

SPERIMENTARE IN SCALA

La **legge del cubo-quadrato** può essere enunciata come segue:

« *Quando un oggetto viene sottoposto ad un aumento proporzionale di dimensioni, il suo nuovo **volume** è proporzionale al cubo del moltiplicatore e la sua nuova **superficie** è proporzionale al quadrato del moltiplicatore.* »

È stato descritto per la prima volta nel 1638 da **Galileo Galilei** nel *Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze*.

VOLUME

L'incremento di peso è legato al volume

densità:

$$\gamma = P/V$$

SUPERFICIE

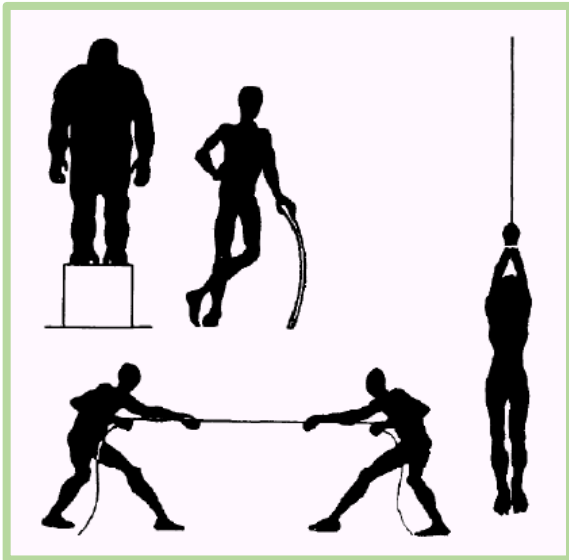
L'incremento delle caratteristiche di resistenza è legato alla superficie

tensione:

