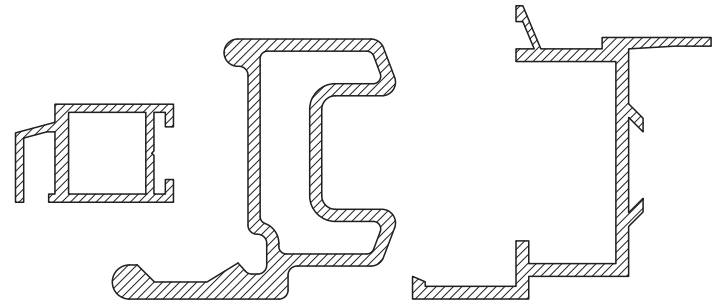
Struttura chiodata

La produzione industriale dell'acciaio nell'Ottocento ne consentì un vasto uso nell'ingegneria civile e solo dal Novecento nell'architettura.

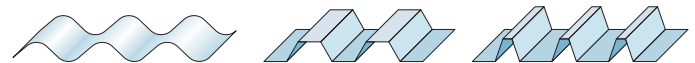


Particolare del ponte di Brooklyn a New York (1877).

**ALLUMINIO:** leggero, buon conduttore, facilmente lavorabile, in alcune sue leghe presenta anche discreta resistenza alle sollecitazioni. Resiste bene agli agenti atmosferici. Sempre più usato nell'edilizia, oltre che sotto forma di lamiere, anche per elementi radianti, profilati di serramenti, strutture secondarie e pannelli.



Sezioni di profilati per serramenti



Lamiere conformate

**RAME:** ottimo conduttore termico ed elettrico, resiste bene alla corrosione ed è facilmente lavorabile. Oltre al suo uso prevalente in cavi elettrici, nell'edilizia è ampiamente utilizzato per tubazioni, grondaie, pluviali, lamiere di copertura.



**PIOMBO:** pesante e poco resistente, è però facilmente lavorabile e saldabile. Presenta anche ottima resistenza agli agenti atmosferici. Tradizionalmente usato per tubazioni e lastre di copertura, è ora sempre meno usato in edilizia.



## ■ Impermeabilizzanti

**BITUMI:** sono ricavati dalla distillazione di petroli grezzi; a seconda delle modalità di distillazione si possono ricavare bitumi solidi, semisolidi e liquidi. Sono tutte sostanze utilizzate per manti impermeabili di coperture e strade. Molto usate sono le guaine bituminose, cioè tessuti sintetici impregnati di bitume.

**CATRAMI:** ricavati dalla distillazione di carbon fossile, sono utilizzati spesso in combinazione con il bitume.

**ASFALTI:** si ottengono da rocce calcaree o silicee, trattate e miscelate con bitumi e sabbie.

Applicazione di guaine bituminose sulla copertura di un edificio.



## MATERIALI LEGANTI

### ■ Calce

Dalla cottura di rocce calcaree si ricava la *calce viva*; da essa, mediante spegnimento in acqua, si ottengono la **calce idrata** e il **grassello**. Queste sono le due varietà delle **calci aeree**, cioè delle calci che, mescolate con acqua e sabbia, induriscono all'aria. L'uso di queste calci è limitato a murature fuori terra e intonaci.

Da particolari trattamenti termici e meccanici si ottengono invece le **calci idrauliche**; esse danno miscele, dette **malte idrauliche**, che induriscono anche in presenza di acqua.

### ■ Gesso

Si ottiene dalla cottura di pietra di gesso (gesso naturale) a temperatura abbastanza basse; macinato e miscelato con acqua dà un impasto molto lavorabile che indurisce in pochi minuti. Miscelando il gesso con sostanze ritardanti il tempo di presa (colle, caseina, ecc.) si ottengono lo *stucco* e la *scagliola*.

Il gesso dopo l'indurimento è tenero e attaccabile dall'acqua; per la sua plasmabilità è usato per intonaci, stuccature, decorazioni (cornici, forme) e modelli. Il suo impiego si va sempre più allargando nel settore dei tramezzi e dei controsoffitti prefabbricati (pannelli in gesso, in cartongesso); con particolari conglomerati (gesso addizionato a vermiculite, o perlite, oppure resine espanse) si ottengono pannelli leggeri e isolanti.

### ■ Cemento

È il legante più usato nelle costruzioni per le sue elevate caratteristiche meccaniche, ma anche per la sua *idraulicità* (capacità di far presa in acqua, al di fuori di ogni rapporto con l'aria).

Si ricava da pietre calcaree e argilla; dopo frantumazione e miscelazione delle materie prime, esse sono portate a cottura (1350÷1500 °C). Il prodotto di cottura (*clinker*) viene raffreddato e macinato in polvere finissima.

A seconda delle materie prime, della loro miscelazione e dei trattamenti di lavorazione, si ottengono diversi tipi di cemento. I principali sono: il **cemento Portland**, i **cementi pozzolanici**, i **cementi a presa rapida**, i **cementi ad alta resistenza**, il **cemento bianco**.

## MATERIALI COMPOSTI

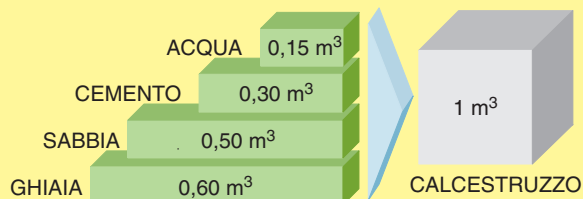
### ■ Malte di calce

Mescolando calce, acqua e sabbia ben impastate (a mano, con betoniere o impastatrici), si ottengono **malte aeree** oppure **malte idrauliche** (a seconda della calce impiegata). Esse trovano impiego in murature e intonaci.

#### memo

Per ottenere un calcestruzzo di buone caratteristiche, sono importanti qualità e dosaggio dei componenti.

La quantità dell'acqua deve consentire sia l'idratazione del cemento sia la lavorabilità dell'impasto: impasti molto asciutti, per esempio, non sono adatti per getti di dimensioni ridotte o su armature.



### ■ Calcestruzzo

È ottenuto dalla miscela di acqua e cemento, con l'aggiunta di due **inerti**, sabbia e ghiaia (o pietrisco). Il materiale risultante dopo l'indurimento si presenta duro e resistente.

Fondamentali per le sue caratteristiche meccaniche sono le qualità dei componenti. Gli inerti devono essere privi di impurità (limo, argille, materiali organici) e ben dosati nella dimensione dei granuli. L'acqua deve essere limpida e priva di sali.

Dopo la miscelazione, ottenuta con *betoniere*, si esegue il getto in *casseforme*, cioè casse in legno o metallo che lo contengono e ne definiscono la forma; il getto è seguito da **costipazione**, realizzata con tavole vibranti o vibratori. Nella fase di **indurimento** il calcestruzzo deve essere mantenuto in ambiente favorevole per la sua stagionatura (umidità, temperatura).

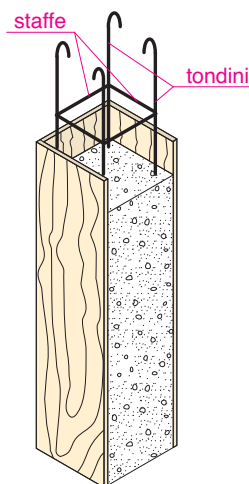
### ■ Cemento armato

Il cemento armato (c.a.) o, più propriamente, calcestruzzo armato è un materiale composito ottenuto con una struttura di **tondini** di acciaio affogata nel calcestruzzo.

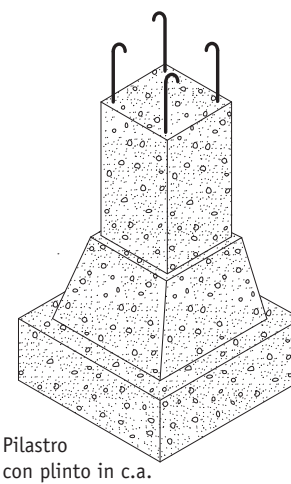
Questi due materiali hanno caratteristiche complementari. Il calcestruzzo, di costo modesto, ha una buona resistenza a compressione, al fuoco e alle intemperie. L'acciaio, anche se più costoso, presenta caratteristiche meccaniche eccellenti (elasticità, resistenza a trazione, a compressione, a taglio), ma deve essere protetto dal fuoco e dagli agenti atmosferici. Per la realizzazione di opere in cemento armato si preparano delle casseforme sulle quali viene adagiata la struttura metallica. Sulla base dei disegni gli specialisti in carpenteria metallica danno ai tondini una sagomatura e li legano tra loro. I tondini vengono sagomati per far seguire loro l'andamento delle sollecitazioni di trazione e taglio a cui devono resistere. Alle estremità dei tondini si realizzano delle uncinature, che consentono di saldare la struttura in lavorazione con quelle successive. Il diametro di curvatura di queste uncinature deve essere almeno 6 volte quello dei tondini usati.

La struttura metallica è composta anche da **staffe** (per conferire resistenza al taglio), che insieme ai tondini formano delle vere e proprie gabbie. Tra le facce esterne del calcestruzzo e la struttura metallica si deve creare uno spessore di calcestruzzo che protegga il ferro (il cosiddetto *copriferro*); esso deve essere di almeno 2 cm nelle strutture principali, e di almeno 0,8 cm nelle solette.

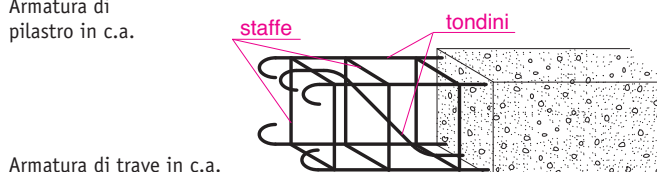
Dopo il getto e la costipazione del calcestruzzo, si fa indurire il conglomerato prima di passare al disarmo di puntelli e casseforme.



Armatura di pilastro in c.a.



Pilastro con pinto in c.a.



Armatura di trave in c.a.





Ponte Risorgimento a Roma, di François Hennebique (1910), una delle prime strutture in cemento armato realizzate in Italia.

### ■ Cemento armato precompresso

La particolare resistenza delle strutture in cemento armato ha indotto inevitabilmente a sottoporle a sollecitazioni sempre più spinte. Da questa tendenza è nata la tecnologia, abbastanza recente, del cemento armato precompresso.

I due materiali presenti nel cemento armato hanno caratteristiche meccaniche molto diverse; mentre il ferro ha elevate capacità di resistenza sia a trazione sia a compressione, il cemento presenta una buona resistenza solo a compressione. Per questo motivo nelle parti sollecitate a trazione si dispongono i ferri. Ma questi, quando sono sottoposti a sollecitazioni altissime, subiscono allungamenti consistenti che provocano la frattura del cemento circostante i ferri.

Se però la struttura in condizioni iniziali è sottoposta a sforzi di compressione (a cui resistono bene sia il ferro sia il cemento), quando le sollecitazioni esterne provocano degli allungamenti nelle zone tese, si crea un graduale ritorno verso condizioni in cui lo sforzo di compressione del cemento diminuisce; se si fa in modo che la sollecitazione massima non crei sforzi di trazione nel cemento, si possono realizzare strutture a elevata resistenza con dimensioni contenute.

Questa idea viene realizzata in diversi modi. Un modo è quello di creare travi in cemento con dei fori passanti, all'interno dei quali si inseriscono dei ferri che vengono sottoposti a notevoli sollecitazioni di trazione; così deformati, essi vengono fissati (con testate filettate, o altri dispositivi) alla trave, che viene conseguentemente sollecitata a compressione prima di essere soggetta a un lavoro: essa è quindi *precompressa*.

Un altro modo per realizzare strutture precomprese è quello illustrato nelle figure: i cavi di acciaio passano attraverso la cassaforma e vengono ancorati alle testate di una struttura metallica (fig. 1). Successivamente si getta il cemento nella cassaforma e si sottopongono i cavi a sollecitazioni di trazione (fig. 2). Dopo che il cemento è ben indurito, i cavi di acciaio vengono tagliati (fig. 3) e, tramite la loro aderenza al cemento, creano in esso forti sollecitazioni di compressione.

In queste strutture è importante che il ferro abbia buone caratteristiche elastiche e di aderenza; per questo motivo vengono impiegati cavi di acciaio formati dall'intreccio di diversi *trefoli*, cioè altri cavi più piccoli a loro volta intrecciati.

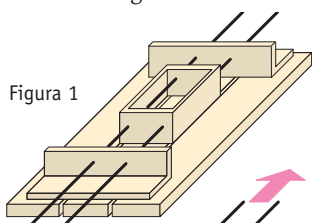


Figura 1

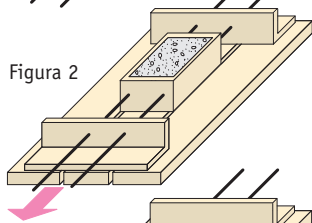


Figura 2

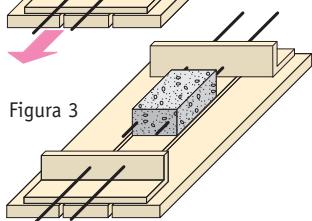
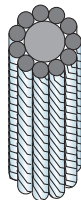


Figura 3

Cavo in acciaio per c.a.p.



## MATERIALI SINTETICI

### ■ Sostanze termoplastiche

**CLORURO DI POLIVINILE (PVC):** è ampiamente usato per tubazioni idriche, canali di gronda, piastrelle, rivestimenti (corrimani, battiscopa, ecc.), infissi (finestre, blocchi finestra, tapparelle), pannelli, ecc.

**POLIETILENE:** è usato per tubazioni e rivestimenti isolanti.

**POLIPROPILENE** (noto come *moplen*): anch'esso è utilizzato per tubazioni, raccordi, oltre che in molti oggetti d'uso comune.

