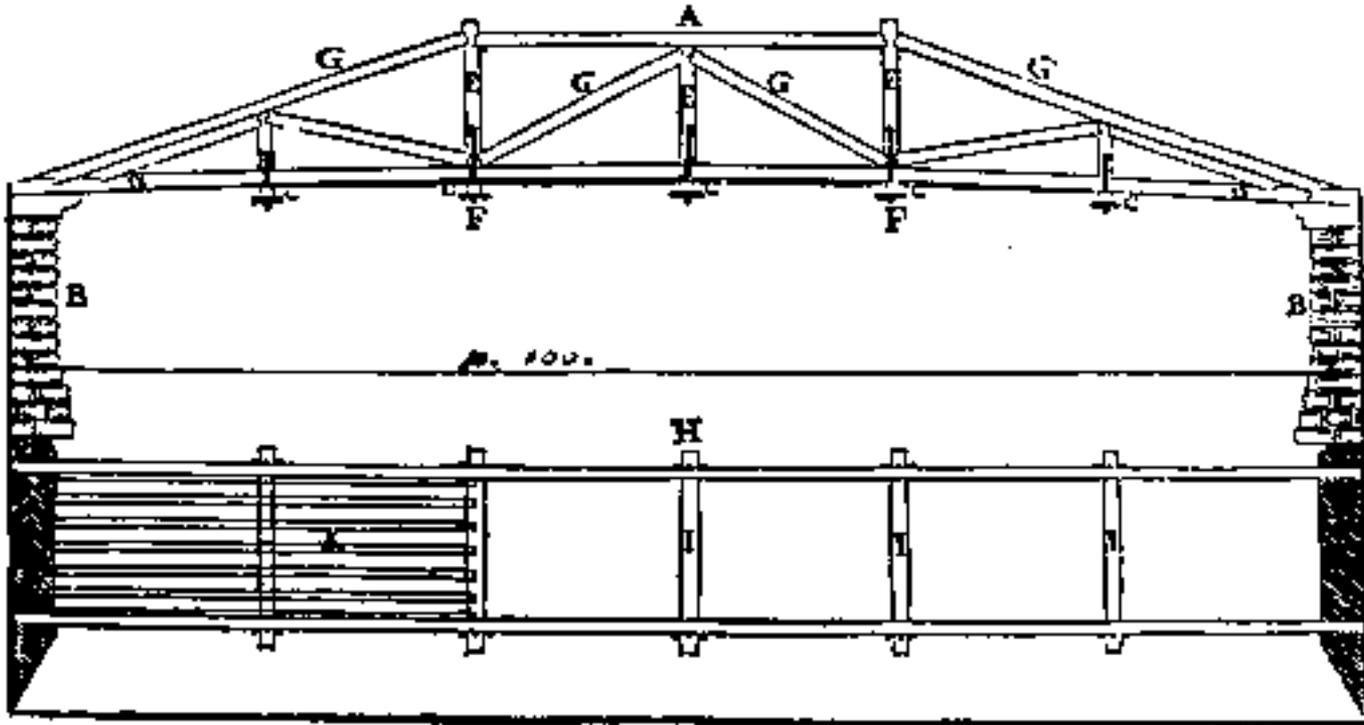


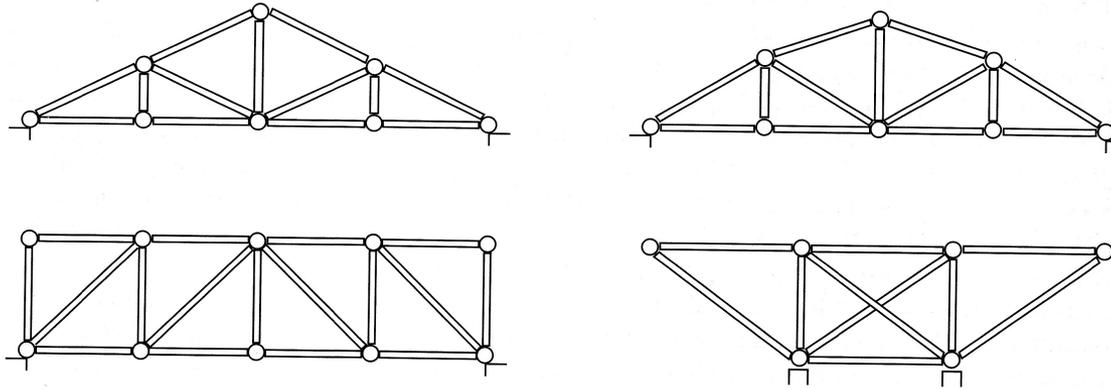
Le travi reticolari

Primi impieghi delle travi reticolari

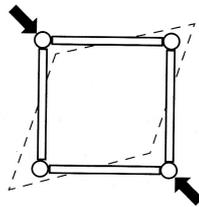


Andrea Palladio – Terzo libro - 1570

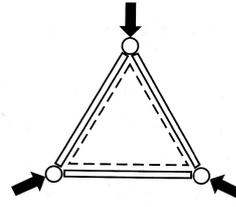
Principi generali di funzionamento



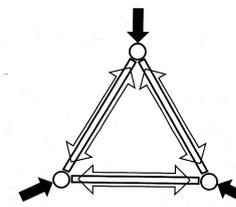
(a) Tipiche travature reticolari.



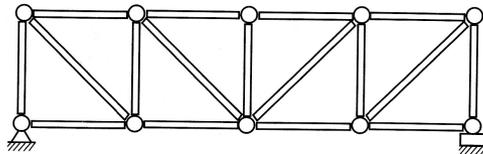
(b) Configurazione instabile.



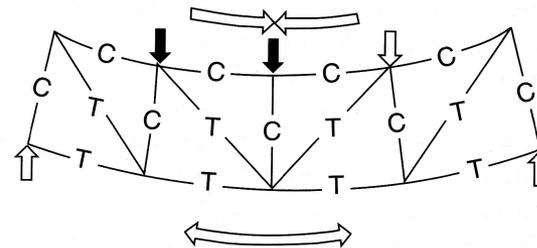
(c) Configurazione stabile.