$$\sigma = F/A$$

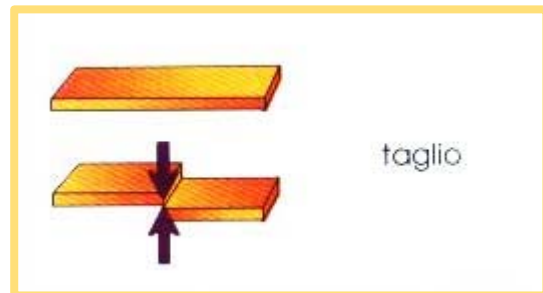
SOLLECITAZIONI SEMPLICI

Effetto provocato da una forza agente su un corpo



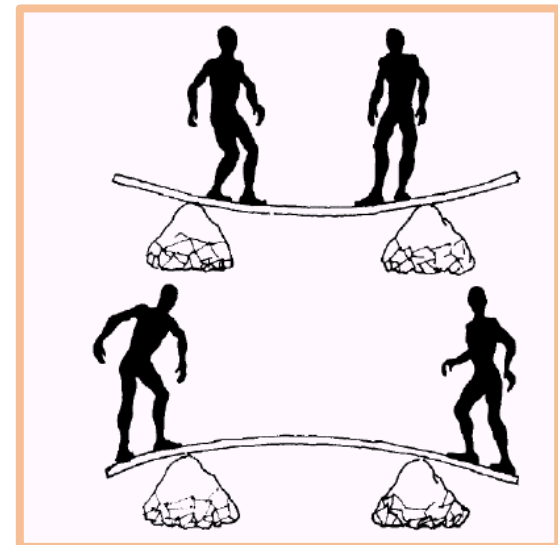
Trazione

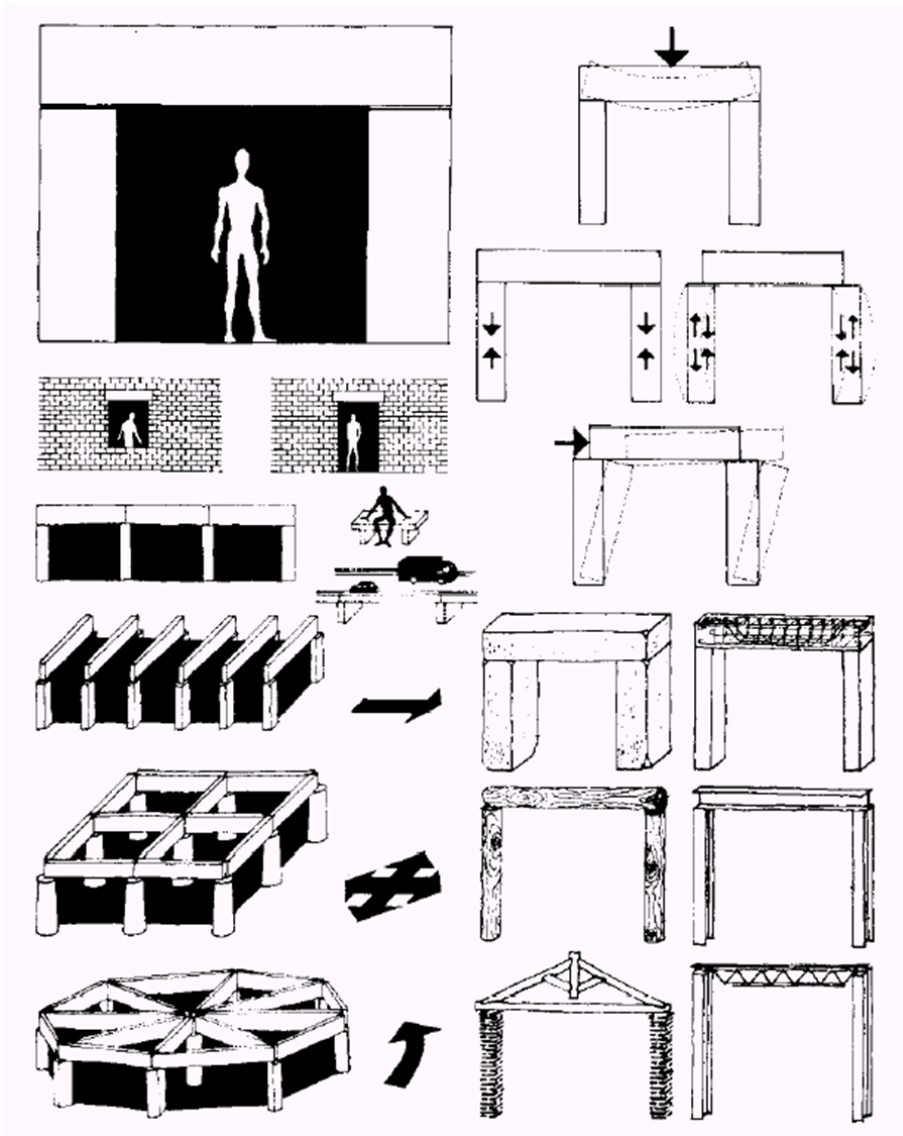
Compressione



Taglio

Flessione
retta





SISTEMA PESANTE (O TRILITICO):
basato sul principio statico
dell'*appoggio semplice*
dell'orizzontamento sui sostegni,
fondato genericamente sulla
trasmissione verticale delle *forze*
peso.

Principio del Trilite



Dolmen



Tempio di Chefren

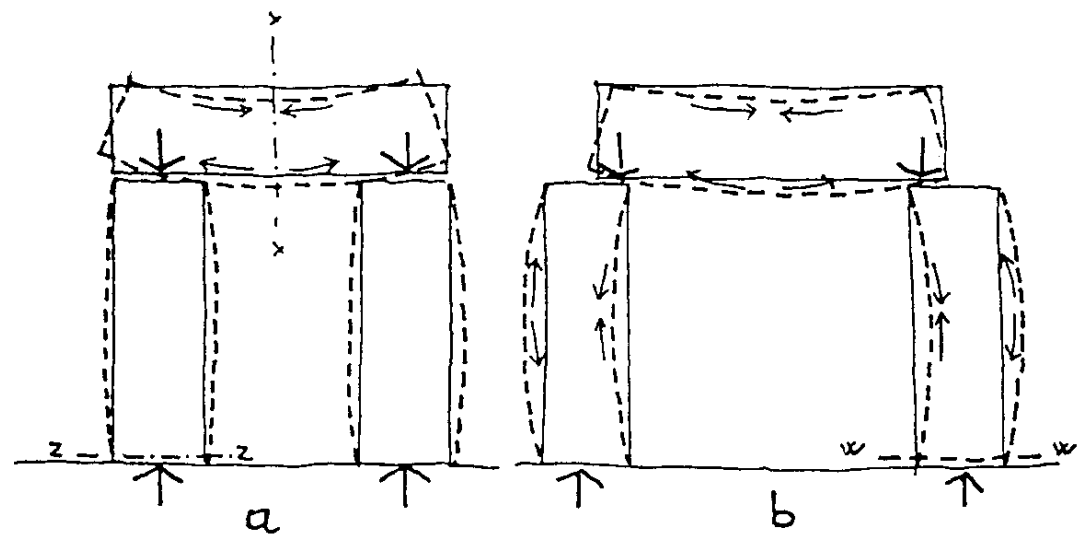
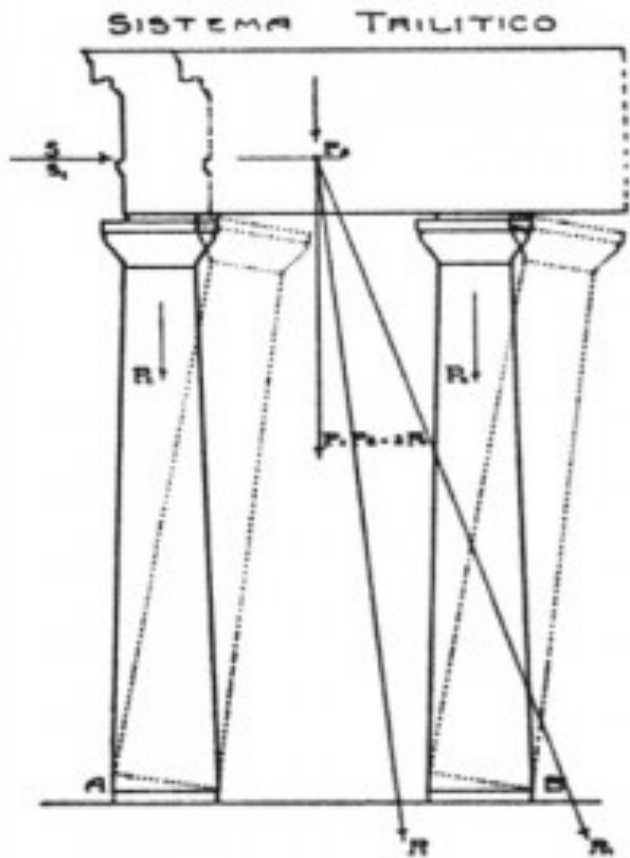


