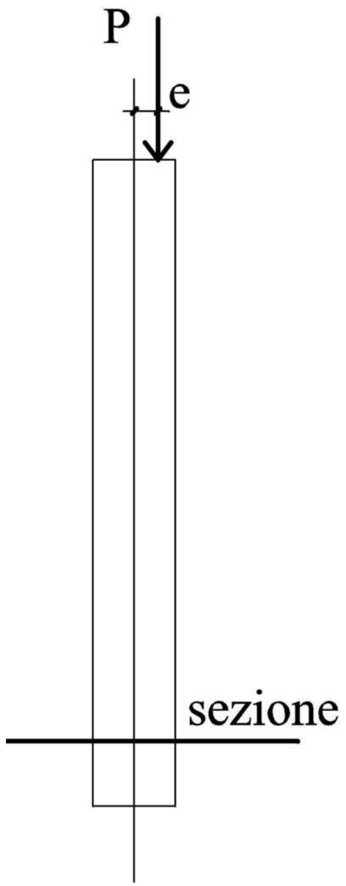
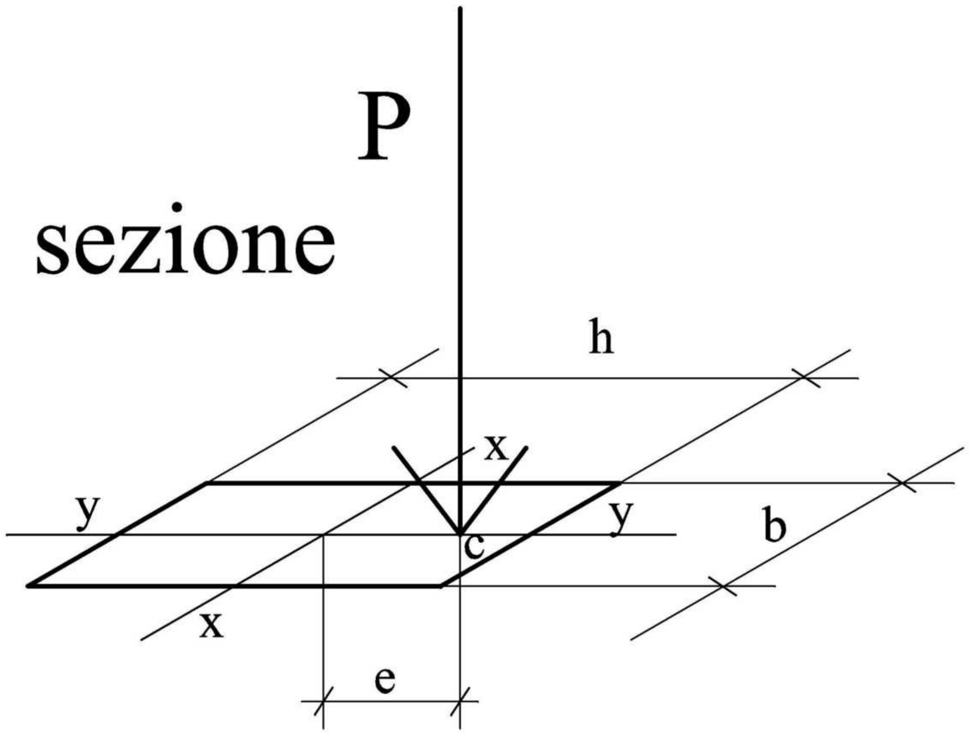
PRESSO-FLESSIONE RETTA

Consideriamo un elemento strutturale verticale (Pilastro) soggetto ad uno carico **P** “eccentrico”, cioè applicato nella sezione in un punto **c** (centro di pressione) che non corrisponde al centro della sezione (incontro degli assi principali), ma ha una eccentricità **e** (rispetto all'asse **x**).





P = carico applicato
e = eccentricità
c = centro di pressione
x, y = assi principali della sezione
b,h = dimensione della sezione