(d) Forze negli elementi.

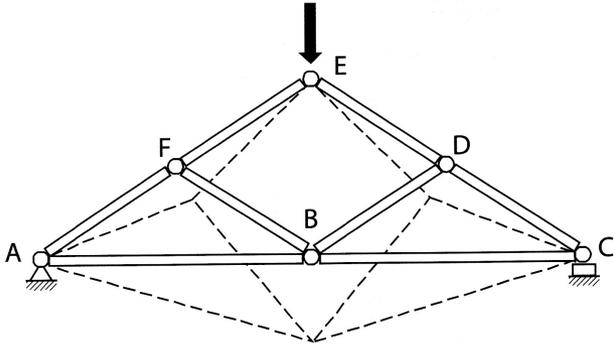


(e) Configurazione rigida costituita da una triangolazione di elementi.

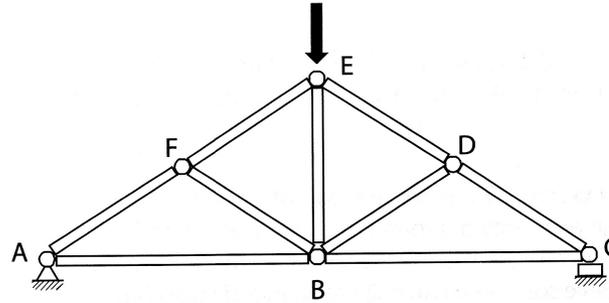


(f) Quando i carichi sono applicati solo ai nodi, nelle travature reticolari composte da elementi incernierati alle estremità, si sviluppano solo forze di trazione o di compressione.

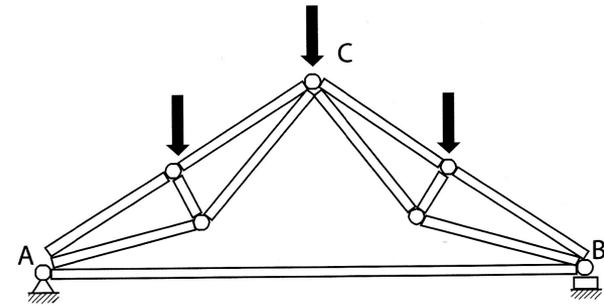
Travi labili, isostatiche e iperstatiche



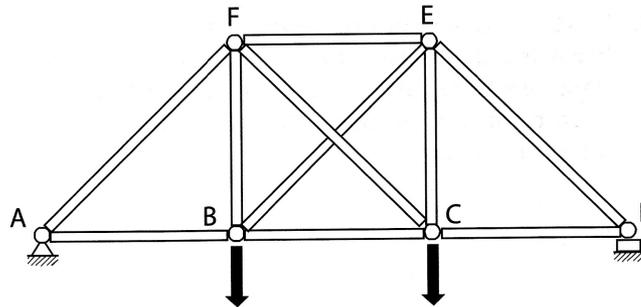
(a) Travatura instabile: l'area centrale non formata da triangoli verrebbe molto distorta sotto l'effetto di un carico applicato alla travatura, al punto da portarla al collasso.



(b) Travatura stabile: la disposizione delle barre è tale da formare solo triangoli aventi un lato in comune.



(c) Disposizione delle barre tale da non individuare solo semplici triangoli con un lato in comune, ma ancora in grado di condurre ad una travatura stabile.



(d) Travatura stabile con un numero di barre maggiore di quello minimo necessario per la stabilità.

a = numero delle aste
 n = numero dei nodi
 v = grado dei vincoli esterni

Trave labile

$$a + v < 2n$$

Trave isostatica

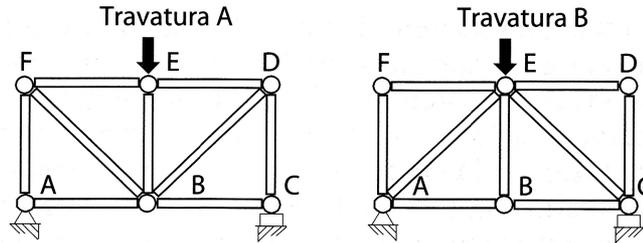
$$a + v = 2n$$

Trave iperstatica

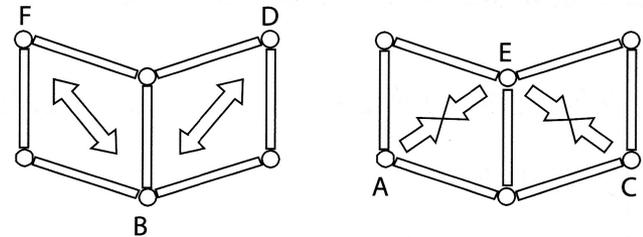
$$a + v > 2n$$

Metodo speditivo per valutare i versi delle forze

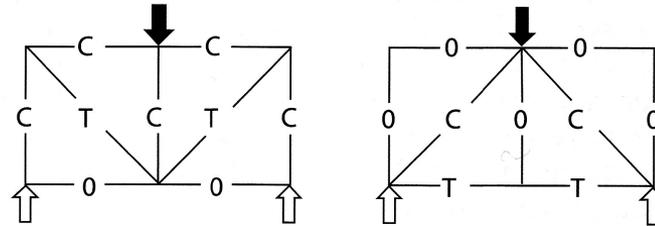
(a) Composizione di travi semplici.



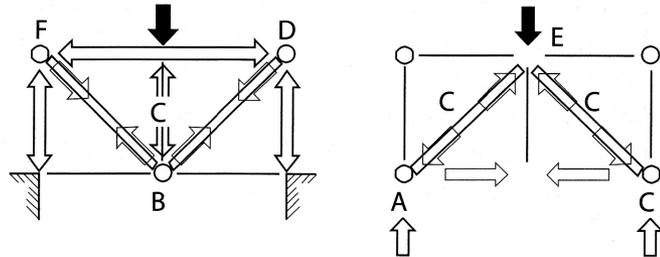
(b) Il verso delle forze nelle diagonali può essere determinato immaginando dapprima di rimuovere le diagonali e determinando il loro ruolo nell'impedire la possibile deformazione. In questo modo una diagonale posta tra B e F, nella travatura A, deve essere in trazione dato che, come indicato, la sua presenza previene l'allontanamento dei punti B e D.