Trilite minoico

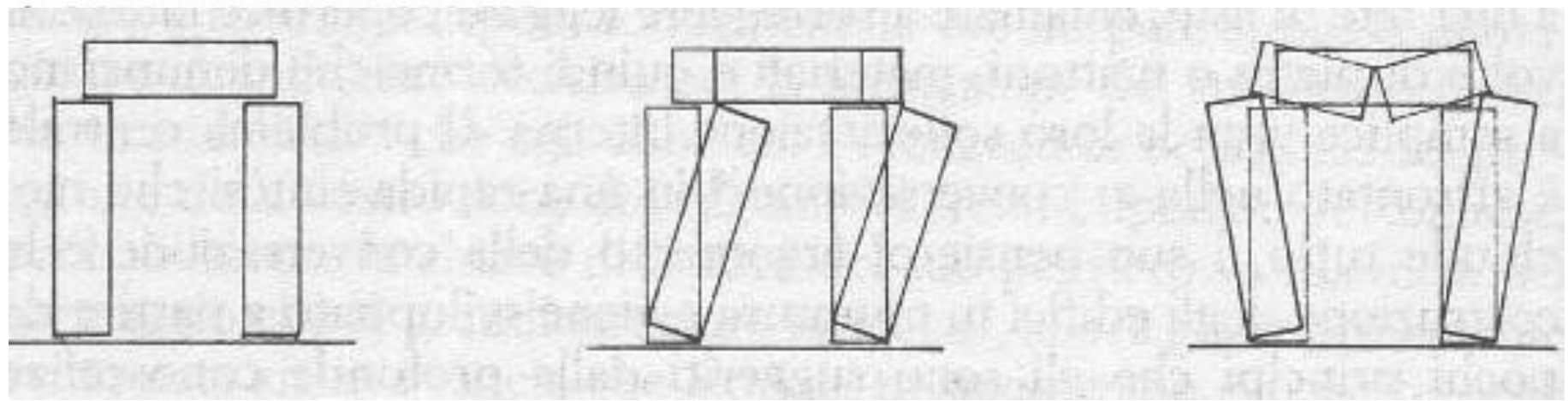


Agrigento

Principio del Trilite

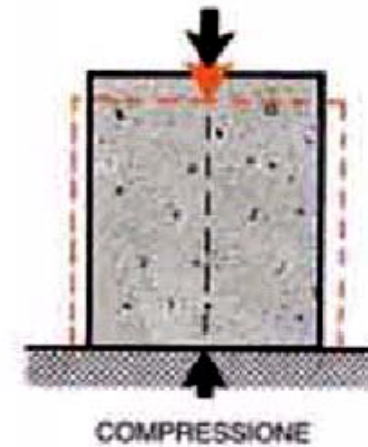


Principio del Trilite



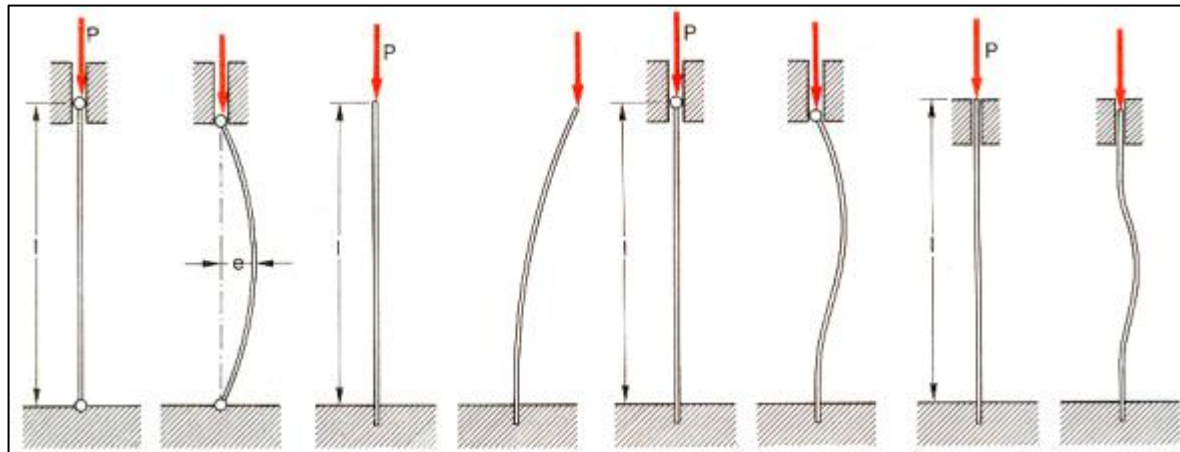
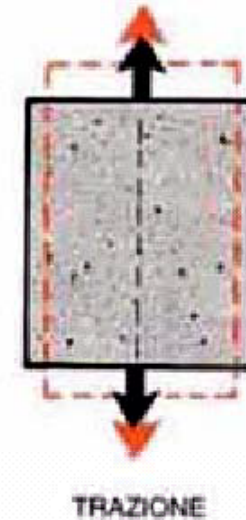
Compressione