**POLISTIRENI:** sono impiegati per isolanti termici e acustici, in particolare il polistirolo e il polistirolo espanso.

**POLIURETANI:** sono utilizzati per vernici, adesivi, materiali espansi per coibentazioni.

**RESINE ACRILICHE:** sono impiegate per carte da parati e idropitture.

**METACRILATI:** trovano impiego nella produzione di lastre trasparenti e colorate; commercialmente note sono le denominazioni di *plexiglas* e *perspex*.



Tubazioni in PVC in un edificio in costruzione.

### ■ Sostanze termoindurenti

**RESINE UREICHE:** per colle e vernici.

**RESINE MELAMMINICHE:** per adesivi e vernici, oltre che per laminati plastici di rivestimento.

**RESINE FENOLICHE:** per vernici e laminati plastici.

**RESINE POLIESTERE:** sono impiegate per materiali compositi con fibre di vetro (la cosiddetta *vetroresina*) o di carbonio, per pannelli e oggetti particolarmente resistenti e leggeri.

**POLIURETANI:** sono utilizzati per vernici, adesivi e materiali espansi per coibentazioni.

**RESINE EPOSSIDICHE:** trovano impiego in adesivi, vernici, rivestimenti e materiali compositi.



Tensostrutture in materiale sintetico (Città delle Scienze e delle Arti a Valencia).

# Elementi di tecnologia edile

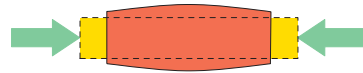
## PRINCIPALI PROPRIETÀ DEI MATERIALI

FISICHE	MECCANICHE	TECNOLOGICHE
Massa volumica	Resistenza a compressione	Malleabilità
Conduktività termica	Resistenza a trazione	Duttilità
Conduktività elettrica	Resistenza a taglio	Piegabilità
Opacità	Resistenza a flessione	Saldabilità
Permeabilità	Resistenza a torsione	Fusibilità
Porosità	Durezza	Temperabilità
Omogeneità	Elasticità	Lucidabilità
Colore		

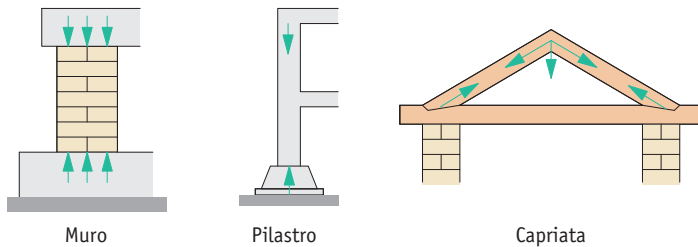
Tra esse prendiamo in esame le caratteristiche di **resistenza meccanica** a sollecitazioni esterne.

## RESISTENZA A COMPRESSIONE

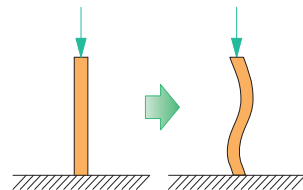
Il solido è sollecitato da forze opposte e convergenti, che tendono ad accorciarlo e a dilatarne la zona centrale.



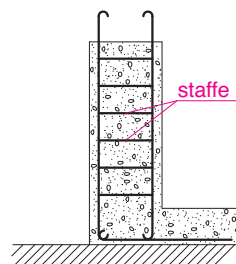
Murature, pilastri e puntoni di capriate sono soggetti a tale tipo di sollecitazione.



Quando il solido ha una forma troppo snella, sotto una sollecitazione di compressione tende a **svergolarsi**; in questi casi si dice che esso è soggetto a un **carico di punta**.



Proprio per evitare che i tondini dei pilastri in c.a. siano soggetti a carico di punta, essi vengono irrigiditi con anelli trasversali, detti **staffe**.

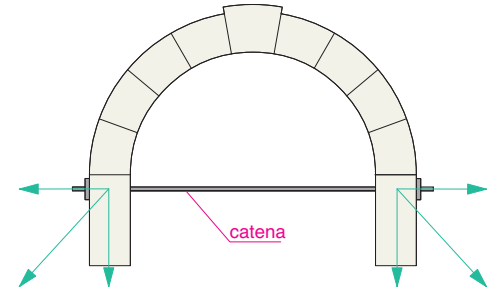
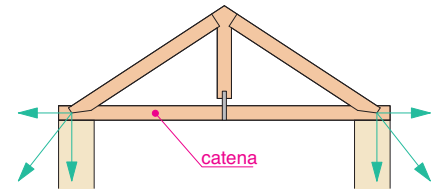
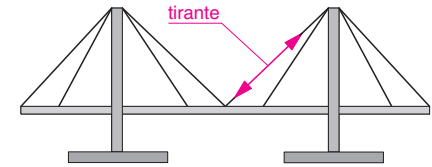


## RESISTENZA A TRAZIONE

In questo caso il corpo è soggetto a forze opposte ma divergenti, che tendono ad allungarlo e ad assottigliarne la parte centrale.

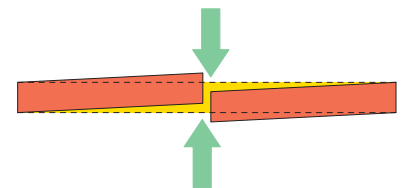


Tiranti di ponti in ferro e catene di capriate, o di volte, sono soggetti a tale sollecitazione.



## RESISTENZA A TAGLIO

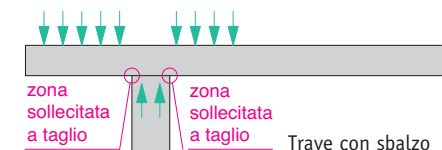
Il corpo è sottoposto all'azione di forze opposte, convergenti e disposte trasversalmente all'asse del solido. La loro azione tende a far scorrere le sezioni del solido nel piano della sollecitazione.



A sollecitazioni di taglio sono sottoposte per esempio travi appoggiate e travi con sbalzo nei punti di appoggio.



**Nota bene:** le staffe delle travi in c.a. sono preposte a resistere alle sollecitazioni di taglio.

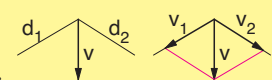


### glossario

**Elasticità:** proprietà di un materiale che, al cessare di una sollecitazione, riacquista la forma iniziale.

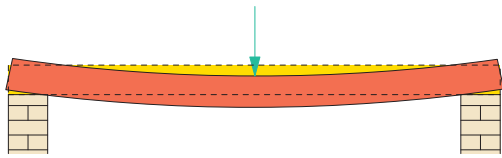
### memo

Per scomporre un vettore secondo due direzioni date, dall'estremo libero si conducono le parallele alle direzioni date.



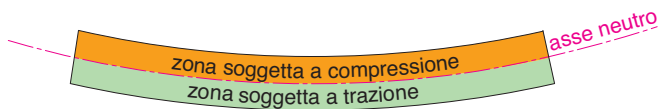
## RESISTENZA A FLESSIONE

Le forze agiscono trasversalmente all'asse del corpo e tendono a incurvarlo.

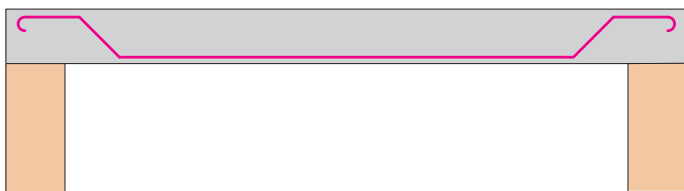


Osservando attentamente una trave inflessa, si può notare che la lunghezza dell'asse, prima e dopo la deformazione, non subisce modifiche. In pratica è come se non avesse subito alcuna sollecitazione: per questo viene chiamato **asse neutro**.

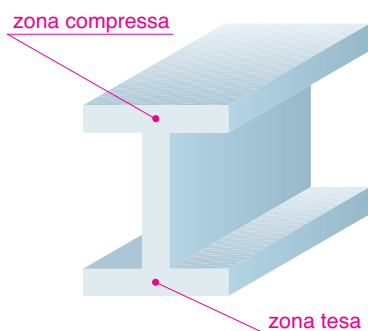
Al contrario, la zona sopra l'asse neutro ha subito un accorciamento, mentre quella sottostante si è allungata; in effetti esse sono state sottoposte rispettivamente a compressione e a trazione. In pratica la sollecitazione a flessione è la somma di una compressione e di una trazione.



La tecnologia del cemento armato risponde all'esigenza di sommare la buona resistenza del calcestruzzo a compressione con l'alta resistenza dell'acciaio a trazione. In una trave in c.a. i tondini principali vengono collocati nella zona soggetta a trazione.

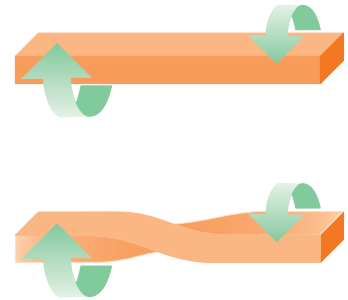


Per quanto detto in precedenza si può capire che, in una trave di ferro sottoposta a flessione, le parti soggette a sforzo sono quelle superiore e inferiore, mentre verso il centro sono di dimensioni ridotte o nulle. A tale situazione risponde bene la forma a «doppio T» che hanno le travi di ferro maggiormente usate.

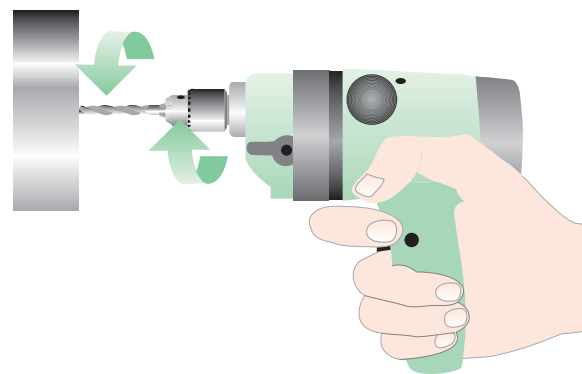


## RESISTENZA A TORSIONE

Il corpo è soggetto all'azione di forze rotanti in verso opposto e su piani diversi.



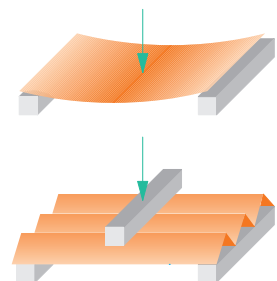
Durante il serraggio di una vite, il giravite è sottoposto a uno sforzo di torsione, così come la punta di un trapano in azione.



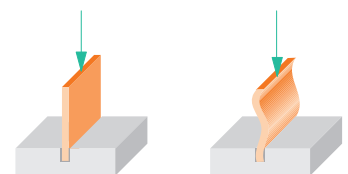
## RESISTENZA DI FORMA

I corpi, oltre alla resistenza propria del materiale, presentano resistenze variabili in base alla loro forma.

Per esempio, una lamiera appoggiata agli estremi si flette anche solo per il proprio peso; la lamiera piegata, invece, presenta maggiore resistenza. Infatti le lamiere, sollecitate a flessione, vengono conformate in vari modi per aumentarne la resistenza.



Anche le lamine sottoposte a compressione si deformano facilmente, ma sotto forma di lamine scatolari o tubi aumentano notevolmente la loro resistenza a compressione.





## DEFORMAZIONI

### ■ Deformazioni elastiche e plastiche

I corpi sottoposti a sollecitazioni esterne si deformano. Se al cessare della sollecitazione il corpo riacquista la forma iniziale, si dice che esso ha subito una **deformazione elastica**. Quando invece il corpo non recupera la precedente forma si ha una **deformazione plastica** o permanente.

Questi diversi comportamenti non sono legati soltanto al tipo di materiale, ma sono determinati anche dall'intensità della sollecitazione.

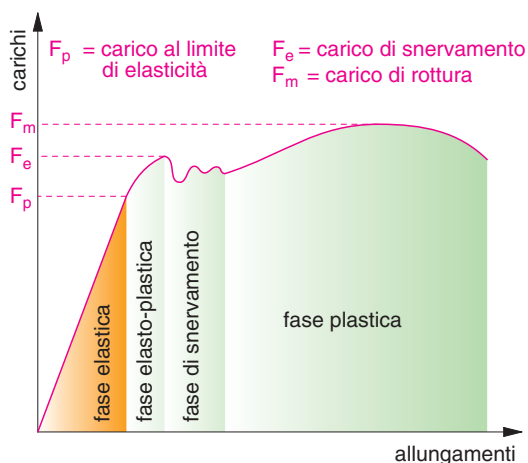
### ■ Relazione sollecitazione-deformazione

Tramite prove di laboratorio su campioni di materiale (detti **provini**), si può notare che, al crescere della sollecitazione, corrisponde una deformazione direttamente proporzionale. Nel caso di una prova di trazione, il diagramma carico-allungamento ha un andamento rettilineo.

Però procedendo con la prova, si nota che il diagramma acquista un andamento irregolare; il materiale non ha più un comportamento elastico, ma sta attraversando una fase (detta di **snervamento**) in cui reagisce irregolarmente al carico. Dopo questa fase, il diagramma acquista un andamento curvilineo: il materiale sta subendo deformazioni plastiche, alle quali subentra la **rottura**.

I valori che segnano le fasi del diverso comportamento del materiale sotto l'azione dei carichi sono:

- **carico al limite di elasticità**, dopo il quale il materiale ha un comportamento parzialmente plastico (*fase elasto-plastica*);
- **carico di snervamento**, oltre il quale si hanno deformazioni molto irregolari a fronte di un carico sostanzialmente costante;
- **carico di rottura**, che segna la frattura del provino.



### ■ Carichi di rottura e di sicurezza

Il **carico di rottura** è tipico del materiale e pertanto ci consente di prevedere quali sollecitazioni esso è in grado di sopportare. Però abbiamo visto che la rottura è preceduta dalla fase plastica e di snervamento; inoltre il manufatto non sempre corrisponde alle caratteristiche previste.

