

**LABORATORIO DI COSTRUZIONE DELL'ARCHITETTURA 2B**

prof. Renato Giannini

---

**IL SAP 2000**

**E**

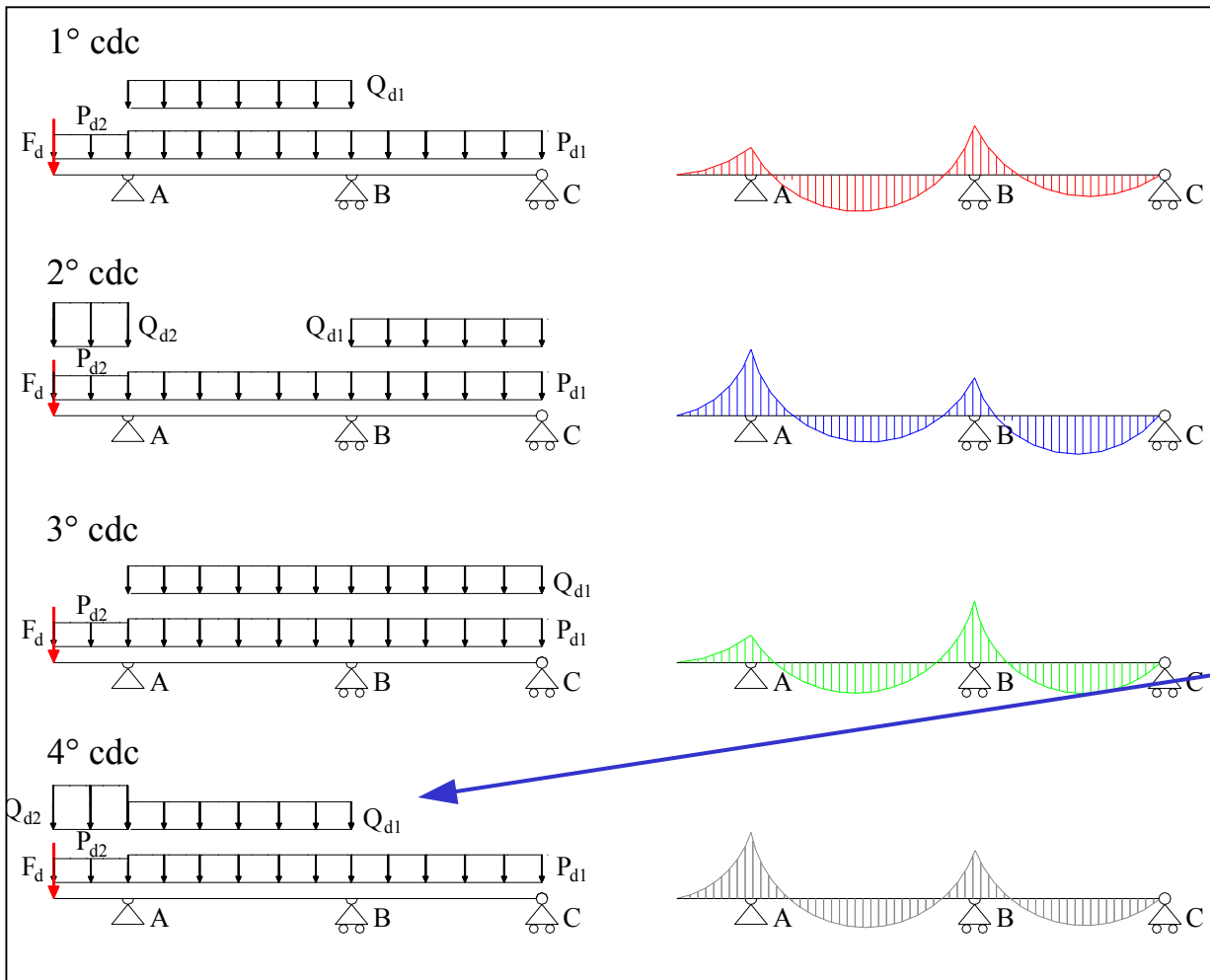
**IL CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI**

**PER LA TRAVE CONTINUA**

(arch. Lorena Sguerri)

## Combinazioni di carico

Solaio a due campate con mensola (balcone): combinazioni di carico e diagrammi dei momenti flettenti.