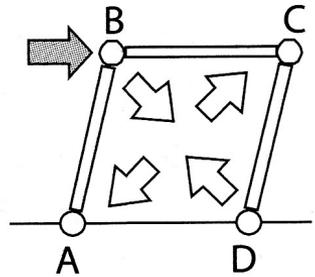
(c) Distribuzione finale delle forze nelle travi:
C, compressione; T, trazione.



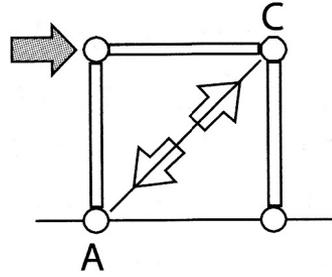
(d) Per determinare l'andamento delle forze in una travatura è possibile anche ricorrere ad una analogia con il comportamento a "funce", oppure ad "arco". Nella travatura di sinistra, l'elemento FBD viene immaginato come se fosse una fune e quindi in trazione. Gli altri elementi svolgono il ruolo di mantenere in equilibrio questa configurazione basata sulla presenza della "fune".



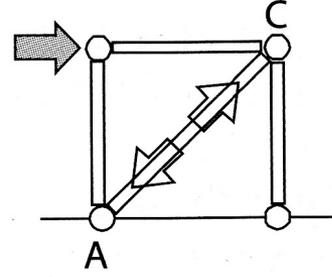
Controventi rigidi o flessibili



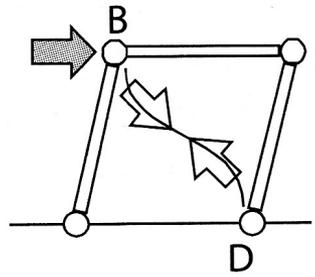
(a)



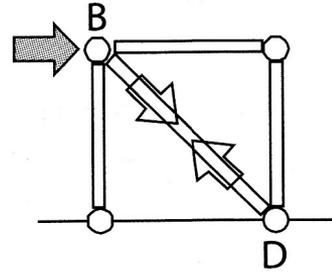
(b)



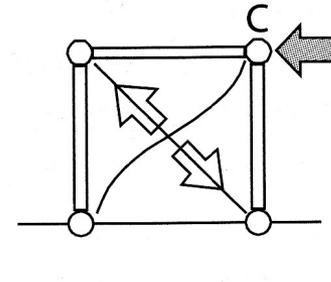
(c)



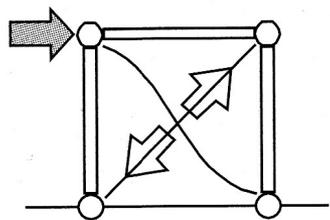
(d)



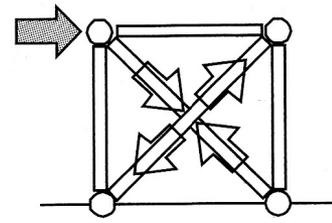
(e)



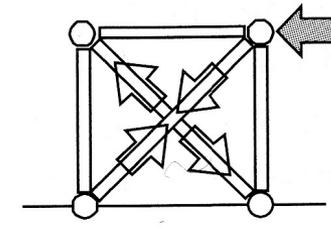
(f)



(g)

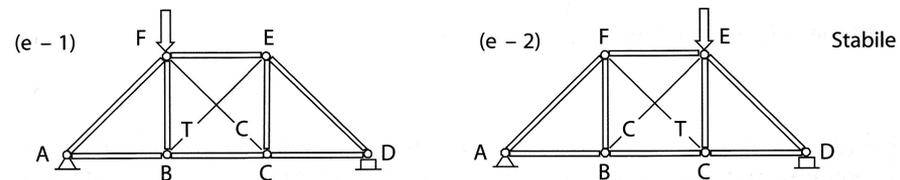
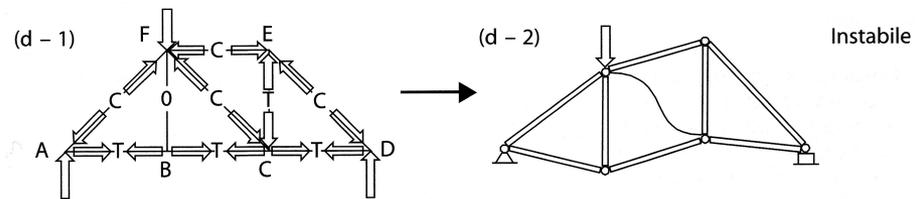
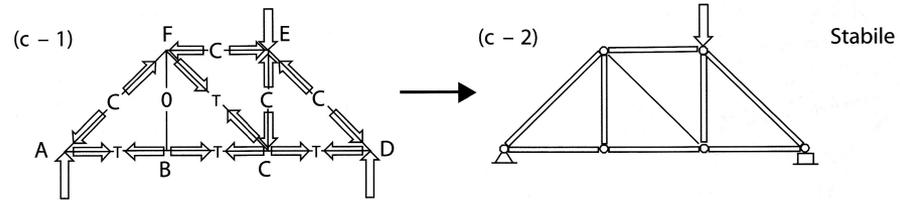
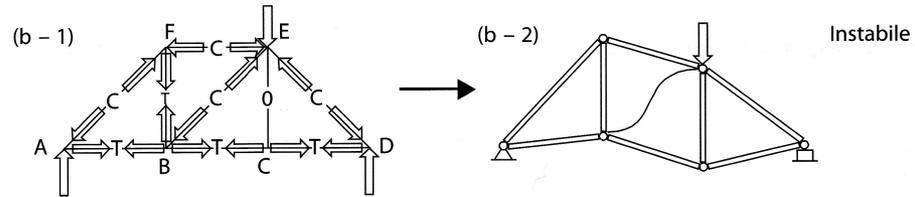
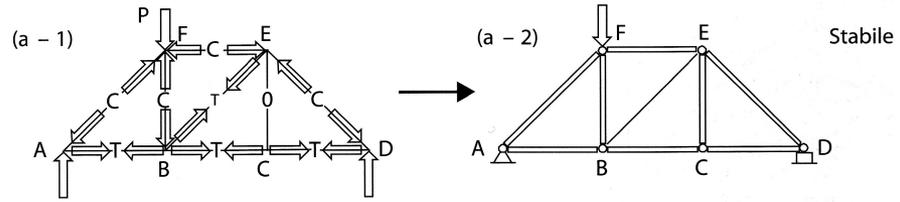