Conseguentemente in fase di progetto si assume un valore molto più basso di quello di rottura: il **carico di sicurezza**. Essi sono entrambi espressi in  $N/mm^2$ , anche se è ancora diffuso il valore in  $kg/mm^2$ .

#### memo

Secondo il SI la resistenza dei materiali si misura in  $N/mm^2$ . È da ricordare il rapporto tra il newton e il  $kg_f$  (unità ancora usata ma scomparsa dal SI):

$$1 \text{ N} = 0,1019 \text{ kg}_f$$

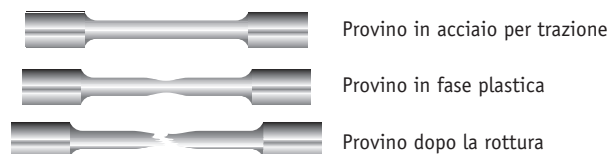
$$1 \text{ kg}_f = 9,8066 \text{ N}$$

## PROVE DI LABORATORIO

### ■ Prove distruttive

Queste prove analizzano il comportamento del materiale in tutte le fasi, fino alla rottura. I provini utilizzati variano in relazione al materiale e alla prova da eseguire.

Per esempio, provini di calcestruzzo per compressione sono di forma cubica (lato 15 cm) oppure di forma cilindrica; quelli per prove di flessione hanno invece forma di parallelepipedo a base quadrata.



Le macchine per le prove di resistenza sono molteplici, ma quelle fondamentali prendono il nome di **macchine universali**, perché consentono di effettuare prove di trazione, compressione, flessione e taglio.

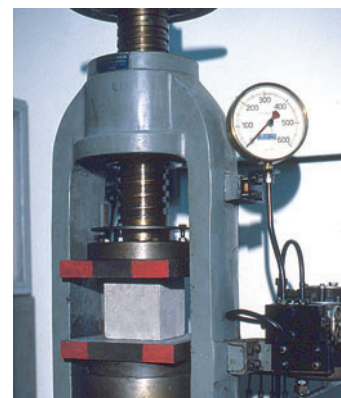
Esse sostanzialmente sono dotate di due ganasce, una mobile e l'altra fissa, alle quali viene fissato il provino. Le ganasce sono solidali a una incastellatura collegata agli organi che forniscono la potenza per creare gli sforzi e alle apparecchiature per registrare ed elaborare i risultati delle prove.



Macchina per prove di trazione.



Prova di flessione su provino di calcestruzzo.



Prova di compressione su provino di calcestruzzo.

### ■ Prove di durezza

La **durezza** è la resistenza che un materiale oppone alla penetrazione di un altro corpo.

Questa resistenza viene misurata mediante strumenti, detti **durometri**, che sottopongono il materiale alla pressione di un penetratore; quanto più il penetratore lascia un'impronta profonda nel materiale, tanto minore sarà la sua durezza.

Tra le prove di durezza più frequenti vi è quella eseguita con il **metodo Rockwell**. Per questa prova si usano due tipi di penetratori: sfera d'acciaio per i materiali non molto duri, cono di diamante per materiali duri. La prova consiste nell'applicare un carico iniziale (98 N) che provoca una prima impronta; successivamente si azzerò lo strumento e si applica un secondo carico fino ad arrivare a un carico complessivo di 981 N, per i materiali non molto duri, oppure di 1470 N, per i materiali duri. Si toglie quindi il secondo carico mantenendo il primo e, dopo un assestamento dello strumento, si legge il valore della durezza sul display.

### ■ Prove di resistenza alla fatica

La **resistenza alla fatica** è la capacità di un materiale di sopportare sollecitazioni variabili e ripetute.

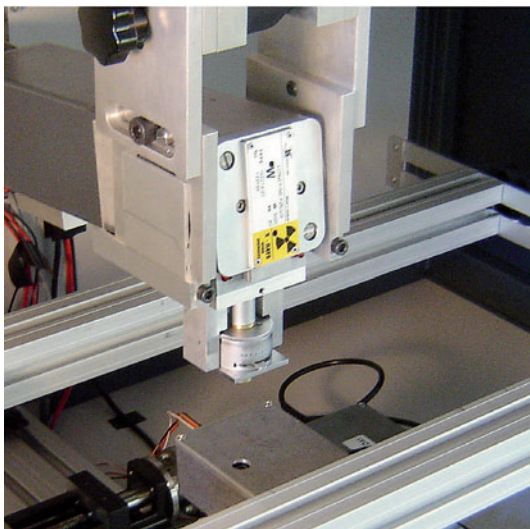
Per misurare la resistenza alla fatica il materiale viene sottoposto a sollecitazioni alterne, per esempio di trazione e di compressione, fino a un valore massimo prestabilito. Questo ciclo di sollecitazioni viene ripetuto fino alla rottura del materiale, misurando il numero dei cicli sopportati dal materiale prima della rottura. Mediante numerose prove di questo tipo con valori diversi dei carichi massimi, si può costruire un diagramma che permette di associare un carico massimo con un numero di cicli sopportabili dal materiale provato.

### ■ Prove non distruttive

Le prove precedenti e altre analoghe (per misure di elasticità, resistenza, ecc.) provocano la rottura o comunque il danneggiamento del materiale provato; per questo motivo si chiamano **prove distruttive**.

Le nuove tecnologie consentono oggi di realizzare anche **prove non distruttive**, cioè che non pregiudicano minimamente la struttura del materiale. Importanti applicazioni di queste prove si hanno in quasi tutti i settori industriali, ma anche nel settore delle costruzioni, in particolare di quelle di valore storico.

I metodi più frequentemente adottati nelle prove non distruttive sono quelli basati sulla interferometria ottica, sugli ultrasuoni, sulle radiazioni X e gamma, sulla olografia ottica e acustica.



Prova non distruttiva con densitometro ai raggi X.



Durometro Rockwell.

#### RESISTENZA DEI PRINCIPALI MATERIALI DA COSTRUZIONE (CARICHI DI SICUREZZA)

MATERIALE	PESO SPECIFICO (kg/m <sup>3</sup> )	COMPRESSIONE (N/mm <sup>2</sup> )	TRAZIONE (N/mm <sup>2</sup> )	TAGLIO (N/mm <sup>2</sup> )
<b>METALLI</b>				
Ferro saldato	7700	80 ÷ 100	80 ÷ 100	75
Ferro omogeneo	7800	100 ÷ 120	100 ÷ 120	80
Acciaio dolce	8000	-	120	-
Ghisa	7000 ÷ 7500	60 ÷ 80	15 ÷ 20	20
<b>LEGNAMI</b>				
Pino bianco	600	3	8	⊥2,0 //1,2
Abete bianco	560	3,5	7	⊥1,2 //0,8
Quercia	850	4	9	⊥2,5 //1,4
Faggio	750	4,5	8	⊥2,0 //1,2
Pioppo	530	2	-	⊥1,2 //0,8
<b>PIETRE NATURALI</b>				
Granito	2700	20 ÷ 40	-	-
Basalto	3000	60	-	-
Arenaria	2500	16	-	-
Tufo di Roma	1800	1,2 ÷ 3,2	-	-
Peperino di Roma	2000	2,8 ÷ 4,8	-	-
Travertino	2200	8	-	-
Marmo di Carrara	2800	16	-	-
<b>LATERIZI</b>				
Mattoni comuni	1600	1,6 ÷ 2,4	-	-
Mattoni forati	900 ÷ 1200	0,8 ÷ 1,2	-	-
<b>LEGANTI</b>				
Malte di calce	1700	0,1	-	-
Malte di cemento	1800	1,2 ÷ 1,5	-	-
Calcestruzzo	2400	> 4,5	-	-
<b>MURATURE</b>				
Muratura di tufo	2000	0,5	-	-
Muratura di calcare tenero	1800	0,5 ÷ 0,8	-	-
Muratura di mattoni	1600	0,6 ÷ 0,8	-	-
Muratura di mattoni e cemento	1800	1 ÷ 1,2	-	-
<b>ALTRI</b>				
Vetro	2500	8 ÷ 10	-	-

⊥ Perpendicolare alle fibre // Parallelo alle fibre

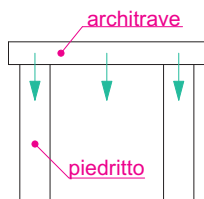


# Tecniche e lavorazioni

## TIPOLOGIE STRUTTURALI

### ■ Trilite

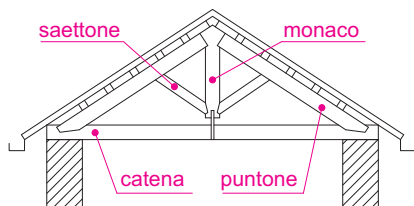
È la più semplice e antica struttura costruttiva usata dall'uomo. Due blocchi verticali (i **piedritti**) sostengono l'elemento orizzontale (l'**architrave**) che è sollecitato a flessione; la pietra non ha buona resistenza a flessione, mentre il legno non può raggiungere grandi dimensioni. Per questo motivo nell'antichità questa struttura non consentì di realizzare costruzioni con grandi distanze tra i piedritti (distanza detta «luce»). Con l'avvento del c.a. questo vincolo naturale è stato rimosso.



Strutture trilite di Stonehenge (Gran Bretagna).

### ■ Capriata

Di forma triangolare, è costituita da un elemento orizzontale (la **catena**) e due inclinati (i **puntoni**). Mentre questi ultimi lavorano a compressione, la catena subisce sforzi di trazione. Dato che, tra i materiali naturali, l'unico che presenti una discreta resistenza a trazione è il legno, fino al XIX sec. le capriate venivano realizzate solo in legno. Anche in questo caso il legno pone limiti dimensionali alle luci. Con l'uso del ferro e del c.a. anche la capriata ha potuto raggiungere luci molto più ampie.

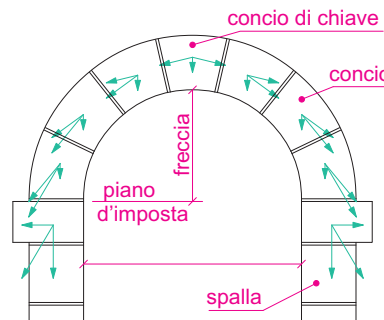


Copertura a capriata.

### ■ Arco

Geniale invenzione dell'ingegneria etrusca, l'arco fu portato ai massimi splendori dall'architettura romana. Consiste in una serie di blocchi disposti a semicerchio che, sotto il proprio peso, possono resistere anche a secco, cioè senza leganti. I carichi si trasmettono da un **concio** all'altro e giungono sul **piano d'imposta** con andamento quasi verticale: la loro lieve componente orizzontale viene facilmente assorbita dalle spalle.

L'uso di mattoni e malta consentì agli antichi romani di realizzare, con elementi piccoli e facilmente trasportabili, archi di luce molto ampia.



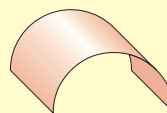
### ■ Volte

Derivano direttamente dall'arco. La volta più semplice è la **volta a botte**; da varie combinazioni di essa nascono gli altri tipi. Con l'avvento del c.a. le volte hanno subito una profonda evoluzione, sia nella forma sia nelle dimensioni.

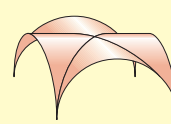


Volte della Basilica romana di Massenzio.

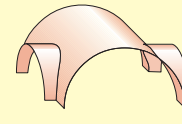
#### VOLTE CLASSICHE



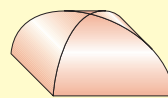
Volta a botte



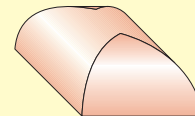
Volta a crociera



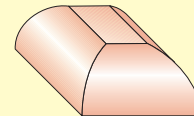
Volta a botte con lunette



Volta a padiglione

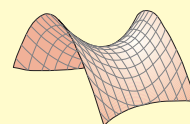


Volta a botte con testate a padiglione

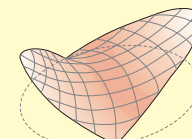


Volta a schifo

#### VOLTE MODERNE



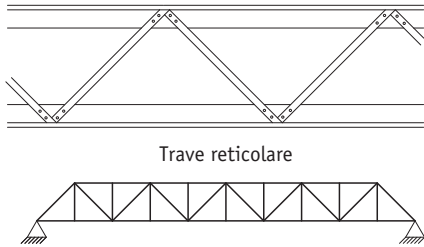
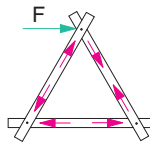
Volta a paraboloidi iperbolici



Volta sottesa

■ **Strutture reticolari**

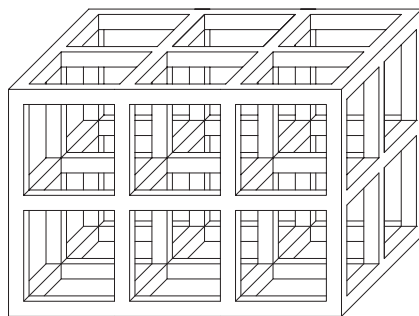
Sono basate su maglie triangolari. In un triangolo articolato, la struttura è estremamente rigida, poiché le aste lavorano solo a compressione (**puntoni**) o a trazione (**tiranti**).



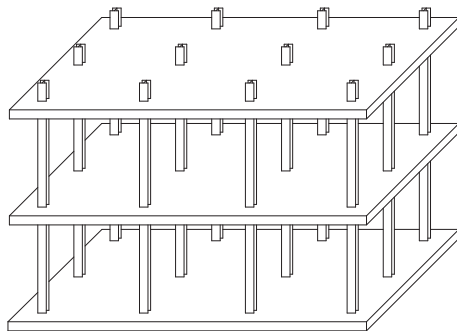
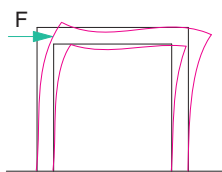
Copertura dello Stadio Olimpico di Roma.

