

SOLAI E STRUTTURE ORIZZONTALI

Sistemi voltati: strutture derivate dall'arco realizzate con materiali pesanti da muratura, come lapidei e laterizi. Limiti di tipo geometrico e dimensionale poiché volte molto grandi necessitano di muri spessi per assorbire le spinte laterali.

Sistemi voltati spesso impiegati solo per le coperture di piani terra o interrati, mentre per i piani superiori si usano coperture piane. Perché?

Al piano terra la muratura deve essere più spessa perché deve sopportare carichi maggiori. Avendo muri molto larghi al piano terra, conviene usare le volte lì, perché le volte spingono lateralmente.

Perché uso la volta solo al piano terra?

Solaio a voltine: trave in acciaio a I a distanza di 60-70 cm che corrono parallele; tra queste travi vengono costruite volte ribassate con mattoni posti a coltello (di piatto, da sotto vedo la faccia del mattone), oppure verticali come si costruiscono gli archi (da sotto vedo la costa).

Per risparmiare sulle travi in acciaio, poiché nel passato il solaio a voltine si utilizzava molto meno del solaio piano, che veniva utilizzato per coprire tutti i piani;

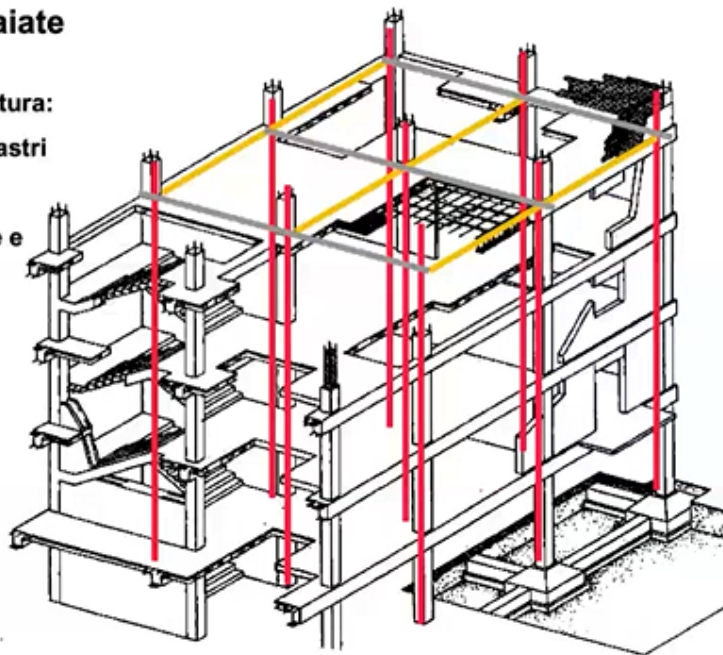
Ponte vetrato tra due edifici connessi: due travi di vetro, altezza in funzione della luce (distanza appoggi). **Pavimento** raccoglie i carichi distribuiti e li trasmette alle travi, che reagiscono ai momenti flettenti e trasferiscono i carichi agli appoggi (solai degli edifici vicini). **Ordine gerarchico** di elementi che trasferiscono carichi da superficie omogenea orizzontale di calpestio a elementi portanti, ovvero travi e successivamente pilastri.

STRUTTURE ORIZZONTALI

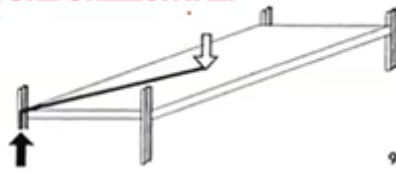
Strutture intelaiate

Gerarchia della struttura:

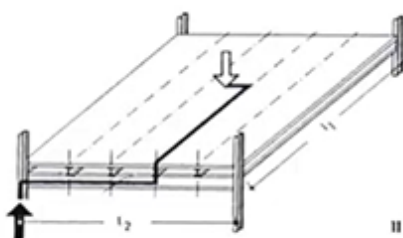
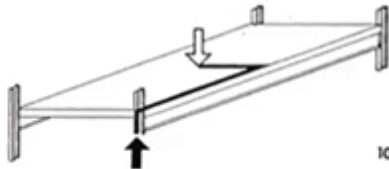
1. Fondazioni e pilastri
2. Travi principali
3. Travi secondarie e cordoli
4. solai



GIUNTURE ORIZZONTALI



Il percorso delle forze



La Gerarchia della struttura:

1. Fondazioni e pilastri
2. Travi principali
3. Travi secondarie e cordoli
4. Solai

Il percorso delle forze:

1. Solai
2. Travi secondarie
3. Travi principali
4. Pilastri e fondazioni

Materiali isotropi: **'isotropia'** è la proprietà dell'indipendenza dalla direzione, da parte di una grandezza definita nello spazio. Il suo contrario è l'anisotropia.