(h)

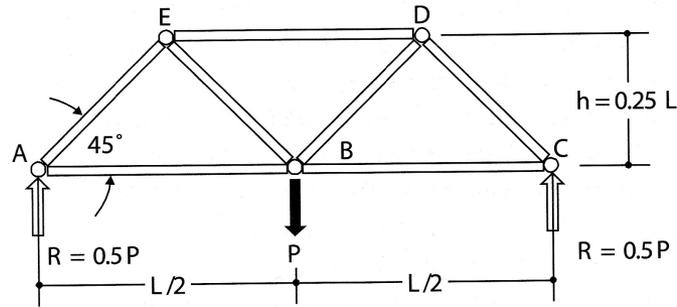


(i)

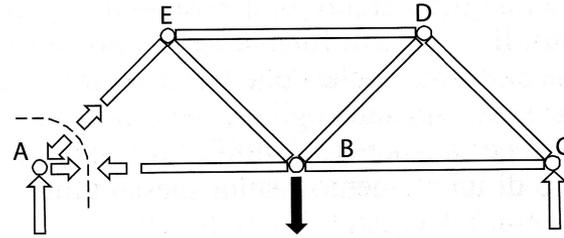
Aste costituite da funi



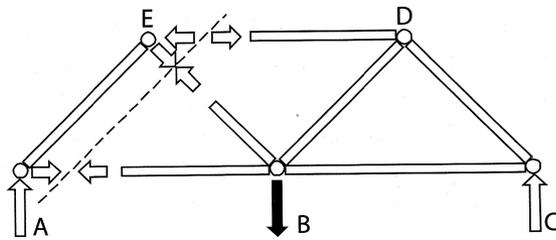
Calcolo degli sforzi nelle aste: metodo dei nodi



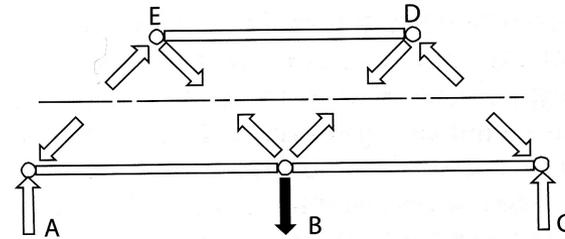
(a) Traliccio di partenza.



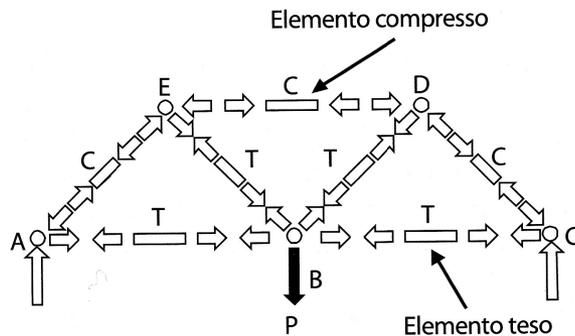
(b) Schema di equilibrio del nodo A.



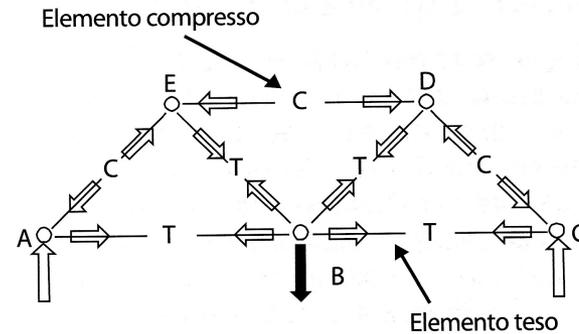
(c) Schema di equilibrio dell'asta AE.



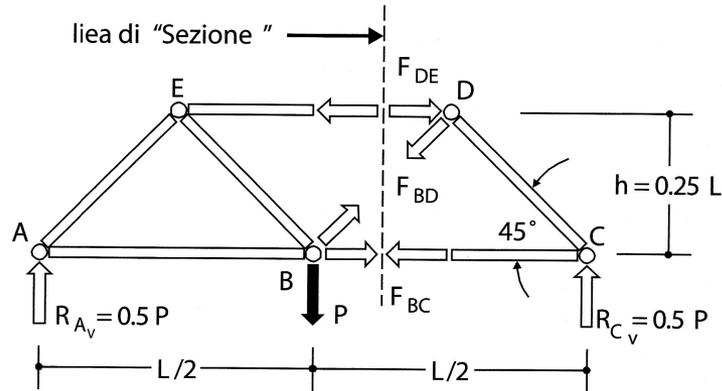
(d) Schemi di equilibrio degli elementi ED e AC.



(e) Il traliccio scomposto in nodi ed aste.