■ **Strutture a telaio**

Derivate dal trilitte possiedono però un architrave **incastrato** nei piedritti. Le sollecitazioni di flessione non ne hanno consentito l'uso in edilizia fino all'avvento del ferro e del c.a.; con essi è divenuta la struttura più usata nelle costruzioni. Travi e pilastri con giunti rigidi formano strutture stabili e leggere.



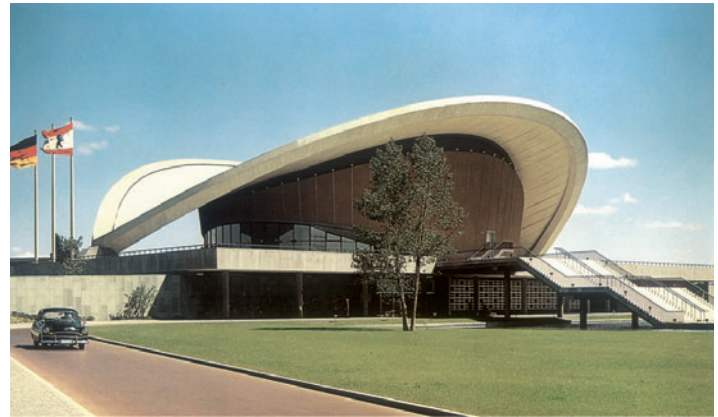
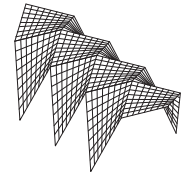
Struttura a telaio in c.a.



Struttura a telaio in ferro e c.a.

■ **Strutture a guscio conformato**

Derivate dalle lamine conformate e dalle volte, esse sfruttano la rigidità di forma, la resistenza elevata e la lavorabilità dei moderni materiali.



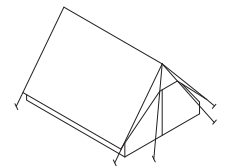
Franklin Halle a Berlino, di H.A. Stubbins (1957).



Città delle Scienze e delle Arti a Valencia, di Santiago Calatrava (2002).

■ **Tensostrutture**

Derivano dalle tende, impostate con poche aste rigide (**puntoni**) e con teli tesi da funi. L'introduzione nell'edilizia di materiali sintetici (come il PVC, ecc.) ha permesso di realizzare originali coperture di grandi ambienti.



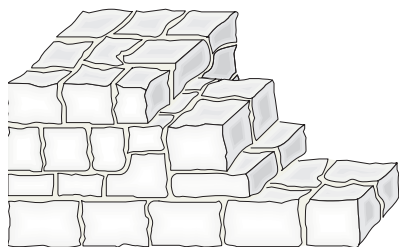
Città delle Scienze e delle Arti a Valencia, di Santiago Calatrava (2002).



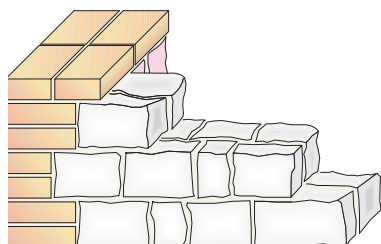
## STRUTTURE VERTICALI

### ■ Muri portanti

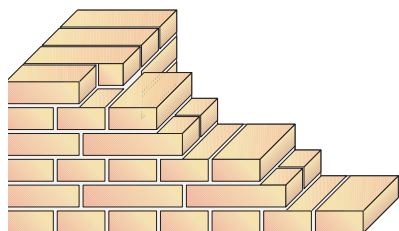
In laterizio o pietra sono ancora usati per costruzioni di dimensioni ridotte e per una produzione di piccolo cantiere.



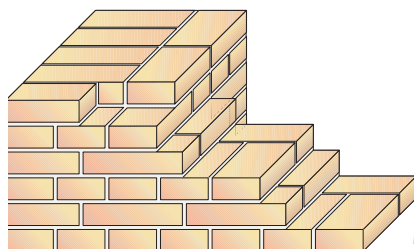
Muro in pietrame



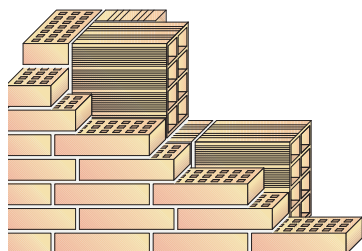
Muro in pietrame e mattoni



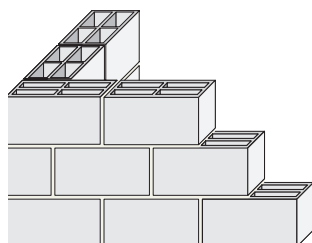
Muro in mattoni a due teste



Muro in mattoni a tre teste



Muro in mattoni semipieni e forati



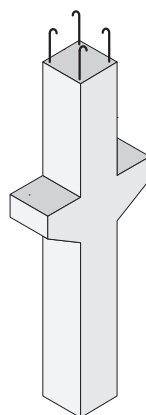
Muro in blocchi di calcestruzzo

### ■ Pilastr

Sono solitamente di cemento armato o ferro. Oltre alla funzione portante devono conferire rigidità a tutta la struttura. Per questo è particolarmente importante la soluzione del nodo con le travi.



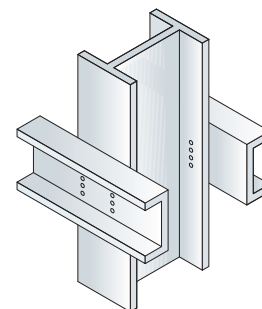
Pilastro in cemento armato.



Pilastro in c.a. con mensole d'appoggio per travi

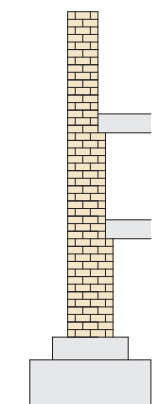


Nei pilastri in c.a. i tondini vengono generalmente disposti agli angoli

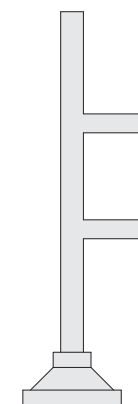


Pilastro in ferro con trave chiodata

Lavorando a compressione i pilastri aumentano di spessore verso il basso, fino alle fondazioni, dove si aumenta al massimo la superficie d'appoggio per diminuire la pressione sul terreno.



Muro a riseghe con fondazioni

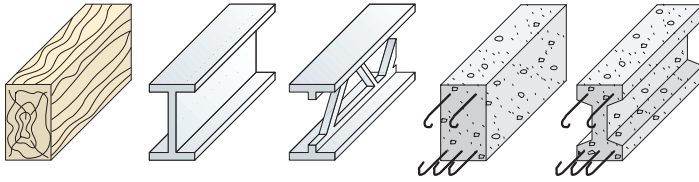


Pilastro con plinto di fondazione

## STRUTTURE ORIZZONTALI

### ■ Travi

Tradizionalmente realizzate in legno (di sezione rettangolare), sono oggi prevalentemente ottenute in ferro o in cemento armato. In questi casi si sceglie la forma della sezione più adatta a sostenere le sollecitazioni di flessione.



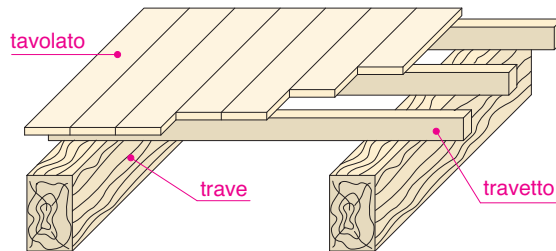
Trave in legno

Travi in ferro

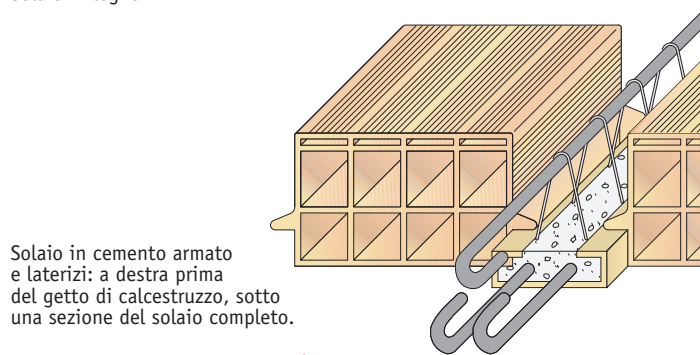
Travi in cemento armato

### ■ Solai

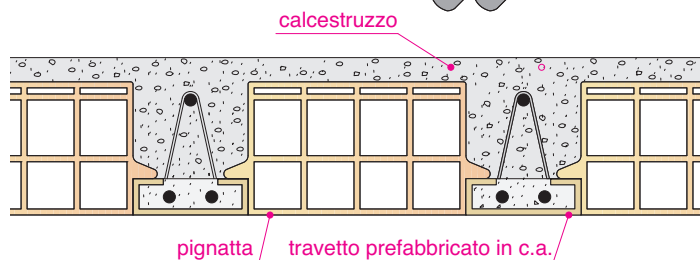
Sono le strutture orizzontali che dividono i vari piani dell'edificio. Le loro superfici inferiori fungono da soffitti, quelle superiori da pavimenti. La funzione portante è in genere assolta dalle travi che sostengono le strutture di riempimento, come tavolati o solette. Con l'introduzione del cemento armato si è creata una stretta solidarietà fra travi e riempimenti (laterizi e solette).



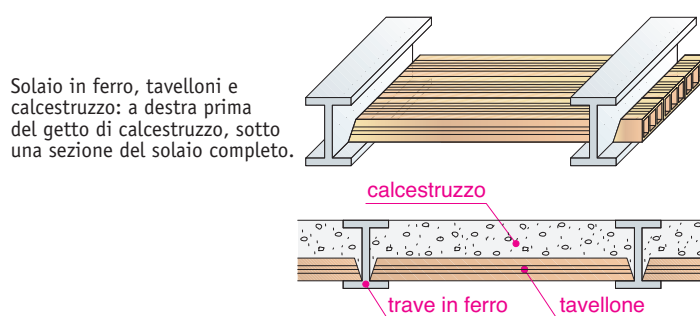
Solaio in legno



Solaio in cemento armato e laterizi: a destra prima del getto di calcestruzzo, sotto una sezione del solaio completo.



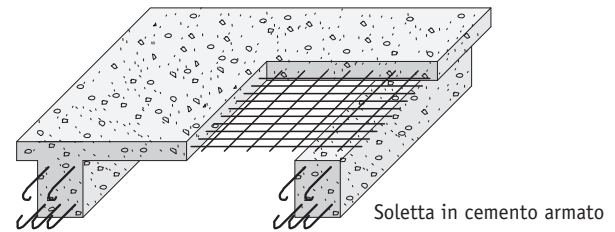
Solaio in cemento armato e laterizi: a destra prima del getto di calcestruzzo, sotto una sezione del solaio completo.



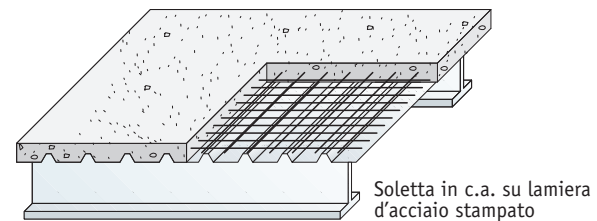
Solaio in ferro, tavelloni e calcestruzzo: a destra prima del getto di calcestruzzo, sotto una sezione del solaio completo.

### ■ Solette

Sono strutture di cemento armato che consentono di realizzare piani di calpestio; l'armatura delle solette è in genere costituita da reti elettrosaldate. Per ottenere solette resistenti e leggere, si usano lamiere stampate sulle quali si esegue il getto di calcestruzzo.



Soletta in cemento armato



Soletta in c.a. su lamiera d'acciaio stampato



Laterizi posati per il solaio.

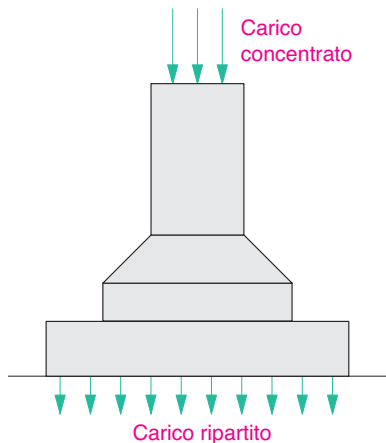


Solaio durante il getto.

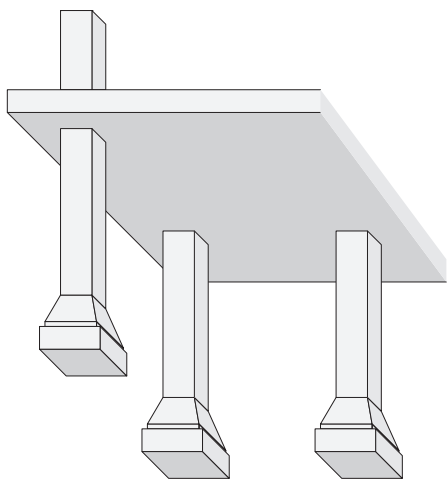


## STRUTTURE DI FONDAZIONE

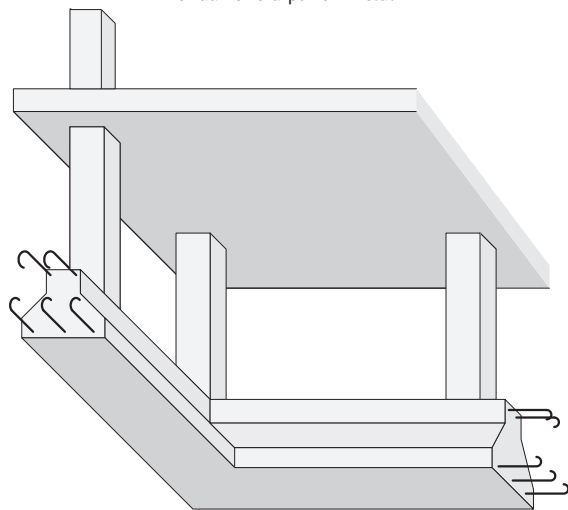
Il peso dell'edificio grava sul terreno esercitando su di esso notevoli pressioni. Il terreno, però, può avere caratteristiche molto diverse per resistenza meccanica; pertanto a seconda del terreno si sceglie il tipo di fondazione più adatto. Salvo che in casi particolari, le fondazioni assolvono il compito di ripartire il carico dell'edificio, in modo che il terreno non subisca cedimenti.