Legno è isotropo, essendo composto di fibre direzionali. Se legno lavora in direzione parallela alle fibre è più resistente. Materiali compositi sintetici, come fibre di vetro o di carbonio, essendo composte di fibre e di resina sono isotropi.

I solai non sono omogenei poiché sono composti da elementi portanti (travetti) e di alleggerimento, e quindi NON lavorano allo stesso modo nelle due direzioni.

10. Peso sul pavimento; pignatta del solaio trasferisce al travetto; il travetto trasferisce alla trave; la trave trasferisce al pilastro.

Tipo di solaio:

Solaio monodirezionale a travetti: poggia su travi portanti SOLO SU DUE LATI; solo le travi ortogonali alla direzione dei travetti sono portanti. Solaio anisotropo.

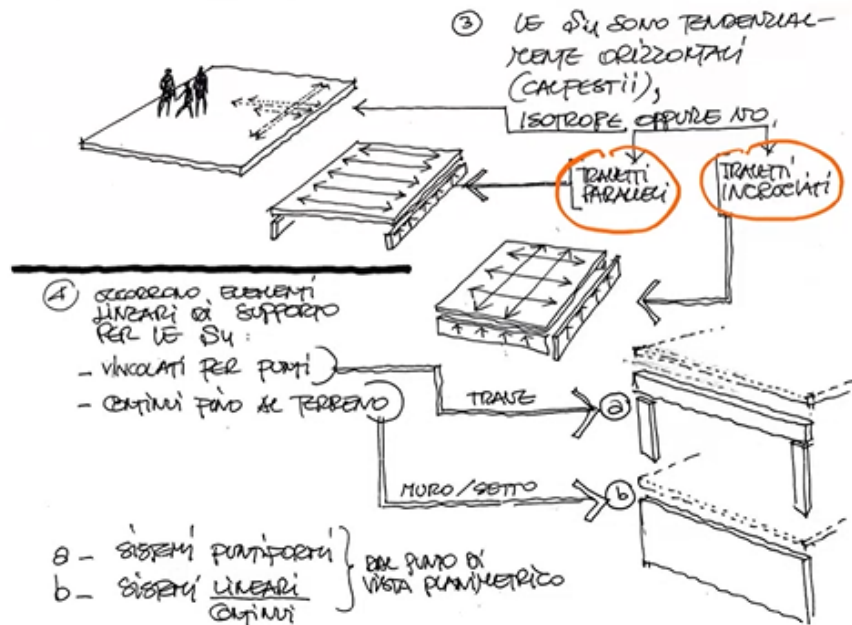
Solaio bidirezionale a doppia orditura: piastra che poggia e scarica peso su tutti e quattro i lati. Doppia orditura dei travetti.

Tipo di appoggio:

trave: struttura puntiforme a telaio.

Per il principio di stabilità ed equilibrio, ad ogni azione (carico), dobbiamo opporre delle reazioni (appoggi).

muro portante (pietra) o setto (calcestruzzo armato): struttura continua.



caso a: si genera un **momento flettente** poiché la trave, appoggiata agli estremi, tende a flettersi quando soggetta a carico. Caso delle voltine.

caso b: ogni punto è soggetto a **compressione** ma non si genera flessione. Caso della volta in cui il peso viene scaricato sui muri di imposta.

deformazione - sollecitazione

inflessione	flessione
schacciamento	compressione

Ogni sollecitazione comporta una deformazione alla quale l'elemento sollecitato si oppone. Distanza tra gli appoggi è la prima informazione sul dimensionamento delle strutture: luce.