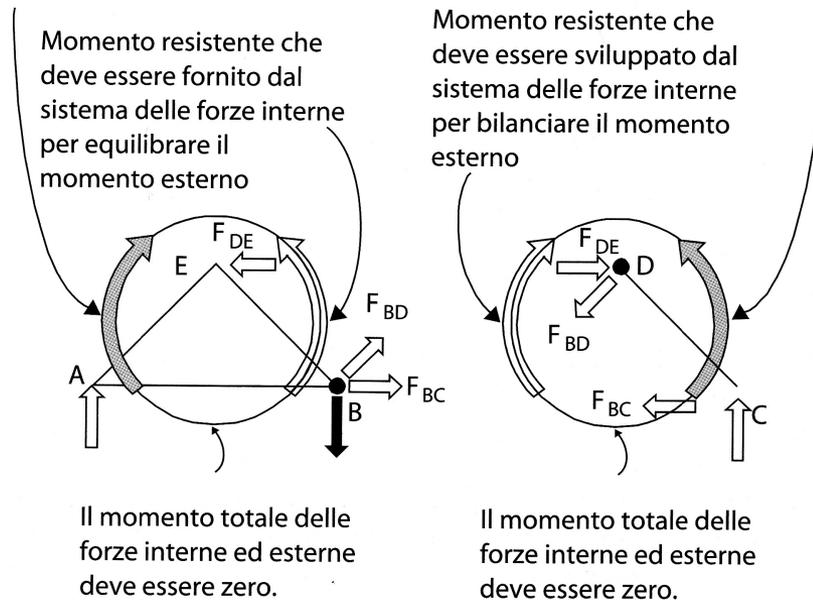


(f) Diagramma semplificato mostrando le forze che agiscono su ogni nodo.

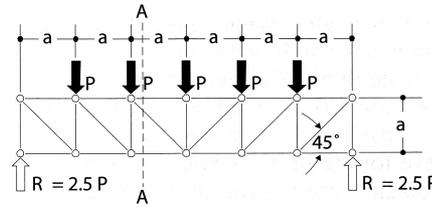


Momento rotazionale sul sottoassemblaggio di sinistra prodotto dal sistema delle forze esterne

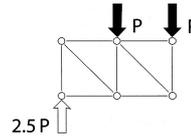
Momento rotazionale su sottoassemblaggio di destra prodotto dal sistema delle forze esterne



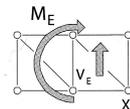
(a) Trave reticolare.



(b) Sistema di forze esterne agente sul sottoassemblaggio di sinistra.



(c) Momento flettente esterno e forza di taglio equivalenti (equipollenti) al sistema di forze esterne agenti sul sottoassemblaggio di sinistra.



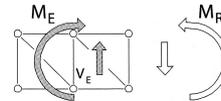
$$\Sigma F_y: -P - P + 2.5P = 0.5P$$

Taglio esterno (V_E)

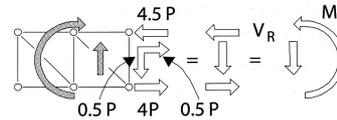
$$\Sigma M_x: +2a(2.5P) - a(P) = 4Pa$$

Momento esterno (M_E)

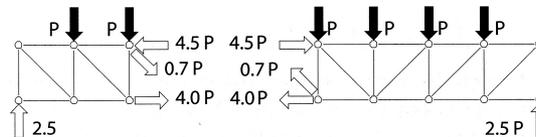
(d) Diagramma di equilibrio per il sottoassemblaggio di sinistra: per equilibrio si sviluppano nella struttura un taglio resistente interno (V_R) ed un momento resistente interno (M_R).



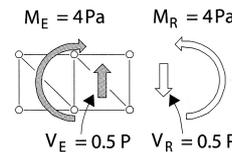
(e) La forza di taglio resistente interno (V_R) ed il momento resistente interno (M_R) nascono dall'azione delle forze nelle barre.

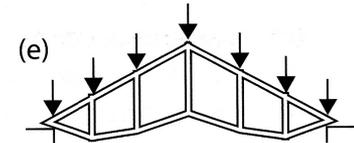
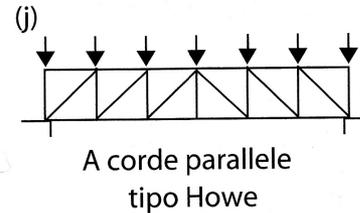
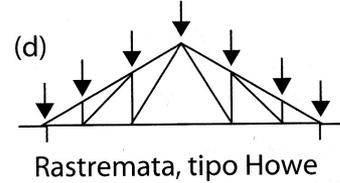
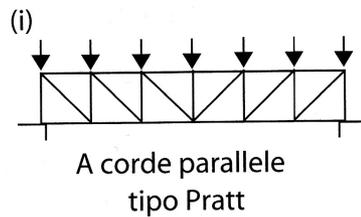
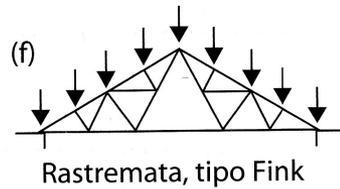
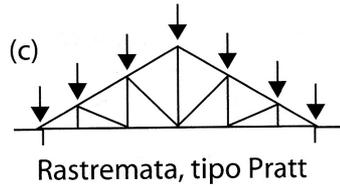
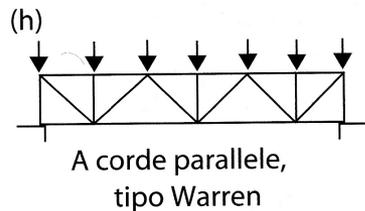
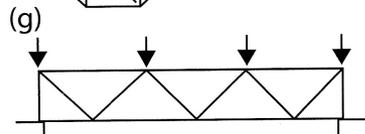
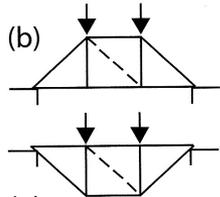
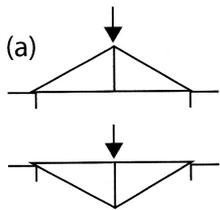


(f) Diagramma di equilibrio dei sottoassemblaggi di destra e di sinistra in termini dei sistemi di forze interne ed esterne.

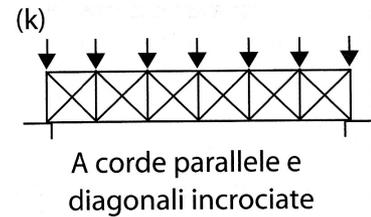


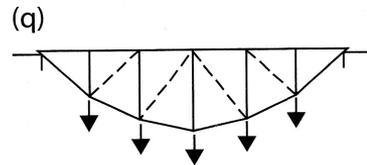
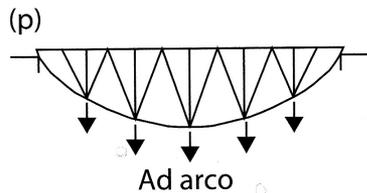
(g) Diagramma di equilibrio del sottoassemblaggio di sinistra in termini di momenti e tagli interni ed esterni equivalenti. La somma dei tagli e dei momenti su ciascun sotto assemblaggio deve essere nulla.