Tra i tipi di fondazione più comuni sono quelle in c.a. Esse presentano soluzioni a sistema discontinuo o continuo. Al primo sistema appartengono le fondazioni a *plinto*, al secondo quelle a *trave rovescia* e a *platea*.

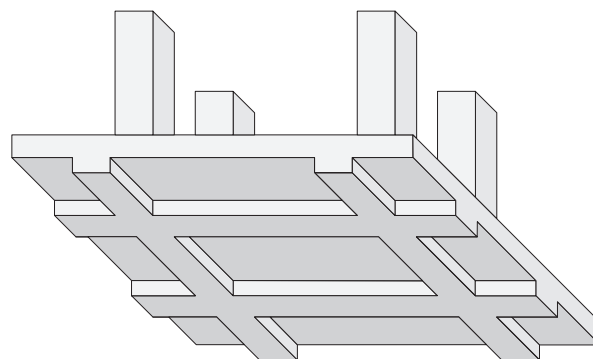


Fondazione a plinti in c.a.

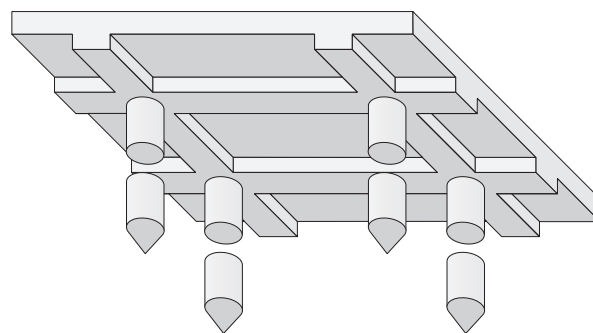


Fondazione a trave rovescia in c.a.

Le fondazioni che poggiano su terreni di scarsa resistenza devono ripartire al massimo il carico; a questo scopo rispondono le **fondazioni a platea**, che inoltre, in caso di terreni melmosi, costituiscono una valida barriera all'umidità.



Fondazione a platea



Fondazione a palo

Quando invece il terreno superficiale è cedevole, ma gli strati profondi sono resistenti, si usano **fondazioni a palo** che raggiungono gli strati più consistenti del terreno.

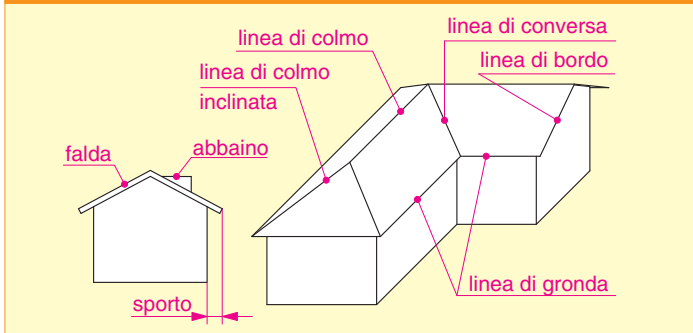


Sopra: costruzione di fondazioni a platea.  
A destra: armatura di un palo di fondazione.

## COPERTURE

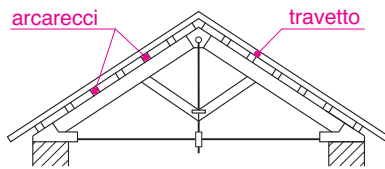
Le coperture degli edifici si realizzano con strutture che creano una pendenza per il deflusso delle precipitazioni. In caso di pendenze superiori al 10% si hanno **tetti** (coperture a falde inclinate), mentre con pendenze inferiori si costruiscono **coperture piane**.

### NOMENCLATURA DEI TETTI

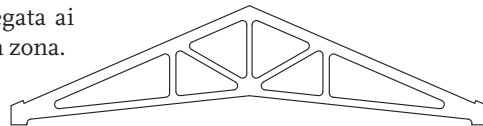


### ■ Coperture a falde inclinate

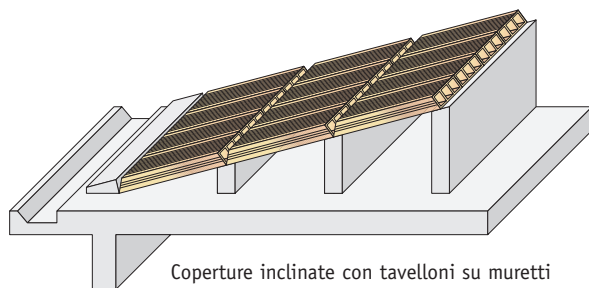
Sono ottenute mediante strutture che creano la pendenza (capriate, travi inclinate o solai poggianti su muretti inclinati) e la superficie d'appoggio per il manto impermeabile. La scelta delle pendenze è legata ai fattori climatici della zona.



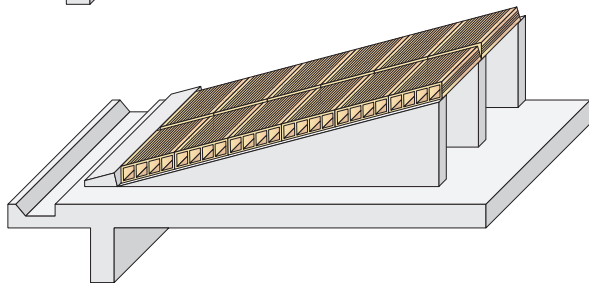
Capriata in legno e ferro



Capriata in c.a. prefabbricata



Coperture inclinate con tavelloni su muretti

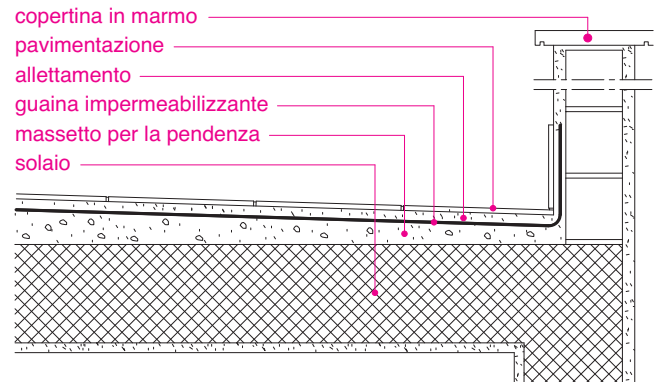


### PENDENZE CONSIGLIATE

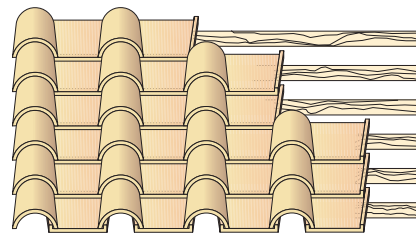
ZONA		MANTO	
Alta montagna	>60%	Ardesia	40-50%
Zone alpine	50-60%	Tegole alla romana	35%
Italia settentrionale	35%	Tegole marsigliesi	30%
Alto Appennino	45%	Lamiere ondulate	20-25%
Basso Appennino	35%	Vetro, plastiche	10-20%
Italia centrale	30-35%	Rame	15-30%
Italia meridionale	25%		

### ■ Coperture piane

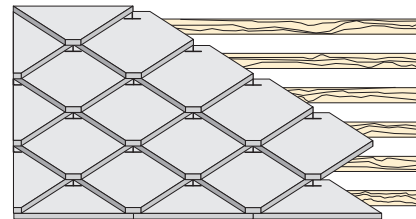
Le coperture piane sono realizzate con pendenze del 2-3% ottenute con **massetto**. Possono essere praticabili (terrazze o balconi) e quindi pavimentate, oppure non praticabili. In ogni caso va posta particolare cura per l'impermeabilizzazione e per lo smaltimento delle acque piovane.



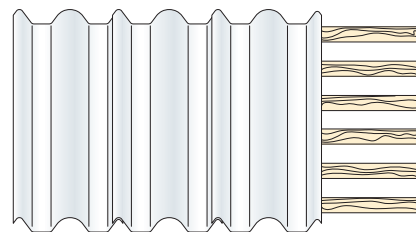
### ■ Manti di copertura



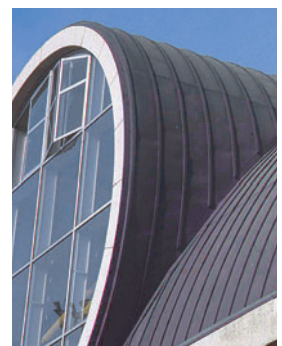
Manto di tegole alla romana (coppi ed embrici).



Manto di lastre in ardesia.



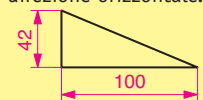
Manto di lamiera metallica (in foto: rame).



### glossario

**Pendenza:** è l'inclinazione misurata rispetto a una direzione orizzontale.

**Pendenza percentuale:** è il dislivello tra due punti a distanza 100. Nella figura la pendenza percentuale è del 42%.

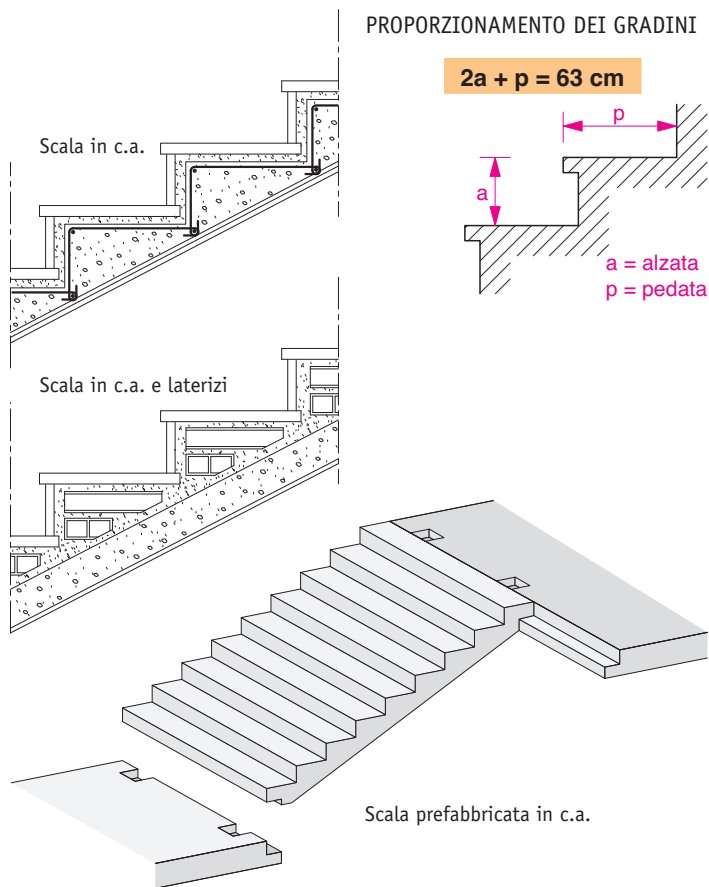




## COLLEGAMENTI VERTICALI

### ■ Scale

Sono le più frequenti strutture di collegamento tra i diversi livelli degli edifici. I **gradini**, che in sequenza formano una **rampa**, devono essere ben proporzionati per risultare comodi e poco pericolosi. Le strutture delle scale sono solitamente costruite in ferro o in c.a. Queste ultime si possono realizzare mediante getti conformati a gradini, che devono solo essere rivestiti, oppure con solette sulle quali si formano i gradini mediante laterizi. Sono anche prodotte industrialmente sotto forma di rampe prefabbricate.



Costruzione di una scala in cemento armato.

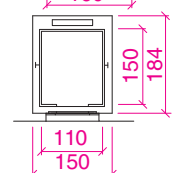
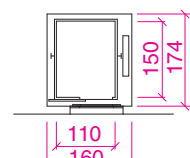
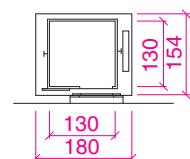
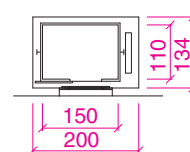
### ■ Ascensori

Presenti in quasi tutti gli edifici con più di quattro piani, gli ascensori sono azionati da motori elettrici che, tramite funi di acciaio e un contrappeso, fanno muovere la cabina lungo guide verticali disposte all'interno del vano ascensore.

L'apparato motore è normalmente alloggiato in un locale sicuro e resistente a carichi notevoli; in genere si trova in terrazza sopra il vano ascensore. Quest'ultimo, oltre alle caratteristiche di sicurezza, deve soddisfare le esigenze di passaggio della cabina, dei cavi e del contrappeso.

Le dimensioni della cabina sono proporzionate alla portata prevista; in caso di edifici accessibili ai portatori di handicap la cabina deve essere almeno di  $1,50 \times 1,37 \text{ m}$ , e provvista di porta con larghezza minima di 90 cm.