Parametri (coinvolti nella flessione - diverso tipo di deformata) che governano progettazione di una trave:

luce: distanza tra gli appoggi;
materiale;
forma della sezione;

Mensola

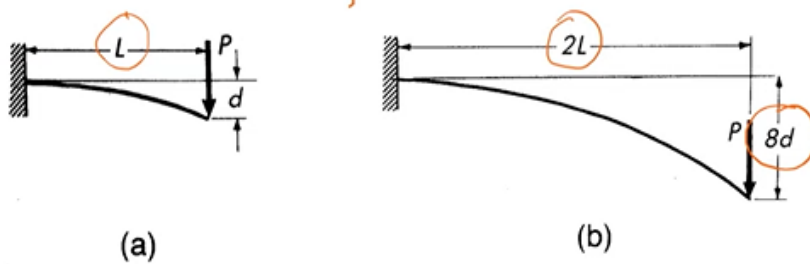
Influenza della localizzazione del peso, nella deformazione di una mensola;

Luce: nel caso della trave a mensola, raddoppiando la lunghezza della trave, le sollecitazioni aumentano di 8 volte.

Forma della sezione: variazione momento di inerzia della trave se, a parità di sezione, la ruoto. Riduzione della deformazione di 4 volte, se si raddoppia l'altezza della sezione.

Materiale: a parità di peso e di luce, variando il modulo di elasticità dei materiali, da acciaio ad alluminio la deformazione aumenta di 3 volte.

La luce



Dimensione e geometria della sezione determinano momento di inerzia.
-> deformazione e distribuzione degli sforzi:

Deformazione è proporzionale alla distanza delle singole particelle della trave dal centro della sezione (asse neutro), quindi lo sforzo aumenta in ogni fibra nella stessa proporzione. $P \times l = M$ che deformerebbe la trave; ma la trave non si deve deformare, perciò è la trave stessa a generare un momento $-M$ che si oppone.

(p = resistenza a compressione o trazione) $p \times \text{braccio}$ (distanza dall'asse neutro del punto materiale) = $-M$

Lavorano maggiormente le fibre materiali più distanti dall'asse neutro dal momento che il braccio aumenta: le sezioni a I e T aumentano il momento della trave che si oppone alla deformazione di flessione, perché **aumentano la distanza del materiale resistente dall'asse neutro.**

NB: più un carico è appoggiato lontano dagli appoggi, maggiore sarà il momento che agisce sulla trave. più lunga è la trave, più grande è il momento a cui deve opporsi. Perché si possano formare i necessari momenti equilibranti senza che la trave si fletta eccessivamente, devono crearsi delle forze interne.

Momento di inerzia: geometria della sezione. Sommatoria di tutte le aree elementari di una sezione per il quadrato della distanza dall'asse neutro (o baricentro in materiali omogenei).

TRAVE IN CEMENTO ARMATO

La posizione e la geometria delle armature, che resistono a trazione, dipendono dal tipo di sollecitazioni.

trave appoggiata appoggiata: le armature sono inserite in basso (deformazione della trave a U e sollecitazione di trazione inferiormente) e risalgono in corrispondenza degli appoggi, poiché sappiamo che i momenti si invertono in corrispondenza degli appoggi.

mensola: le armature sono posizionate in alto poiché le sollecitazioni di trazione nella mensola avvengono superiormente (la mensola si deforma verso il basso).

Predimensionamenti degli elementi orizzontali su basi empiriche

1. TRAVE IN ACCIAIO

travi ad **HE**:

spessore (s): 100-500 mm

luci tipiche (L): 4-12 m

L/s: 18-28

1:1 rapporto base altezza

es: trave con L di 6 mt $\rightarrow 600/20 = 30$ cm

travi **IPE**:

s: 200-500 mm

L: 6-30 m

L/s: 15-20

1:2 rapporto base altezza

es: $600/16 = 38$ cm

NB: a parità di luce, IPE rispetto ad H è più alta perché ha momento di inerzia minore. Sezione ad H resiste di più per geometria e la uso quando non posso alzare troppo la sezione.

Sezione IPE più efficiente, sezione H posso farla più bassa ma per compensare minore efficienza della sezione devo metterci molto più materiale.

travi **reticolari**:

molto efficiente perché le due sezioni resistenti sono molto distanti e gli elementi che le connettono sono non continui, ma una serie di aste. materiale complessivo usato è minore.