Compressione: determinata da forze, dirette l'una verso l'altra, che tendono a schiacciare l'elemento su cui sono applicate



Trazione

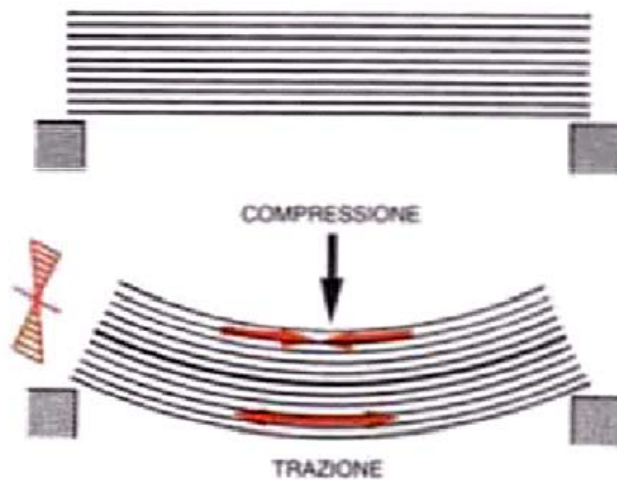
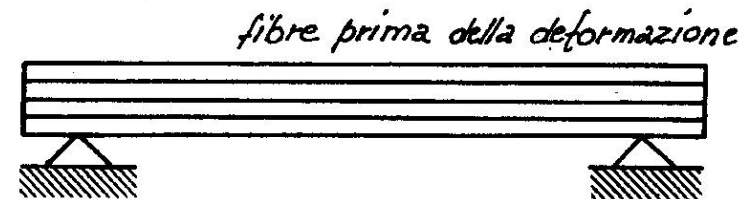
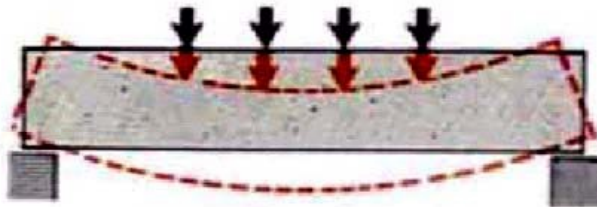
Trazione: determinata da forze, dirette in senso contrario tra loro, che tendono ad allungare l'elemento su cui sono applicate