Questa combinazione fornisce la sollecitazione di taglio peggiore sull'appoggio A (per quanto riguarda il momento è sufficiente caricare la mensola)

## Combinazioni di carico

Ai fini dell'esercitazione è necessario:

⇒ Risolvere, con l'EQUAZIONE DEI TRE MOMENTI (metodo delle forze), tante combinazioni di carico quanti sono i componenti del gruppo.

⇒ Inserire nel SAP 2000 tutte le combinazioni di carico in modo da controllare i risultati ottenuti grazie al metodo delle forze e ottenere le sollecitazioni per quelle mancanti.

## Diagramma d'Inviluppo

L'obiettivo finale è quello di ottenere due diagrammi (Taglio e Momento) d'INVILUPPO, in cui vengono sovrapposti i singoli diagrammi delle varie combinazioni di carico in modo da avere un unico grafico che racchiude tutte le sollecitazioni peggiori che si possono verificare lungo la trave.

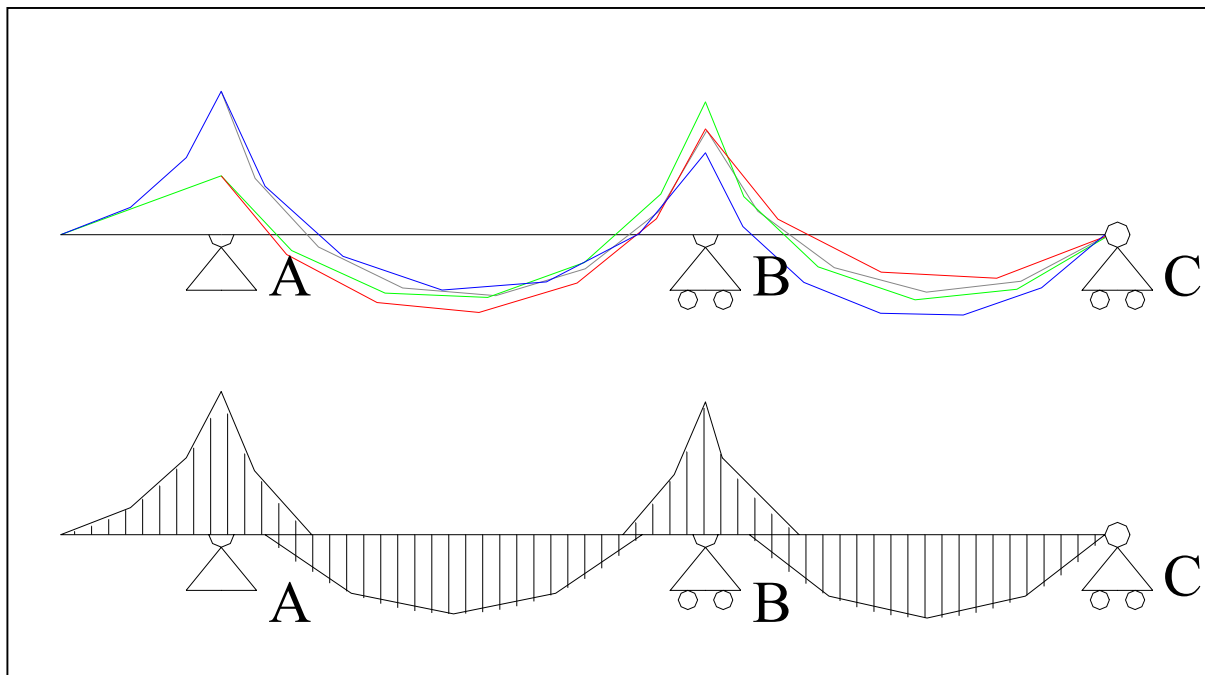


Diagramma  
d'inviluppo per  
la sollecitazione  
di Momento  
Flettente

### **Il SAP 2000 non linear (Structural Analysis Program)**

Il SAP è solo uno dei tanti software disponibili sul mercato che consentono il calcolo delle sollecitazioni di sistemi strutturali, anche molto complessi, isostatici e iperstatici, attraverso un algoritmo comunemente chiamato degli “*Elementi Finiti*”.