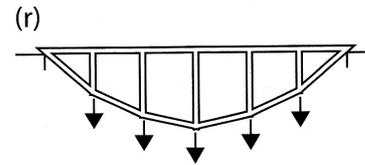


Azione assiale costante nella corda superiore ed a forze nulle nelle diagonali (realizzata generalmente con nodi rigidi quando vengono omesse le diagonali).

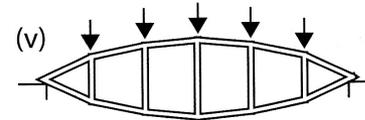
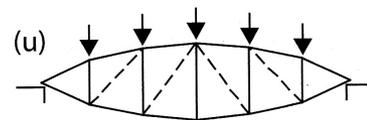
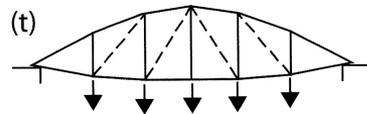
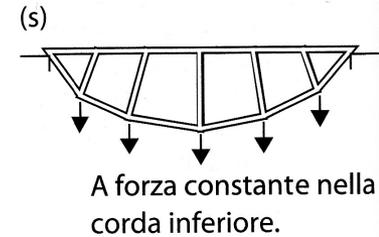




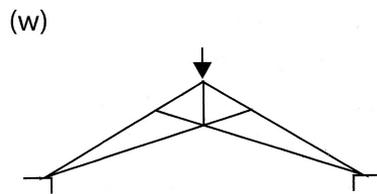
Lenticolare



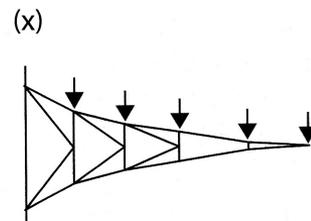
A struttura lenticolare



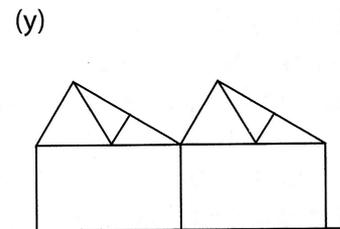
Travature conformate secondo una funicolare: le altezze variano seguendo il momento presente (le componenti orizzontali delle forze nelle corde sono uguali tra loro e le diagonali sono scariche sotto i carichi di progetto). Le travature prive di diagonali vengono realizzate con nodi rigidi, in modo da resistere anche a distribuzioni di carico diverse (si veda il Capitolo 9 sui telai).



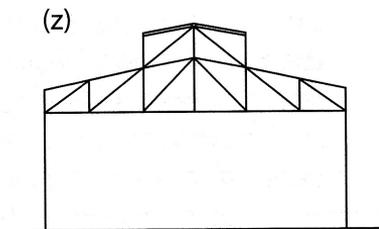
A "forbice "



Travatura a mensola
(a forma funicolare)



A "Shed"

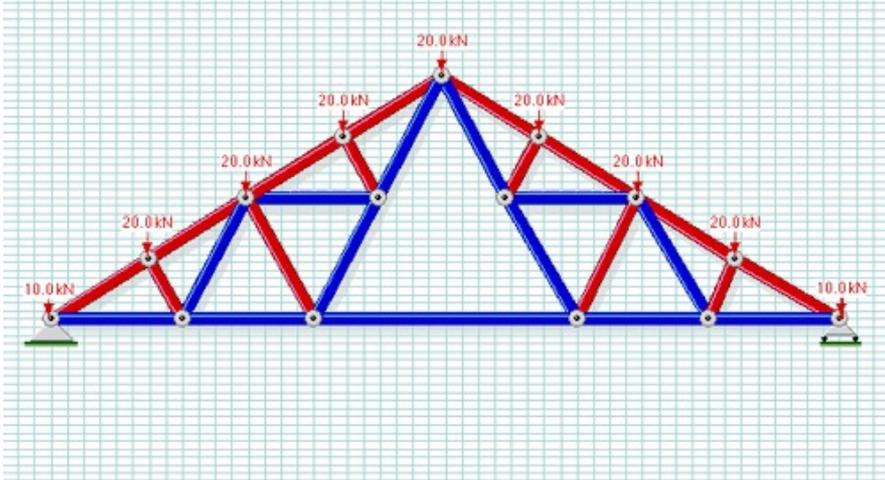


Alcuni esempi



Copertura sul fronte dei Magazzini Generali, Chiasso (TI), Ing. R. Maillart, 1924