Instabilità

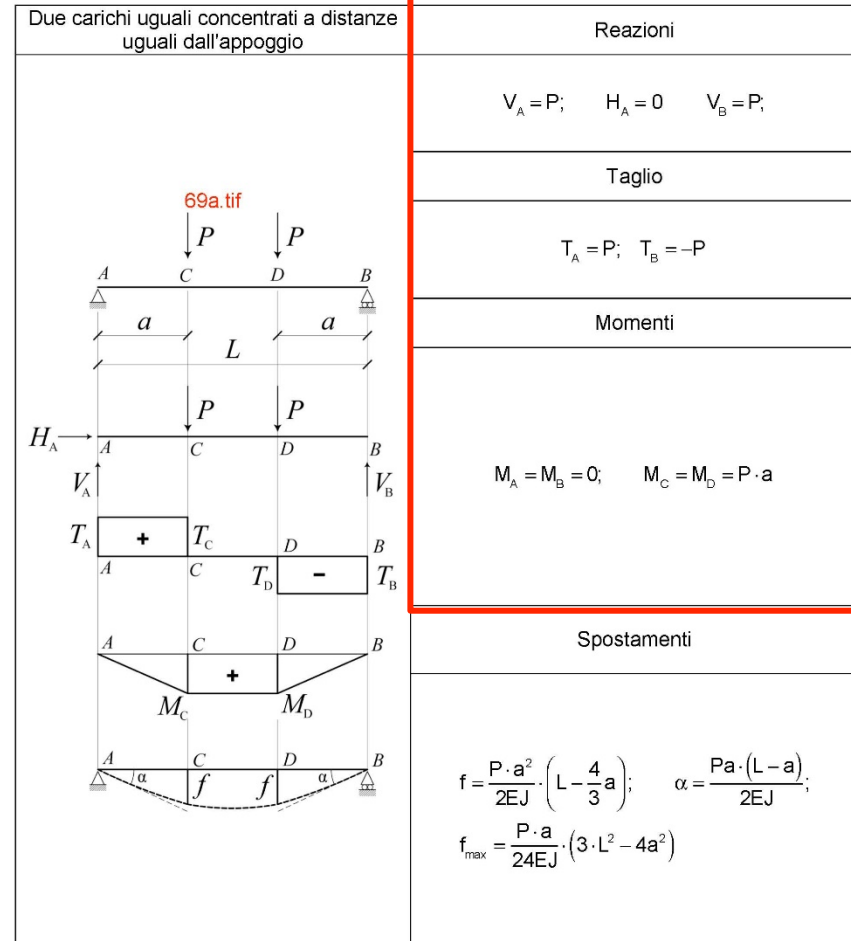
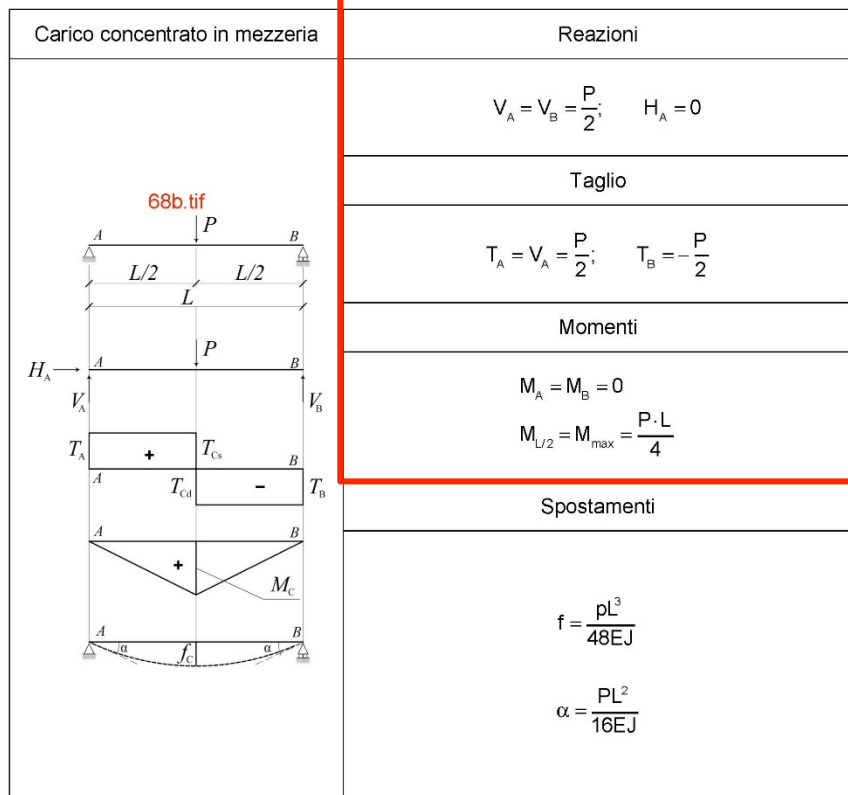
Flessione retta

Flessione: determinata da forze esterne equivalenti a una coppia agente su un piano normale a quello della sezione che sollecitano