Il SAP nasce come programma già negli anni '70 fino alla sua commercializzazione durante gli anni '80 nella versione SAP IV.

Attualmente il SAP 2000 è già stato superato dalla versione più aggiornata che è il SAP 8.

## Qualche cenno sugli “Elementi Finiti”...

In genere per risolvere un problema iperstatico le possibili strade da seguire sono due:

- Il *Metodo delle Forze*:

vengono scritte le equazioni di congruenza degli spostamenti del sistema in termini di forze (l'equilibrio è implicito)

Per quanto riguarda la trave continua l'applicazione del metodo porta a scrivere *l'Equazione dei Tre Momenti* che, nella sua forma più generale, assume l'aspetto:

$$\frac{1}{24} \left( \frac{l_{n-1}^3}{E_{n-1}J_{n-1}} p_{n-1} + \frac{l_n^3}{E_n J_n} p_n \right) = \frac{1}{6} \left( \frac{l_{n-1}}{E_{n-1}J_{n-1}} M_{n-1} + \frac{l_n}{E_n J_n} M_{n+1} \right) + \frac{1}{3} \left( \frac{l_{n-1}}{E_{n-1}J_{n-1}} + \frac{l_n}{E_n J_n} \right) M_n$$

**DEFORMABILITA' DELLA  
TRAVE**

## Qualche cenno sugli “Elementi Finiti”...

- Il *Metodo degli Spostamenti*:

vengono scritte le equazioni di equilibrio delle forze nei nodi in termini di spostamenti (la congruenza è implicita)

Per quanto riguarda la trave continua l'applicazione del metodo porta a scrivere un'equazione che per analogia può essere chiamata *dei Tre Spostamenti* che, nella sua forma più generale, assume l'aspetto:

$$\frac{2E_{n-1}J_{n-1}}{l_{n-1}}(2\theta_n + \theta_{n-1}) + \frac{2E_nJ_n}{l_n}(2\theta_n + \theta_{n+1}) + \mu_n^S + \mu_n^D = 0$$

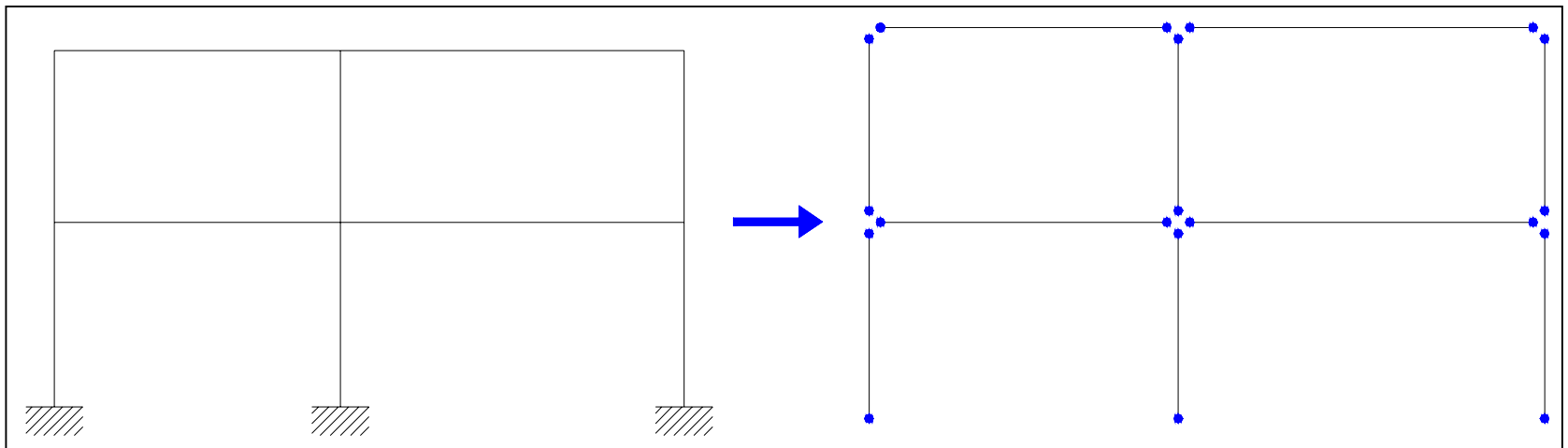
**RIGIDEZZA DELLA TRAVE**

*L'Algoritmo degli Elementi Finiti si basa proprio sul metodo degli spostamenti*

### Qualche cenno sugli “Elementi Finiti”...

Il nome “Elementi Finiti” trae origine dal fatto che l’algoritmo prevede di analizzare *qualsiasi tipo di struttura* a patto che questa venga opportunatamente *discretizzata*, cioè suddivisa in tanti elementi più piccoli.