Efficienza in termini di peso.

s: 1000-4000 mm

L: 12-45 m

L/s: 8-15

es. $2000/10 = 200$ cm

Trave reticolare con luce di 20 m è alta 2.

NB: materiale e geometria efficiente quando lo è in termini di peso. Tendo a mettere quel materiale più lontano possibile dall'asse neutro ma questo comporta un aumento dell'altezza della sezione.

trave **Vierendeel**:

s: 1000-3000 mm

L: 6-18 m

L/s: 4-12

es. $2000/5 = 400$ cm

NB: speciale reticolare in cui elementi di connessione tra i due correnti sono ortogonali.

Trave usata quando trasversi sono disagiati (trave interna di un edificio). molto più pesante e meno prestante della reticolare.

2. TRAVE IN CALCESTRUZZO ARMATO

travi a T o L:

s: 400-700 mm

L: 5-15 m

L/s: 14-20

es: $800/16 = 50$ cm

3. SOLAIO

soletta armata in 1 direzione:

s: 100-250 mm

L: 2-7 m

L/s: 22-32

es: $600/30 = 20$ cm

soletta armata in 2 direzioni:

s: 100-250 mm

L: 6-11 m

L/s: 28-35

solaio in lamiera grecata:

s: 225-600 mm

L: 4-12 m

L/s: 18-26

es: $600/20 = 30$ cm

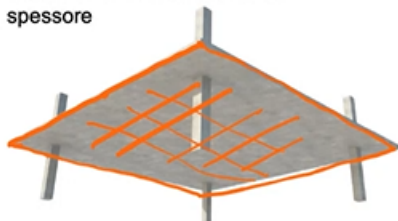
solaio latero-cementizio:

s: 150-300 mm

L: 3-7 m

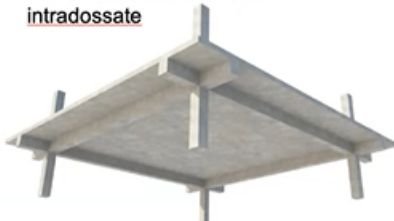
L/s: 20-25

Solaio pieno in c.a. armato in una o due direzioni con travi a spessore



1. Flat slab

Solaio pieno in c.a. armato in una direzione con travi intradossate



2. Slab with downstand beams

Solaio nervato c.a. armato in una direzione



3. One-way spanning ribbed slab

Solaio nervato c.a. armato in due direzioni



4. Two-way spanning ribbed slab

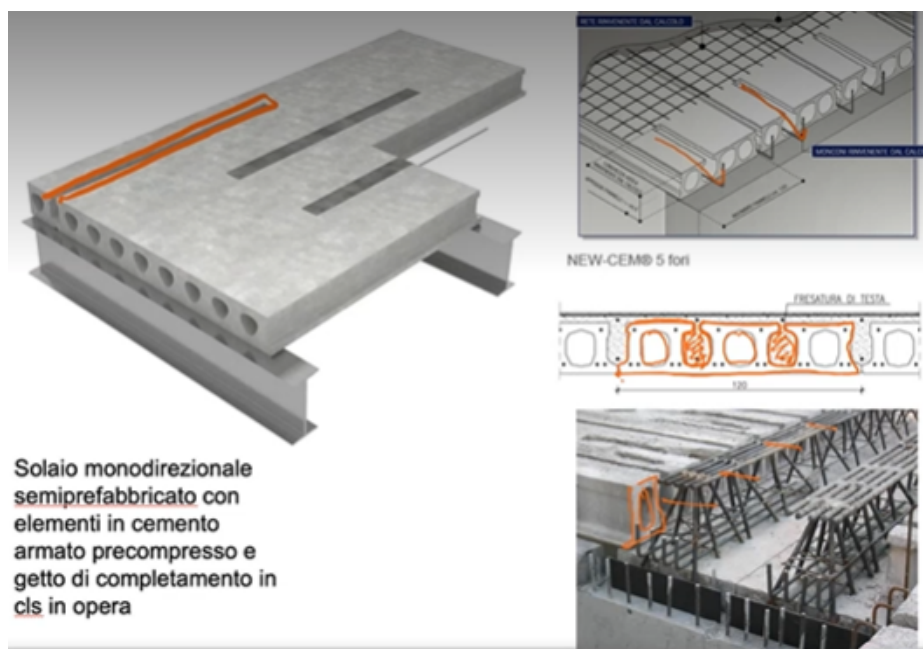
solaio nervato: ha delle piccole travi che permettono un alleggerimento e un assottigliamento del solaio.

solaio monodirezionale in laterocemento: travetti in c.a. precompresso parzialmente prefabbricati ed elementi di alleggerimento che fanno anche da cassero (pignatte in laterizio, EPS, legno ricomposto, fibra di legno).