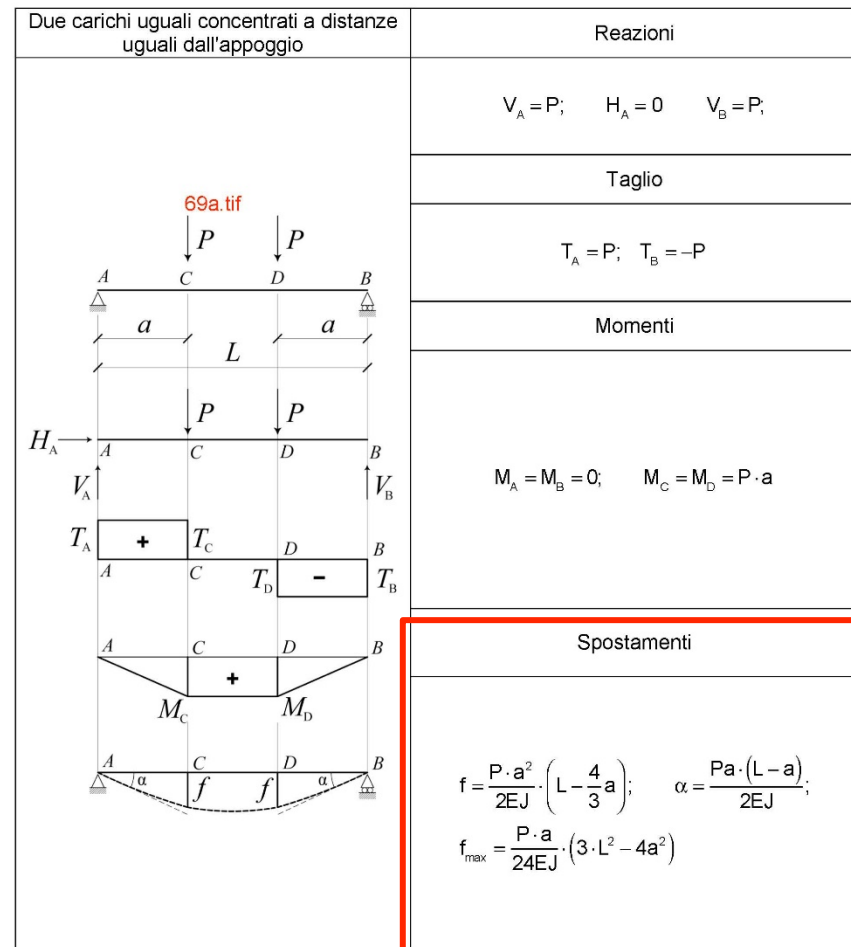
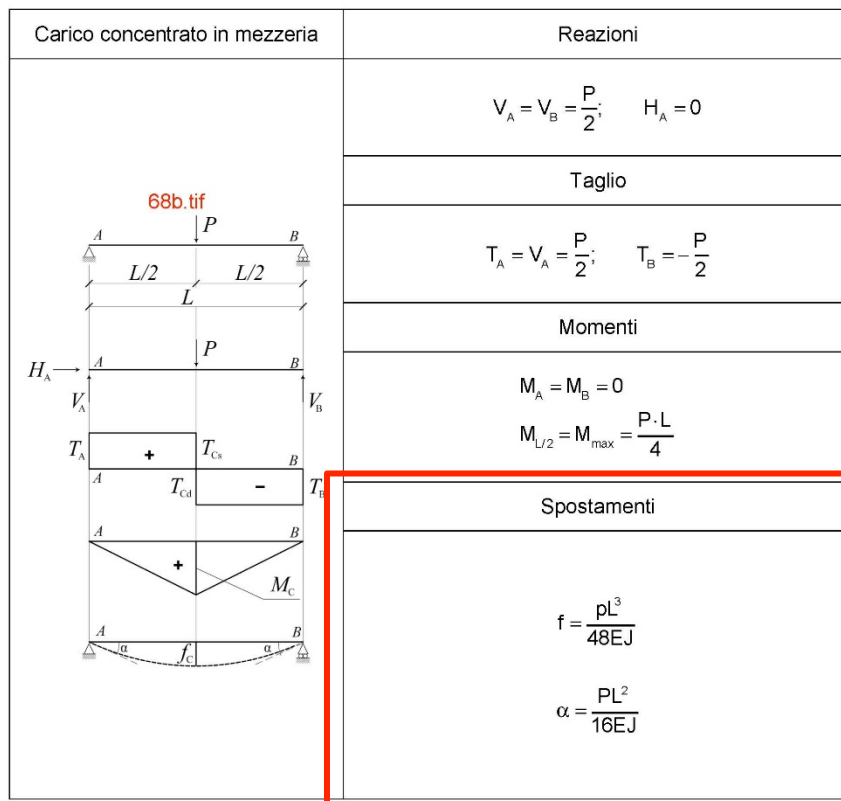
Flessione retta

Flessione: il *diagramma delle sollecitazioni* interne Sforzo normale (N), Taglio (T) e Momento flettente (M) dipendono dalle condizioni di vincolo, dai carichi esterni.



Flessione retta

Flessione: la *deformata della trave* dipende dal materiale attraverso il modulo elastico (E), dalla geometria della sezione (J), dalla luce di calcolo (l) e dalle condizioni di vincolo



Flessione retta

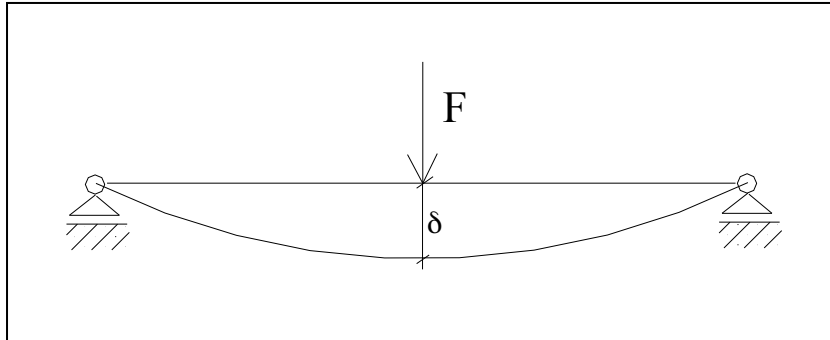
Rigidezza (K): la capacità di un elemento di opporsi alle deformazioni generate da un carico. La rigidezza è costante fintanto che l'elemento presenta comportamento lineare