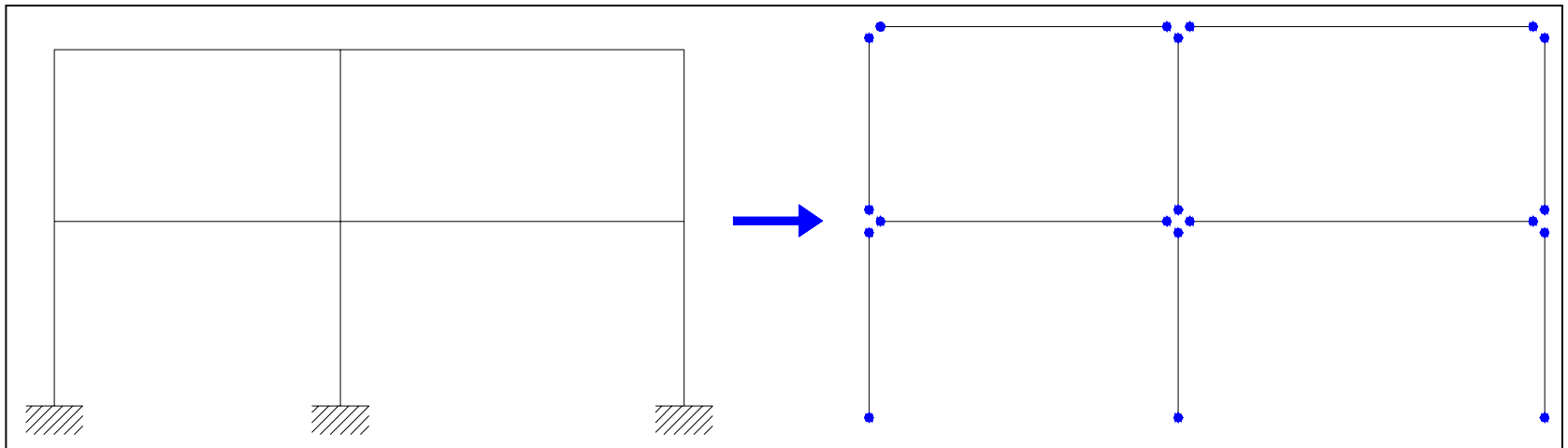
Per le strutture costituite da elementi monodimensionali, come la trave continua, o il telaio, la discretizzazione è molto semplice poiché, in genere, coincide con gli elementi stessi.