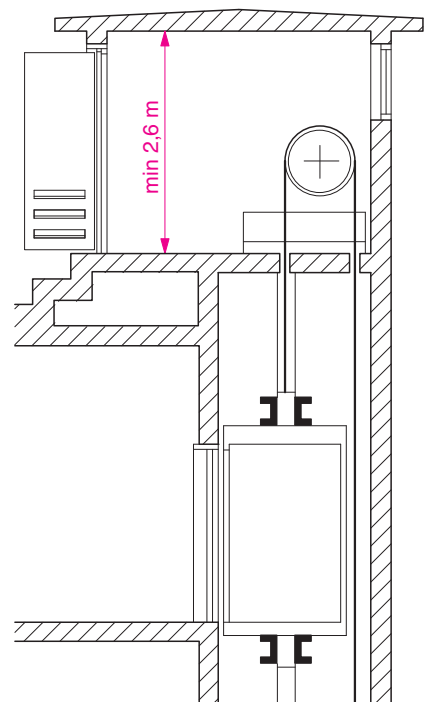
Dimensioni del vano ascensori in funzione della cabina



#### DIMENSIONI DELLA CABINA ASCENSORI

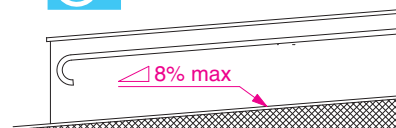
PORTATA PERSONE	m <sup>2</sup>	cm
3	0,72	90 x 80
4	0,94	118 x 80
5	1,12	118 x 95
6	1,35	142 x 94
8	1,65	142 x 118
10	2,05	172 x 118

Dimensioni del locale macchine



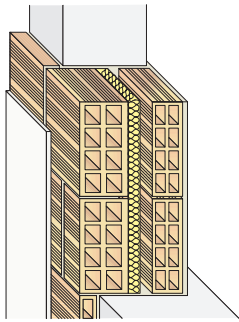
### ■ Rampe

Sono sempre più diffuse negli edifici pubblici per garantire l'accessibilità ai disabili; sono realizzate con materiali antiscivolo e con pendenze non superiori all'8%. Sono provviste di corrimano e di ripiani di lunghezza minima 1,5 m per ogni 10 m di sviluppo lineare.

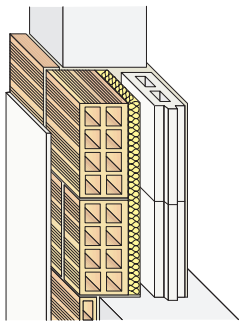


## TAMPONAMENTI

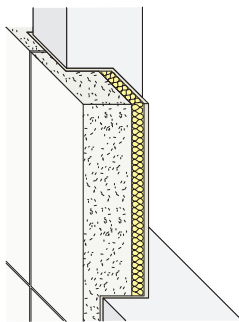
Sono i muri perimetrali che non hanno funzione portante, ma solo di chiusura e isolamento dall'esterno; pertanto vengono realizzati in modo da garantire una buona coibentazione termica e acustica. Un sistema tradizionale è quello del *muro a cassetta*, cioè un muro doppio con intercapedine e materiali isolanti; l'uso di forati e blocchetti in calcestruzzo è oggi parzialmente sostituito da pannelli prefabbricati già coibentati.



Forati con isolanti e intercapedine



Forati con pannelli di gesso e isolante



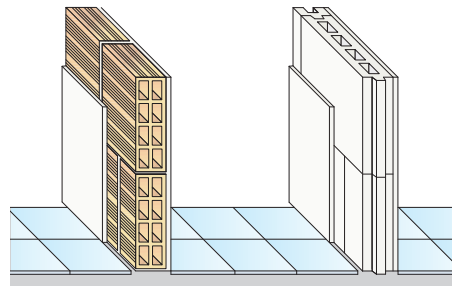
Pannelli prefabbricati in calcestruzzo e isolante



Muro perimetrale coibentato.

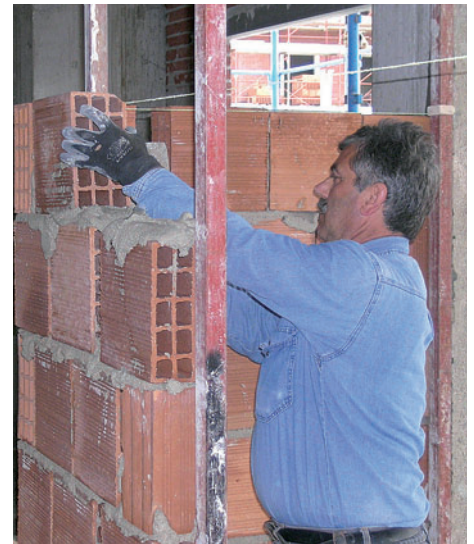
## TRAMEZZI

Sono i muri di divisione interna degli edifici; non hanno funzione portante, ma devono avere un discreta coibentazione acustica per soddisfare le esigenze della privacy. Per i tramezzi sono impiegati prevalentemente forati e pannelli in gesso; in casi particolari (esigenze estetiche o di luminosità) sono usati anche materiali trasparenti (vetro, vetrocemento, *perspex*).



Forati

Pannelli di gesso



Costruzione di un tramezzo in forati.

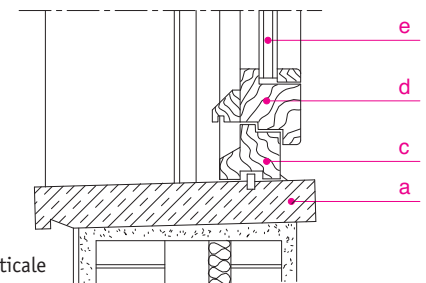
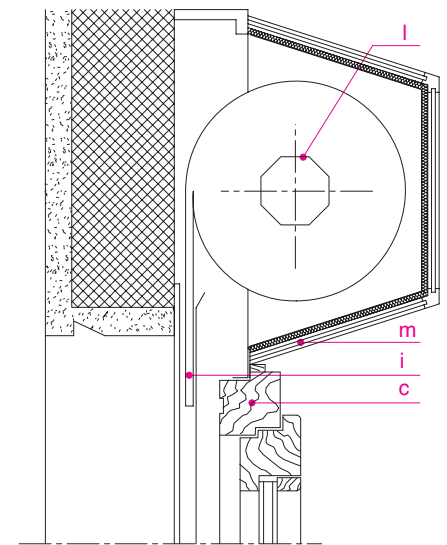
## SERRAMENTI

Tra i serramenti sono da ricordare, oltre a porte e finestre, anche persiane ad ante e persiane ad avvolgibile.

I serramenti sono realizzati in legno (tradizionalmente il più diffuso), in metallo (alluminio e acciaio) e in materie plastiche. Porte e finestre sono generalmente costituite da telai mobili incernierati su un telaio fisso; quest'ultimo viene montato su un controllo fissato nel muro.

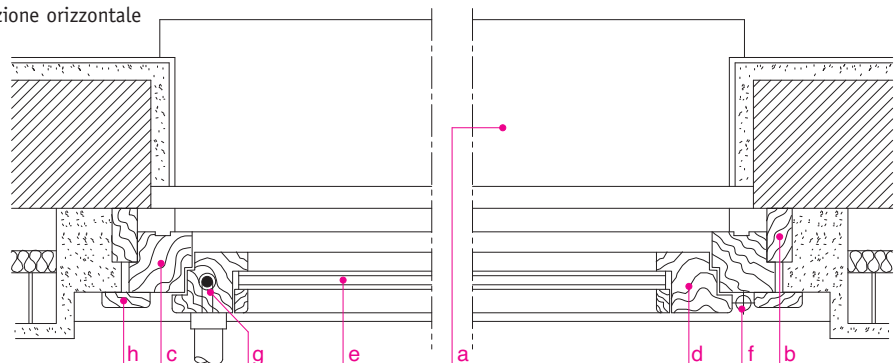
### ■ Finestre in legno

- a Davanzale
- b Controllo
- c Telaio fisso
- d Telaio mobile
- e Vetrocamera (doppio vetro)
- f Cerniera
- g Sistema di chiusura (cremonese)
- h Coprifilo
- i Persiana avvolgibile
- l Rullo
- m Cassonetto coibentato



Sezione verticale

Sezione orizzontale

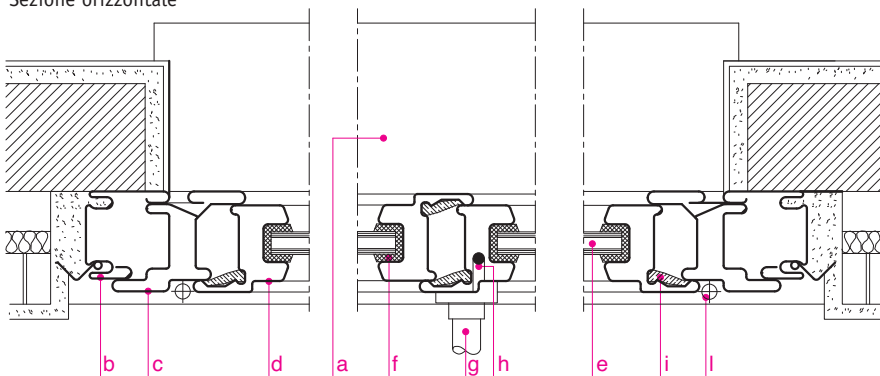




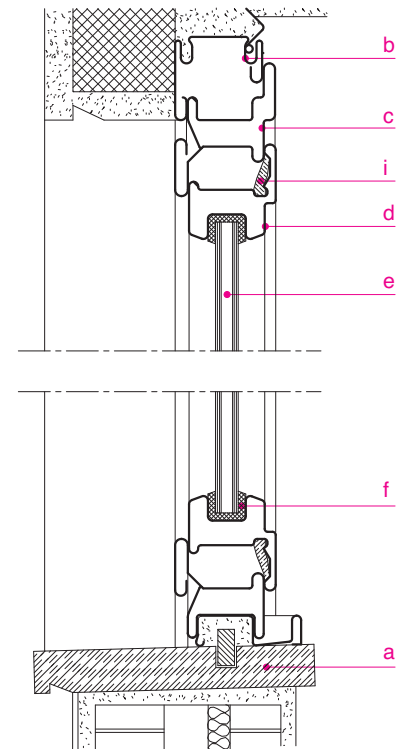
■ Finestre in alluminio

- a Davanzale
- b Controtelaio
- c Telaio fisso
- d Telaio mobile
- e Vetrocamera (doppio vetro)
- f Tassello di appoggio del vetro
- g Comando del sistema di chiusura (maniglia)
- h Sistema di chiusura (cremonese)
- i Guarnizione di tenuta
- l Cerniera

Sezione orizzontale

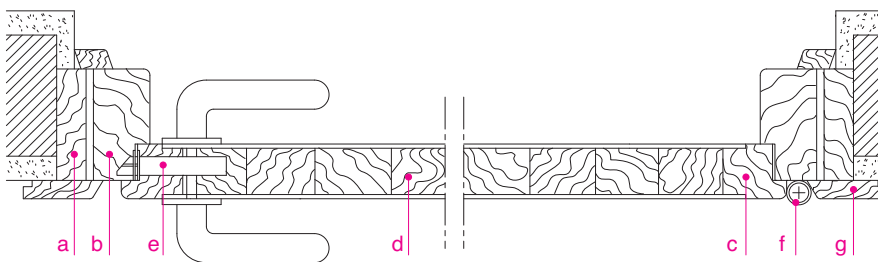


Sezione verticale

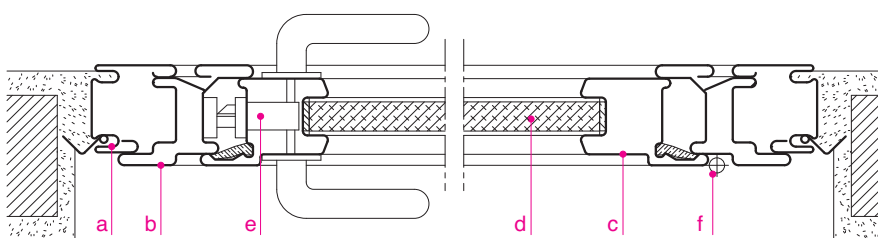


■ Porte

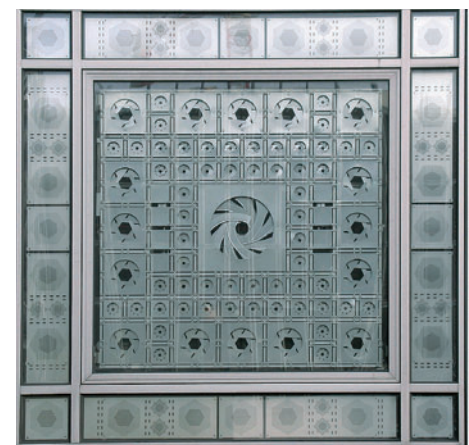
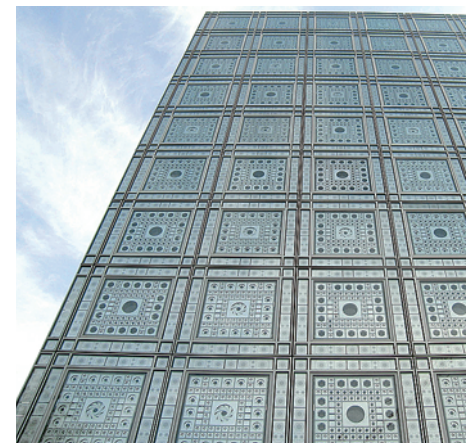
PORTA IN LEGNO - Sezione orizzontale



- a Controtelaio
- b Telaio fisso
- c Telaio mobile
- d Pannello
- e Sistema di chiusura
- f Cerniera
- g Coprifilo



PORTA IN ALLUMINIO - Sezione orizzontale



Tecnologia e creatività fanno diventare architettura anche i serramenti. Parete fotosensibile costruita con diaframmi regolabili e suo particolare (Istituto del Mondo Arabo a Parigi, progetto di Jean Nouvel).