$$k = \frac{F}{\delta}$$

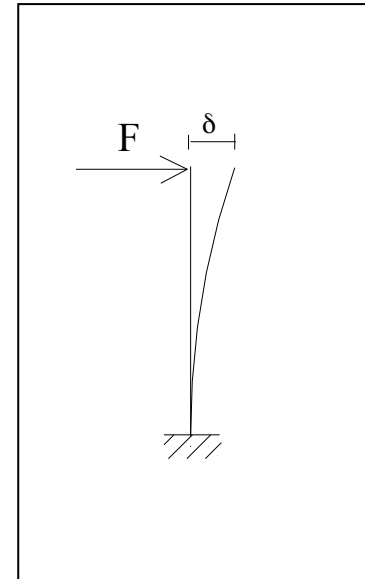
Rigidezza

$$k = \beta \frac{EJ}{l^3}$$

Rigidezza flessionale



$$k = 48 \frac{EJ}{l^3}$$

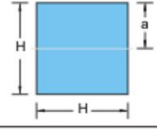
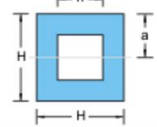
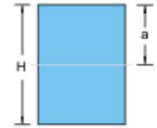
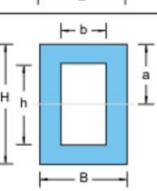


$$k = 3 \frac{EJ}{h^3}$$

MATERIALE	Legame	Microstruttura	Vantaggi	Svantaggi
Metalli e leghe Acciai e ghise Alluminio e leghe Rame e leghe Magnesio e leghe Nichel e leghe Titanio e leghe Zinco e leghe	Metallico	Grani cristallini	Resistenza Rigidezza Duttilità Conduc. Elettrica	Peso Corrosione
Polimeri Naturali (gomma, legno, vernici, bitumi, adesivi) Artificiali (termoindurenti, termoplastici, elastomeri)	Catene di molecole	Catene di molecole	Costo Leggerezza Resist. Corrosione	Resist. Meccanica Resist. Temperatura Rigidezza Scorrimento
Ceramici Tradizionali (cemento, mattoni, gesso piastrelle, porcellana, pietre naturali) Vetro Speciali	Ionico Covalente Amorfo	Grani cristallini Amorfo	Resist. Meccanica Resist. Temperatura Resist. Corrosione Rigidezza Durezza	Fragilità
Compositi A matrice polimerica A matrice metallica A matrice ceramica	Vari	Matrice e fibre	Resist. meccanica Rigidezza Leggerezza	Costo Resist. Temperatura Delaminazione

Tab.10.1 - Tabella riassuntiva di alcune caratteristiche delle principali categorie di materiali.

Calcolo area, momento di inerzia, modulo di resistenza

Sezione	Area della sezione A	Distanza dal baricentro a	Momento di inerzia J	Modulo di resistenza W
	cm ²	cm	cm ⁴	cm ³
	H^2	$\frac{H}{2}$	$\frac{H^4}{12}$	$\frac{H^3}{6}$
	$H^2 - h^2$	$\frac{H}{2}$	$\frac{H^4 - h^4}{12}$	$\frac{H^4 - h^4}{6H}$
	$B \cdot H$	$\frac{H}{2}$	$\frac{B \cdot H^3}{12}$	$\frac{B \cdot H^2}{6}$
	$BH - bh$	$\frac{H}{2}$	$\frac{1}{12} \cdot (BH^3 - bh^3)$	$\frac{1}{6H} \cdot (BH^3 - bh^3)$

Materiale	Rigidità E (GPa)	Resistenza σ_{sn} o σ_R (MPa)	Duttilità A (%)	Tenacità K_{Ic} (MPa√m)
Acciaio	200	300	30	60
Acciaio inossidabile	200	550	35	105
Alluminio	74	260	22	28
Rame	125	50	40	60
Polietilene PE	0,8	30	600	1,6
Policarbonato PC	2,2	65	110	3,5
Calcestruzzo	20	2*	0	0,4
Vetro	70	30*	0,05	0,6
Composito fibre di vetro	22	150	0,9	15
Composito fibre carbonio	110	800	0,3	10
Legno massello	15	50	2	7
Gomma naturale	0,002	25	700	0,2

* a compressione

tabella 2_Valori di alcune proprietà meccaniche di dodici materiali significativi

Caratteristiche dei materiali e delle sezioni:

Modulo elastico (E)

Momento di inerzia (J)

Flessione retta

Travi armate:
 Ottimizzazione della
 sezione resistente
 attraverso la
 concezione statica e
 l'uso di materiali
 appropriati.