## Qualche cenno sugli “Elementi Finiti”...

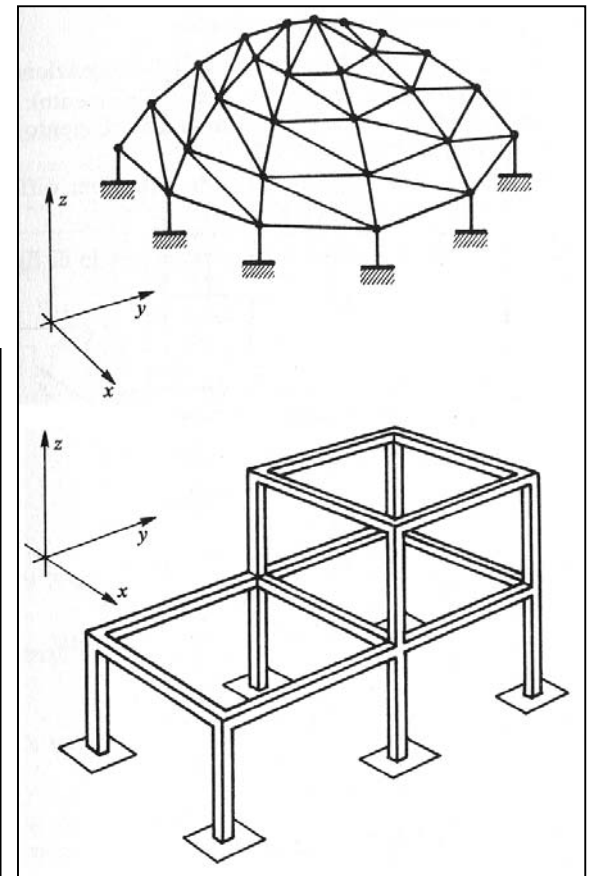
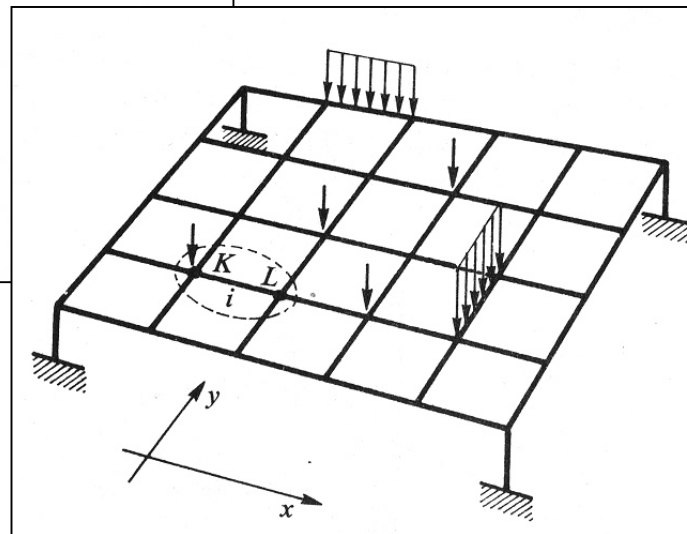
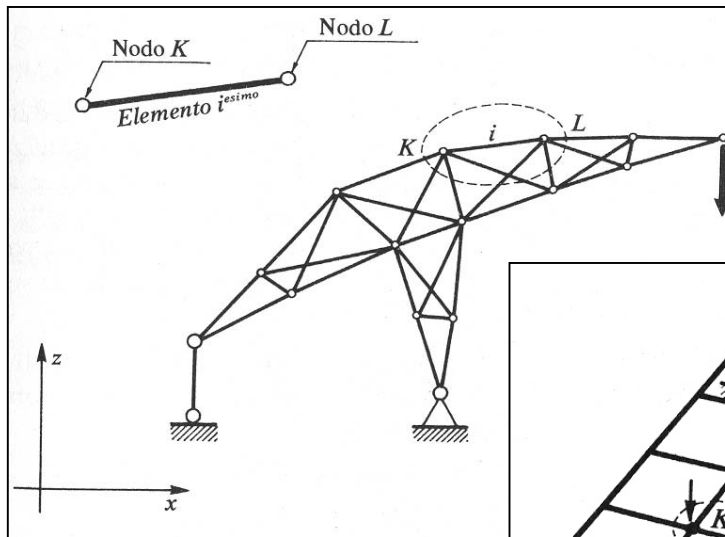
Le estremità degli elementi monodimensionali nei quali è stata discretizzata la struttura sono detti *Nodi* e le incognite del problema sono proprio i loro spostamenti, che si sviluppano sotto il sistema di carichi dato.

Ovviamente, in questo caso, ogni “elemento finito” sarà caratterizzato da *due nodi*.



## Qualche cenno sugli “Elementi Finiti”...

Oltre ai telai e alle travi continue possiamo trovare molte altre strutture, piane o spaziali, costituite da elementi monodimensionali come le strutture reticolari (piane o spaziali) o i grigliati:



## Qualche cenno sugli “Elementi Finiti”...

Quando le strutture sono, invece, piane o addirittura tridimensionali, è possibile discretizzarle in tanti elementi più piccoli, di varia forma (ex. elementi triangolari, quadrangolari ecc...) caratterizzati dalla presenza di tre (minimo) o più nodi.