Alcuni esempi



Travatura Polonceau

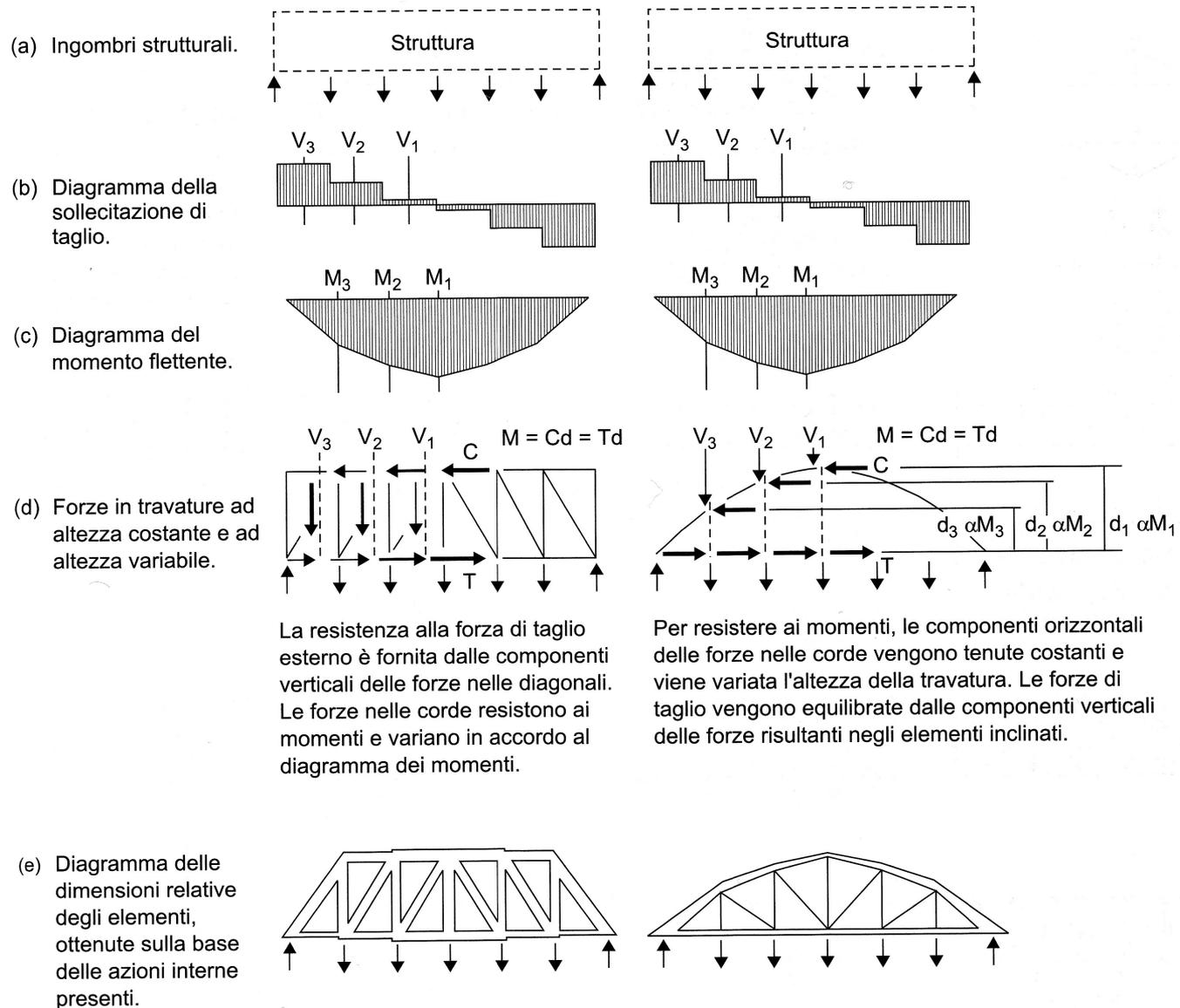
Alcuni esempi

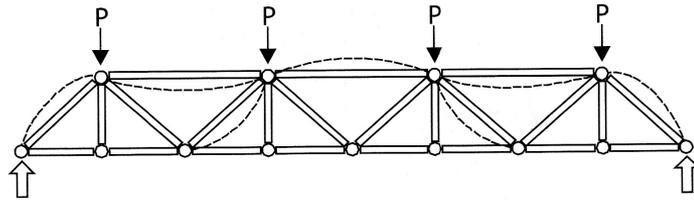


Gare du Nord (Paris - 1865)

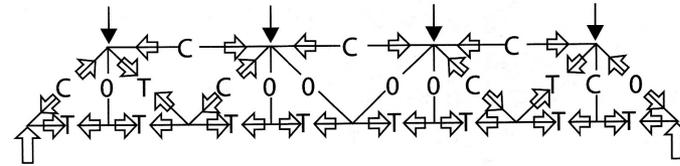


Travi reticolari a uniforme resistenza

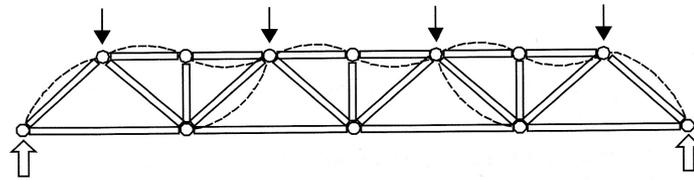




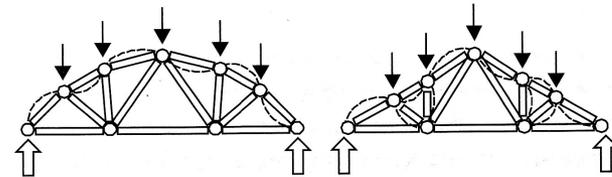
(a) Travatura con elementi della corda superiore molto lunghi.



(b) Distribuzione delle azioni per la travatura in (a).



(c) Travatura con elementi tesi più lunghi di quelli compressi.



(d) Travature con elementi tesi di lunghezza maggiore di quelli compressi.

Elementi tesi

$$\sigma = \frac{N}{A} \leq \sigma_{amm} = \frac{\sigma_p}{s}$$

Elementi compressi

$$\sigma_c = \frac{\omega N}{A} \leq \sigma_{amm} = \frac{\sigma_p}{s}$$

$$\sigma = \frac{N}{A} \leq \frac{\sigma_{amm}}{\omega} = \frac{\sigma_p}{\omega s}$$



Centro Pompidou (Piano & Rogers 1977)

Altezza utile delle travi reticolari

Travi ravvicinate che sopportano carichi leggeri

$$\frac{h}{\ell} = \frac{1}{20}$$

Travi principali che sopportano le reazioni di travi secondarie

$$\frac{h}{\ell} = \frac{1}{10}$$

Travi che sopportano carichi molto grandi

$$\frac{h}{\ell} = \frac{1}{5}$$

Esempi di travi reticolari



Figure 6.12 Forth bridge in Scotland, two main spans of 521 metres (1890), J. Fowler and B. Baker.