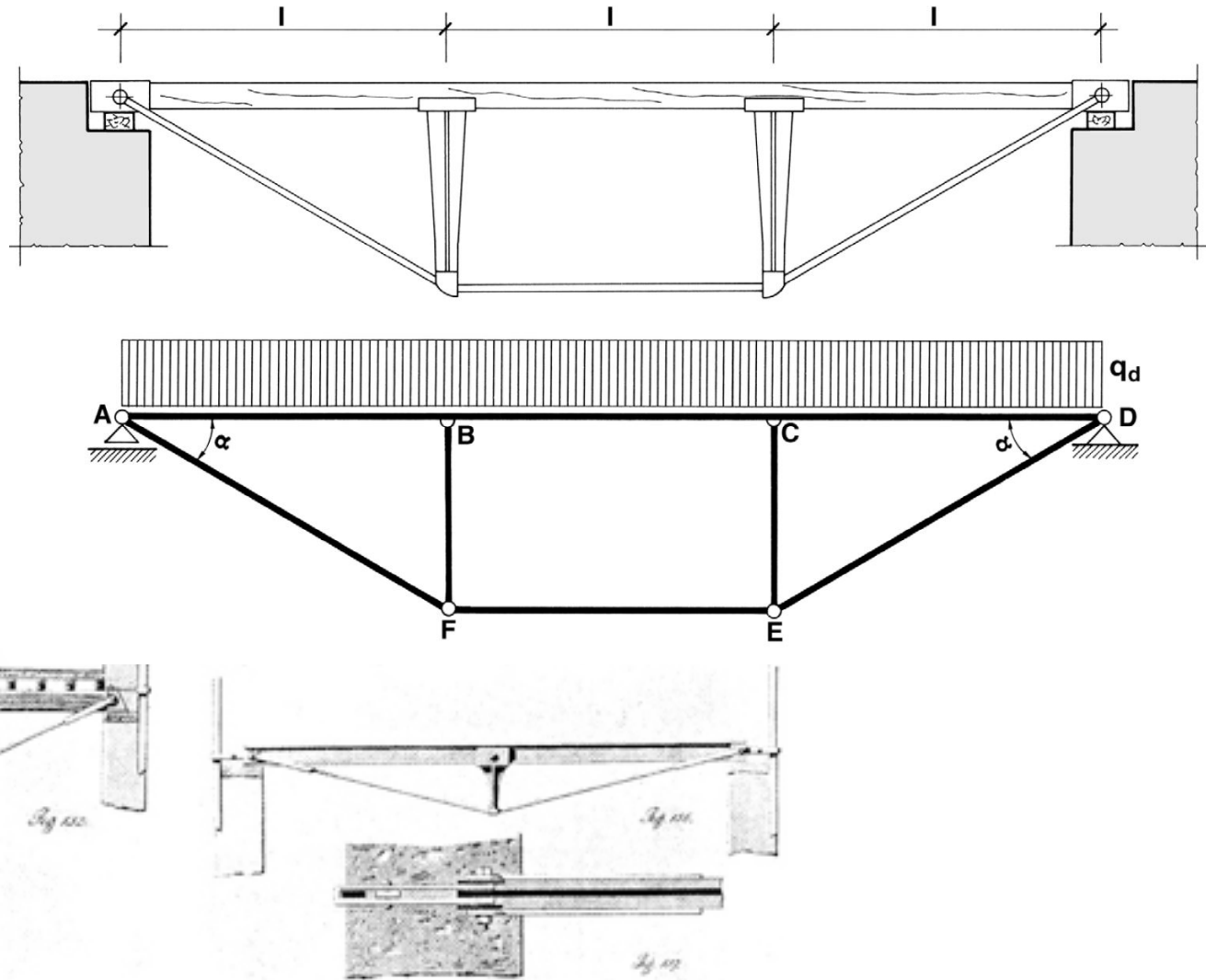
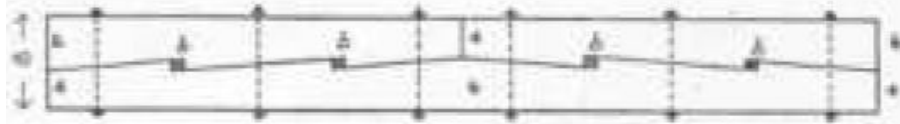


Fig. 5 Travi di legno e di ferro armate con tiranti di ferro e contraffissi di ghisa; i contraffissi sono sagomati, al loro piede, a forma di canale, entro cui si adatta il tirante, ordinariamente a sezione circolare (cfr. C. Formenti, La Pratica del Fabbricare, parte prima, Hoepli, Milano, 1893, p. 211, figg. 152-153; p. 212, figg. 156-57).

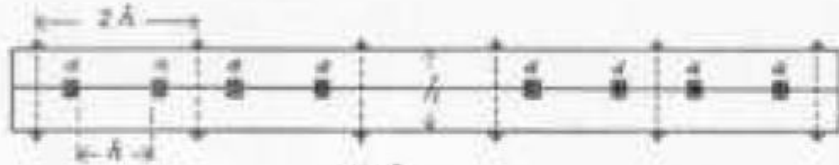
Flessione retta

CALETTATURA A DENTATURA SEMPLICE



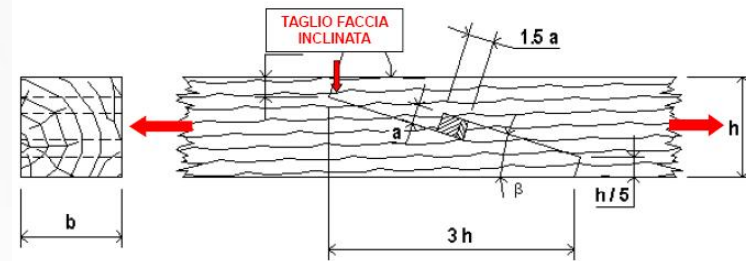
Da 3 fino a 5 pezzi - & caviglie di ferro o legno quercia

COMMESSURE A CAVIGLIE



di Cuneo legno forte e secco $\frac{2}{3} \frac{a}{b}$

Travi composte: Ottimizzazione della sezione resistente attraverso connessioni efficaci



Flessione retta