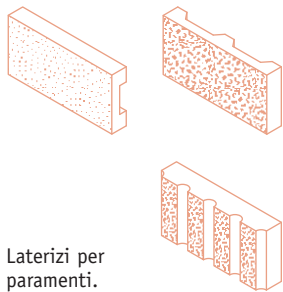
## FINITURE ESTERNE

Le finiture esterne hanno come scopo fondamentale la protezione delle strutture dagli agenti atmosferici e dall'usura; altrettanto importante è la loro funzione estetica.

### ■ Paramenti

Sono strati applicati con malta e collanti sulle pareti. I più comuni sono in laterizi particolari, di spessore ridotto e di selezionata qualità estetica.

Minore diffusione hanno, per il loro alto costo, piastrelle ceramiche e lastre di marmo.



Laterizi per paramenti.



Parete in pietra sintetica.

### ■ Intonaci

Sono rivestimenti di discreto spessore (circa 1 cm) ottenuti con malte di calce o cementizie, materiali speciali per intonaci. La superficie esterna viene finita con metodi e aspetti diversi. In passato era molto usato l'intonaco a bugnato, cioè a blocchetti ruvidi o lisci, sporgenti di qualche centimetro. All'intonaco viene infine applicata la tinteggiatura.



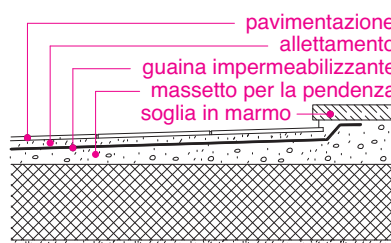
Esempio di intonaco lavorato.



Particolare di parete in bugnato.

### ■ Pavimentazioni esterne

Cortili e marciapiedi sono in genere rivestiti con manti bituminosi o lastricati con pietre naturali (blocchetti di porfido o basalto); balconi e terrazze sono invece ricoperti con gres ceramici, lastre di cemento o derivati, allettati sopra manti coibenti e impermeabili.

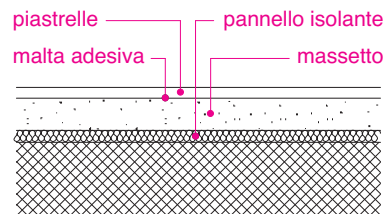


Pavimentazione di balcone.

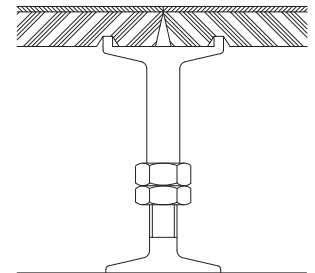
## FINITURE INTERNE

### ■ Pavimentazioni interne

Per corrispondere ai più diversi intenti funzionali ed estetici, esistono rivestimenti in gomma e linoleum, in ceramica (gres, monocotture), in legno (*parquet*), in marmo. In locali per uffici con impianti di complesso cablaggio (elettrico, telefonico, telematico) sono frequenti i pavimenti galleggianti, cioè sospesi sopra il solaio.



Pavimentazione interna con piastrelle e pannello isolante.



Sezione di pavimento galleggiante.



Pavimento in parquet.



Pavimento in marmo.

### ■ Rivestimenti di pareti e soffitti

Pareti e soffitti vengono decorati con tinteggiature e carte da parati (prodotte anche in materiali sintetici).

### ■ Altre finiture

Zoccoli, parapetti, ringhiere e corrimani sono realizzati in modi e materiali molto diversi (dal legno, al marmo, alle plastiche).

Pur essendo elementi di minore rilevanza, le finiture contribuiscono a dare all'edificio un particolare carattere; la loro qualità è un po' la firma del progettista.

Mancorrente di Victor Horta.





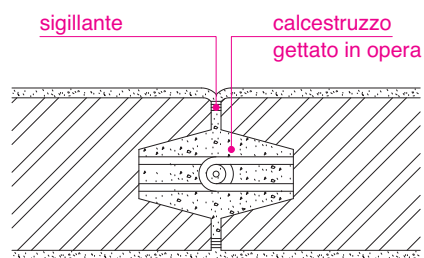
## COSTRUZIONI PREFABBRICATE

Da sempre nell'edilizia si è cercato di introdurre elementi costruttivi prefabbricati, cioè realizzati fuori dal cantiere, per risolvere problemi di trasporto, organizzazione e tempi di lavorazione. Colonne, capitelli, elementi di trabeazione, mattoni sono esemplari soluzioni di prefabbricazione nel mondo antico. Già da allora si saldò il processo progettuale con quello produttivo attraverso la **modularità** della struttura.

Dalla rivoluzione industriale a oggi, l'uso di elementi prefabbricati si è diffuso tanto da stimolare la ricerca tecnologica. Nuovi materiali e sistemi di prefabbricazione offrono soluzioni originali sia per le grandi costruzioni civili e industriali, sia per piccoli edifici, realizzati anche artigianalmente.

### ■ Sistemi prefabbricati

L'intera struttura dell'edificio è realizzata tramite parti coordinate in modo tale da essere installate mediante il semplice montaggio. Oltre a sistemi ed elementi lineari (**travi, pilastri**), esistono quelli a elementi tridimensionali (**blocchi**). Per tutti è fondamentale la soluzione dei giunti orizzontali o verticali, cioè le connessioni tra i diversi elementi della struttura.



Giunto tra pannelli prefabbricati in c.a.



Edificio in costruzione con elementi prefabbricati.



Posa di pannelli prefabbricati.

### ■ Elementi prefabbricati

Non necessariamente la prefabbricazione coinvolge tutta, o quasi, la struttura dell'edificio. Anche costruzioni di medie e piccole dimensioni sono spesso realizzate con elementi prefabbricati, che si innestano su strutture di tipo tradizionale. Trascurando materiali ceramici e laterizi, si devono annoverare, tra i più frequenti, travi e capriate in ferro o c.a., blocchi finestra, scale, pannelli per interni o per esterni, elementi di copertura, blocchi-bagno.



Travi e pilastri prefabbricati.



Scala prefabbricata.

Gli elementi prefabbricati abbisognano di montaggio, ma non sempre di finiture. Sempre più spesso elementi a vista sono prodotti con materiali e lavorazioni superficiali che soddisfano le esigenze di finitura sia estetica sia funzionale.



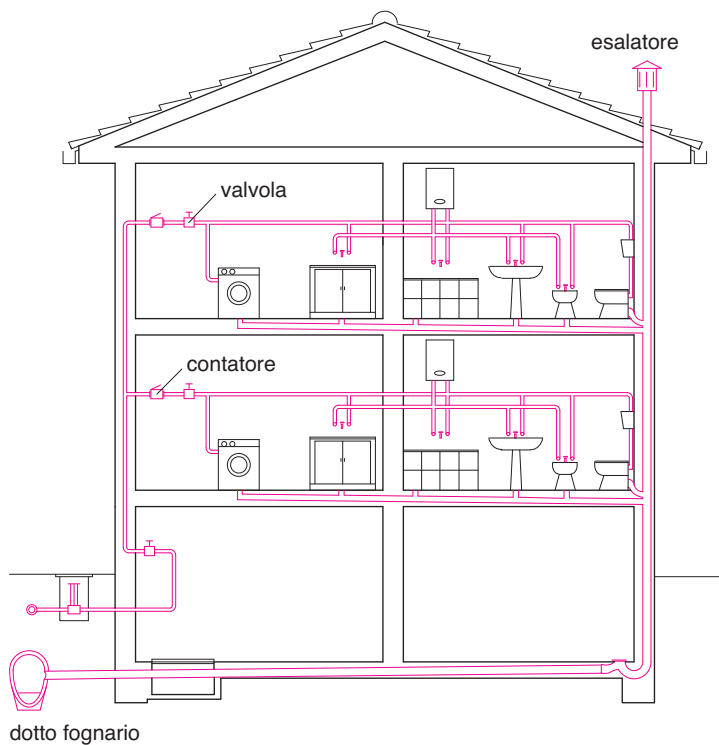
Pannelli prefabbricati con trattamento superficiale.

# Impianti

## IMPIANTO IDRAULICO

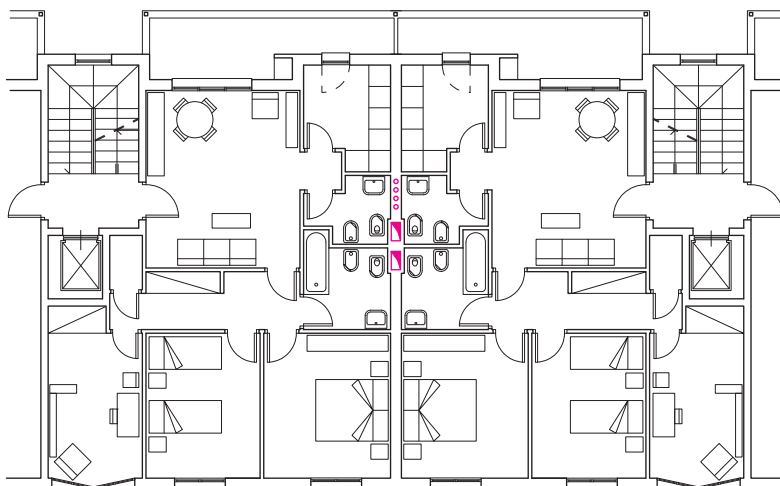
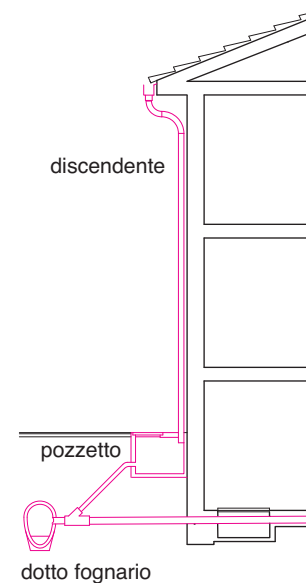
Serve ad approvvigionare gli edifici di acqua per scopi alimentari e igienici. La **rete di adduzione** è articolata in tubazioni (ferro o PVC) e valvole, che riforniscono di acqua fredda o calda i diversi locali (in genere cucina e bagno). A ogni punto di erogazione corrisponde una **tubazione di scarico** che confluisce nella rete di smaltimento. Questa si articola in tubazioni di scarico del WC (di diametro >80 mm) e in quella di tutti gli altri scarichi (di diametro minore).

Tutte le acque di scarico (dette *acque nere*) vanno poi a confluire nella **canna fognaria** discendente e di qui nella rete fognaria. È importante che la canna fognaria sia ventilata dalla sommità e che i singoli scarichi siano provvisti di sifoni per evitare odori sgradevoli nell'alloggio.



Nell'impianto idraulico è anche integrata la rete di raccolta delle acque pluviali (*o acque meteoriche*). Dai tetti l'acqua piovana viene immessa nei canali di gronda, quindi nei discendenti, nei pozzetti di sedimentazione e, dopo confluenza con l'impianto interno, nel dotto fognario della rete urbana.

Canali di gronda e discendenti sono in genere di metallo (alluminio o rame) o in plastica (PVC).



La presenza di vani murari, per il passaggio di tubazioni di approvvigionamento e smaltimento, crea impianti più razionali, ma determina vincoli per l'ubicazione del bagno e della cucina.



Discendente in rame creativamente integrato nelle decorazioni di facciata.

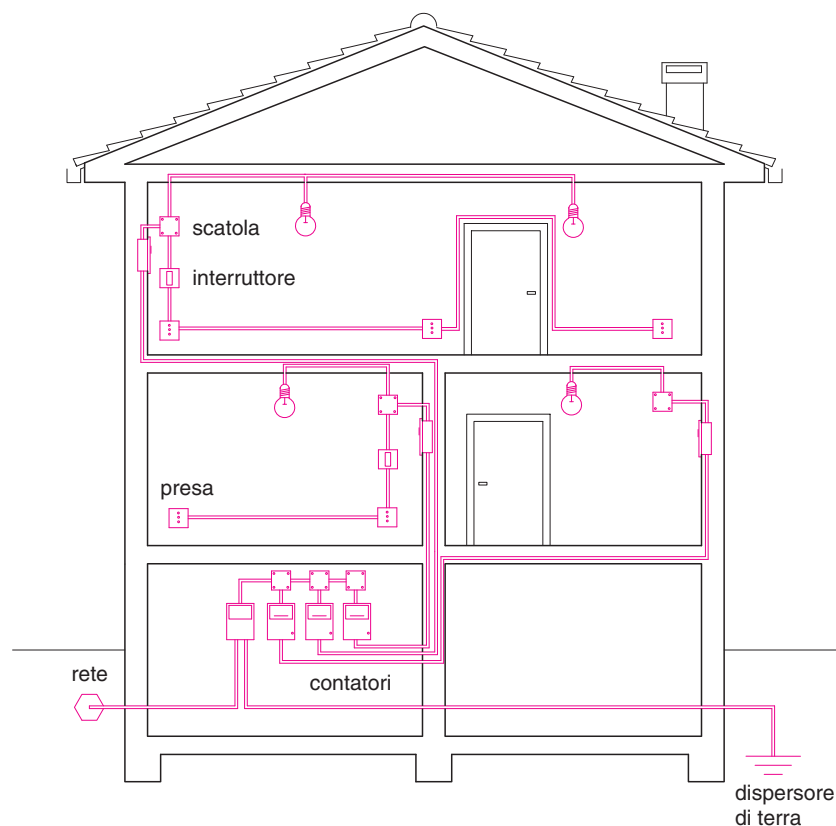
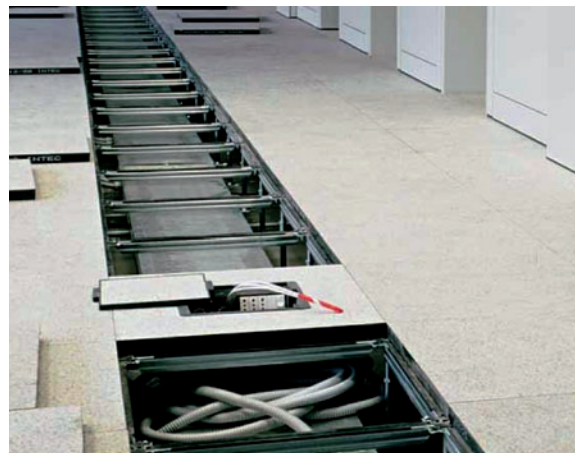


## IMPIANTO ELETTRICO

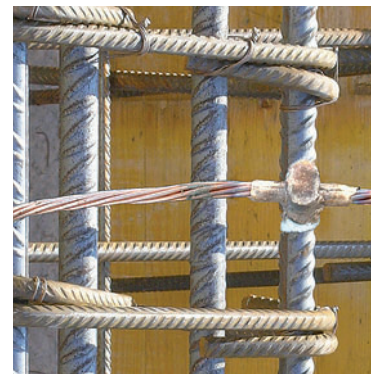
La distribuzione di energia elettrica avviene mediante cavi (in rame) strutturati secondo un percorso molto rigoroso. Dalla **rete urbana** essi giungono in un locale del caseggiato in cui si trova la **scatola di derivazione**, dalla quale si dipartono i **cavi** destinati ai singoli alloggi; subito dopo la derivazione vengono posti in linea i diversi **contatori** per il calcolo del consumo. La rete principale di distribuzione si dirama quindi nei singoli alloggi. Qui, subito dopo l'**interruttore generale**, mediante scatole di derivazione si creano ulteriori ramificazioni fino ai singoli **punti-luce** (interruttori, prese, lampade). L'impianto elettrico viene in genere installato insieme a quello telefonico e TV.