Esempi di travi reticolari



Iowa River (USA)

Esempi di travi reticolari



Bolted angles to form lightweight, long-span trusses



Long-span, curved roof trusses
Robin Hood Airport, Doncaster

Esempi di travi reticolari



Mercato ortofrutticolo (Genova)

Esempi di travi reticolari



Centra at Metropark (New Jersey - USA)

Esempi di travi reticolari



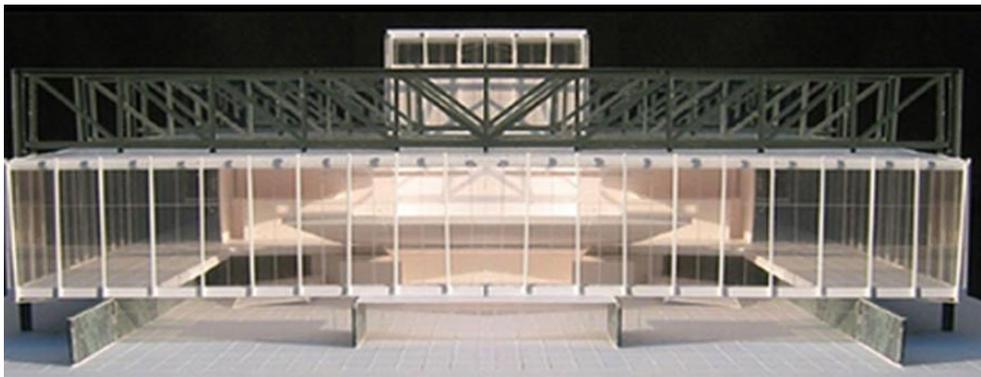
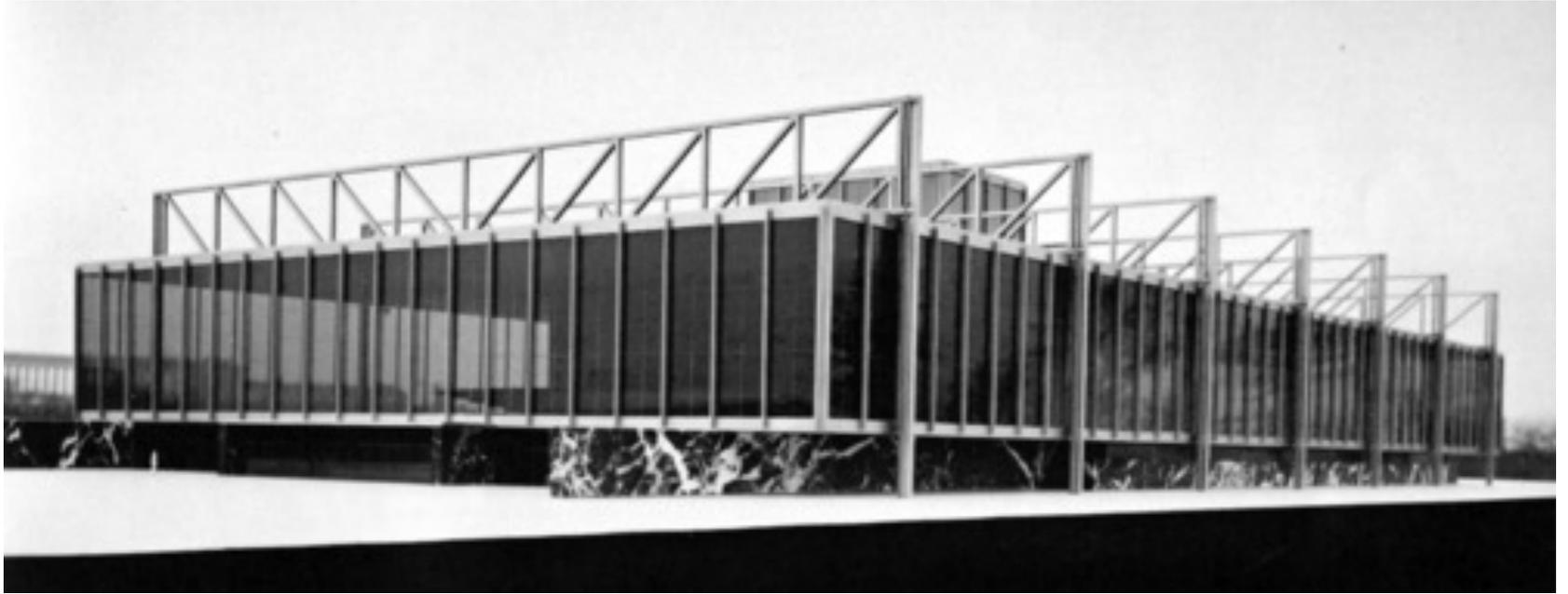
Aerostazione di Amburgo

Esempi di travi reticolari



Paper mill bridge (Vermont - USA)

Esempi di travi reticolari



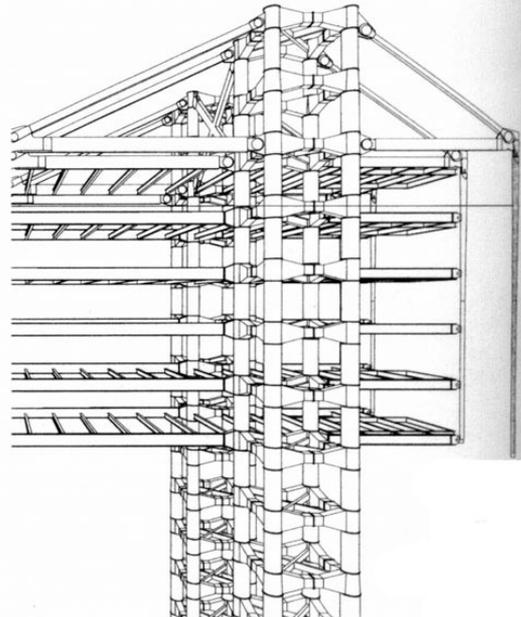
Teatro Nazionale di Mannheim
(Mies Van der Rohe 1953)

Esempi di travi reticolari



Biplano Ansaldo SVA

Esempi di travi reticolari



Hong Kong and Shanghai
Banking Corporation
(Foster and Partners 1985)