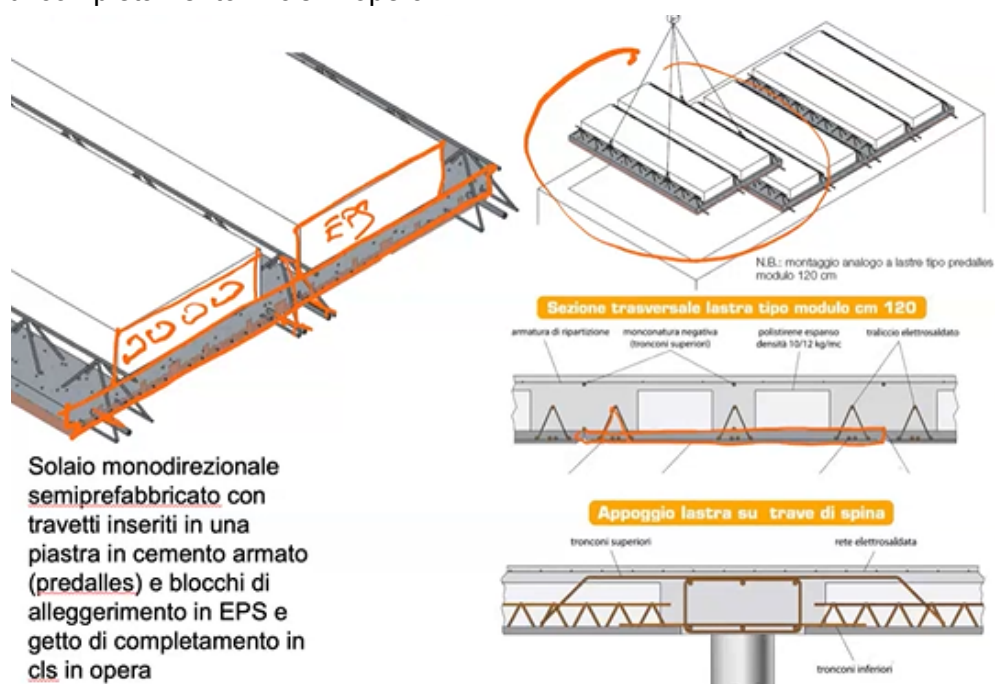
solaio a spessore: come decido la larghezza della trave a spessore? In generale, larga circa 4-5 volte la sua altezza. es. solaio di 6 metri, spesso 20 cm, trave a spessore larga almeno 1-1.2 metri.



solaio semiprefabbricato monodirezionale / alveolare: elementi in c.a. precompresso e getto di completamento in cls in opera.



solaio a predalle: monodirezionale, semiprefabbricato con travetti inseriti in una piastra modulare in c.a. (predalles) e blocchi di alleggerimento in EPS (polistirene espanso) e getto di completamento in cls in opera.



solaio in acciaio: lamiera grecata di acciaio che funge sia da cassaforma che da armatura, poggia su un'ala inferiore aggiunta della trave in modo tale che il solaio possa rientrare nello spessore della trave senza andarsi a sommare a questo. Getto di completamento finale in cls in opera.



passerella o solaio a griglia in acciaio:

solaio con travi reticolari in legno:

solaio con travi in acciaio e lastre di vetro: vetro materiale isotropo quindi appoggia su tutti e quattro i lati; struttura a maglia ortogonale. Vetro e metallo NON devono mai entrare a contatto quindi tra vetro ed elementi portanti sono inseriti elementi elastici in gomma (silicone o neoprene). Sottostruttura che serve ad ancorare il vetro; struttura in acciaio. Luce travi (80 -120 cm) dipende dallo spessore del vetro (almento 20 mm).