In genere l'impianto elettrico viene alloggiato in tubazioni disposte entro tracce nei muri. Come soluzione alternativa, più comoda e sicura, si possono creare, nelle pareti, nelle controsoffittature o nei pavimenti, dei vani in cui trovano posto i cavi elettrici e le condutture degli altri impianti.).

Pavimento galleggiante con vano impianti.

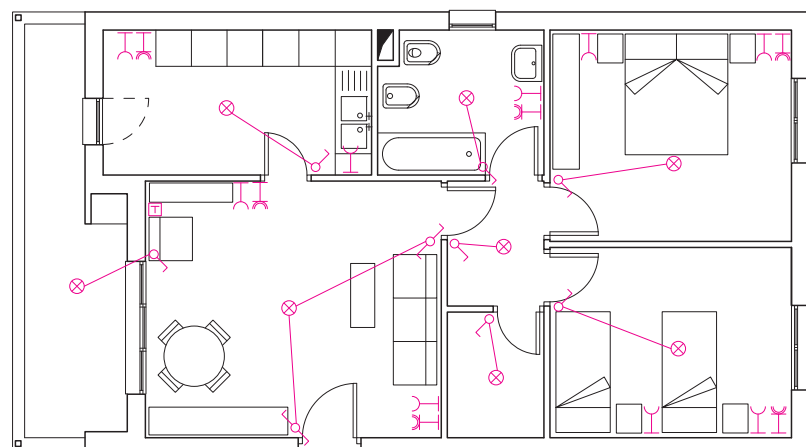


È estremamente importante che l'impianto elettrico sia strutturato in conformità alle norme di sicurezza. Oltre ai criteri di progetto per il dimensionamento e la distribuzione, ha un ruolo fondamentale per la sicurezza la **messa a terra** di tutto l'impianto. In pratica ogni presa o interruttore è collegato con un cavo (convenzionalmente di colori giallo e verde) che termina in un **dispensore di terra**. Quest'ultimo consiste in uno o più picchetti di metallo conduttore (acciaio zincato o rame) collegati tra loro ad anello e interati. Altro modo di realizzare un dispensore di terra è collegare il sistema con i tondini in ferro delle strutture in cemento armato.

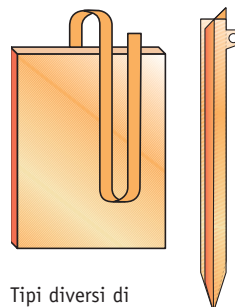


Impianto di terra collegato alle armature della struttura in c.a.

Congiuntamente al sistema di messa a terra è estremamente utile che ogni utenza elettrica (alloggio, ufficio o negozio) abbia un impianto elettrico provvisto di **interruttore differenziale**, comunemente detto *salvavita*; esso interrompe la corrente in caso di dispersioni.



Schema di impianto elettrico di alloggio.



Tipi diversi di dispersori di terra.



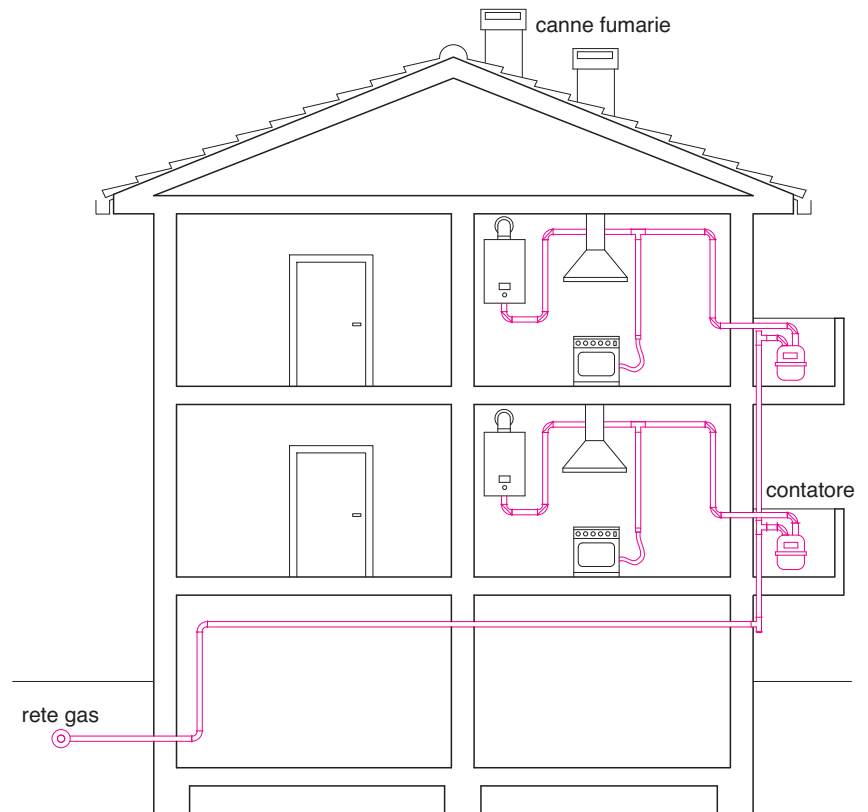
Segnale disposto in prossimità di un dispersore di terra.

## IMPIANTO DEL GAS

Questo impianto perviene dalla **rete urbana** mediante una **colonna montante** che si allaccia ai **contatori** dei singoli alloggi. Di qui si dipartono le **tubazioni** verso fornelli, scaldabagno o caldaia dell'appartamento.

La tossicità del gas impone il rigoroso rispetto delle norme di sicurezza; oltre a quelle relative al funzionamento delle apparecchiature, sono da citare le seguenti:

- i contatori devono essere sistemati all'aperto (balconi);
- ogni bruciatore deve essere provvisto di impianto di ventilazione (canna fumaria);
- i locali in cui si trovano bruciatori devono essere ben arieggiati.



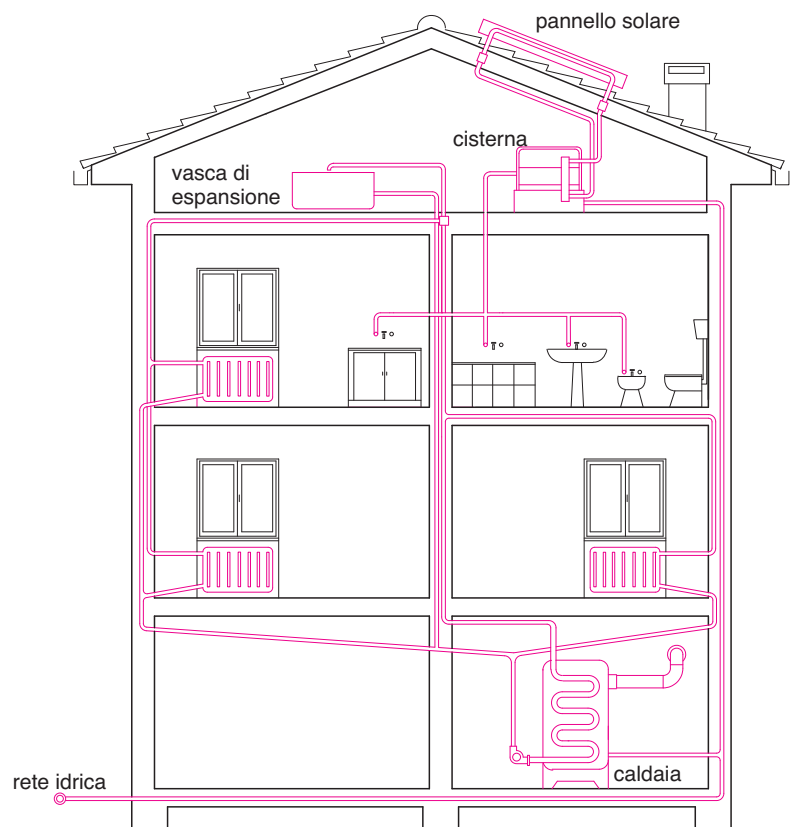
## IMPIANTO TERMICO

Negli impianti (centralizzati o autonomi per singoli alloggi) dalla **caldaia** si dipartono **tubazioni** con acqua calda verso i singoli **elementi radianti**. Di qui l'acqua raffreddata torna con altre tubazioni, parallele alle precedenti, verso la caldaia dove si chiude il circuito.

Oltre ai sistemi con **caldaia a combustibile**, si va imponendo il sistema a **pannelli solari**, che rifornisce di acqua calda una **cisterna**; di qui si diparte il circuito di riscaldamento degli alloggi. Per le basse temperature raggiungibili con questo sistema è più frequente il suo uso per acqua calda a scopi igienici.



Pannello solare termico su tetto.





## IMPIANTI DI VENTILAZIONE

I locali chiusi o soggetti a un notevole consumo d'aria, specialmente nel periodo invernale, devono essere provvisti di impianto di ventilazione.

Tra quelli ad aspirazione naturale sono da ricordare le **canne fumarie**, normalmente inglobate nei muri, collegate a bruciatori o caminetti presenti nell'alloggio. Le estremità delle canne fumarie sono provviste di **cappa**, all'inizio, e di **comignoli**, alla fine.

Gli edifici sono talvolta provvisti di **chiostrine**, cioè di piccoli vani aperti verso l'alto, che attraversano verticalmente il fabbricato, per consentire l'aerazione (ma non l'illuminazione naturale) a locali e ambienti.

Infine i locali chiusi vengono aerati mediante **impianti di ventilazione forzata**, come ventole o aspiratori, collegati a tubazioni che terminano all'esterno del fabbricato.



Tetto con comignoli.

## IMPIANTI DI SICUREZZA

Sia gli edifici abitativi sia, soprattutto, quelli commerciali, industriali e pubblici devono soddisfare essenziali esigenze di sicurezza per l'incolumità. A tale scopo vanno provvisti di impianti particolari, tra i quali i principali sono:

- impianti di sfollamento;
- impianti antincendio;
- impianti di illuminazione d'emergenza;
- impianti antifolgora;
- impianti di segnalazione del pericolo.

### ■ Impianti di sfollamento

Negli edifici pubblici devono essere predisposte **scale e uscite di sicurezza** dislocate in modo tale che da ogni punto dell'edificio non si debbano percorrere più di 30 metri prima di trovarsi all'aperto.



Scala di sicurezza.

### ■ Impianti antincendio

L'installazione di **estintori** e di **idranti** (bocche d'acqua con manichetta) deve essere tale da garantirne l'accessibilità e semplicità di funzionamento. Nei grandi edifici vengono anche predisposti degli **impianti di estinzione a pioggia**, azionabili anche automaticamente. Per contenere la diffusione delle fiamme e dei fumi sono previste anche **porte e muri tagliafuoco**.

### ■ Impianti d'illuminazione d'emergenza

Obbligatorie negli edifici pubblici, sono alimentate da accumulatori che entrano in funzione in caso di interruzione dell'elettricità.

### ■ Impianti antifolgora

Tutti gli edifici sono provvisti di **parafulmine**, in genere dislocato sul tetto o sulla terrazza. Per limitare ancora di più i rischi da fulmine, le costruzioni di maggiori dimensioni sono racchiuse da una gabbia metallica (*gabbia di Faraday*) creata appositamente, o ricavata dalla connessione di strutture metalliche dell'edificio.



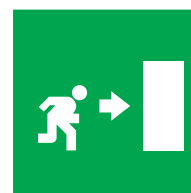
Parafulmine.

### ■ Impianti di segnalazione di pericolo

Molto utili e sempre più diffusi negli edifici pubblici sono gli **impianti di segnalazione dei fumi, di gas e di allagamenti**.

### ■ Segnalazione delle vie d'uscita

Il problema principale della sicurezza degli edifici è quello della facilità di evacuazione in caso di pericolo. Per questo, oltre agli impianti suddetti, sono indispensabili segnali facilmente comprensibili e che orientino verso le uscite più vicine.



USCITA DI SICUREZZA A DX



SCALA ANTINCENDIO



IDRANTE



ESTINTORE