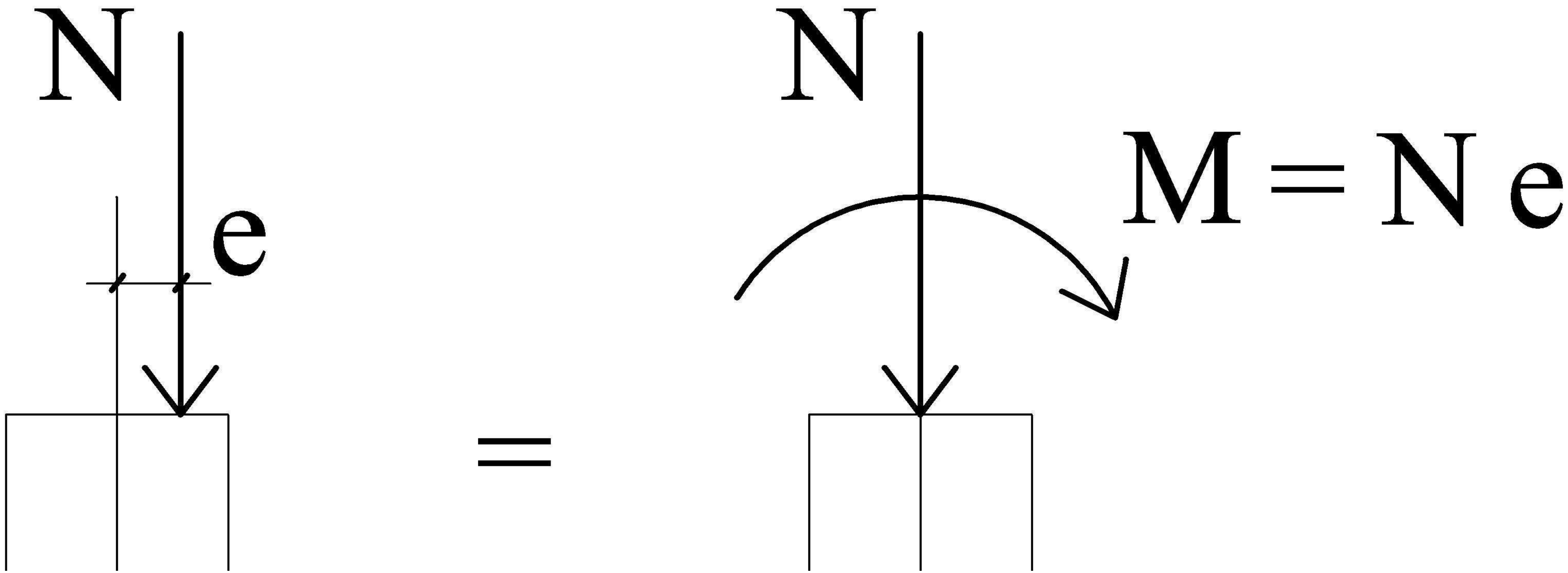
La presso-flessione si dice “**retta**” quando il punto **c** appartiene ad uno degli assi principali X, Y; “**deviata**” quando il centro di pressione **c** è fuori dagli assi principali X, Y.

Sollecitazioni conseguenti al Carico eccentrico

Il carico eccentrico **P** determina due sollecitazioni sulla sezione che intendiamo verificare:

- SFORZO NORMALE **N**, uguale a **P**

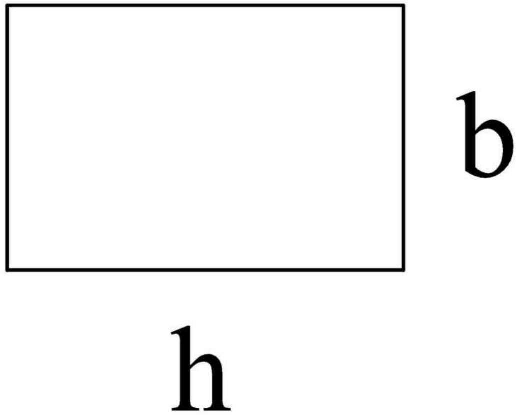
- MOMENTO FLETTENTE **M**, uguale a **al prodotto N e**



Per effettuare la verifica della sezione dobbiamo conoscere l'andamento delle tensioni normali σ. Questo è necessario per potere individuare il valore massimo della tensione σ nella sezione; valore che dovrà essere confrontato con il valore massimo ammissibile (σ ammissibile) per potere verificare la resistenza della sezione.

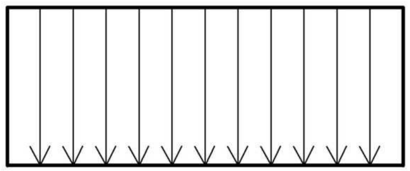
Nel caso della pressoflessione possiamo ottenere diversi tipi di diagramma in funzione della eccentricità. Per questo dobbiamo esaminare i diversi casi possibili.

Ricordiamo che se una sezione rettangolare è soggetta a <u>solo Sforzo Normale **N**</u> il diagramma delle tensioni σ è costante in tutta la sezione e vale:



$$\sigma = \frac{N}{A}$$

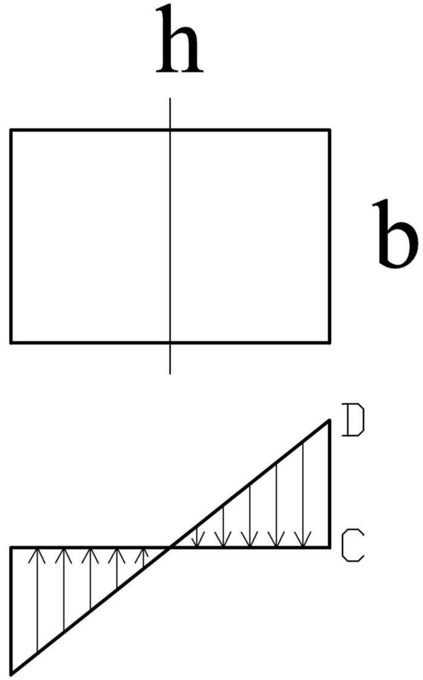
Dove **N** è lo sforzo normale e **A** è l'area della sezione



$$A = b * h$$

Se invece una sezione rettangolare è soggetta a Flessione Retta, il diagramma delle tensioni è “intrecciato”, con un valore nullo a metà altezza (in corrispondenze dell'asse neutro). Nel diagramma sono presenti due valori massimi significativi; il valore massimo della σ di compressione ed il valore massimo della σ di trazione. Questi due valori massimi sono però uguali nel caso di sezione rettangolare, e si possono calcolare con la formula:

$$\sigma\, max\, trazione = \sigma\, max\, compressione = \frac{M}{W}$$



Dove **W** è il modulo di resistenza che, per una sezione rettangolare di base b e altezza h, si calcola con l'espressione:

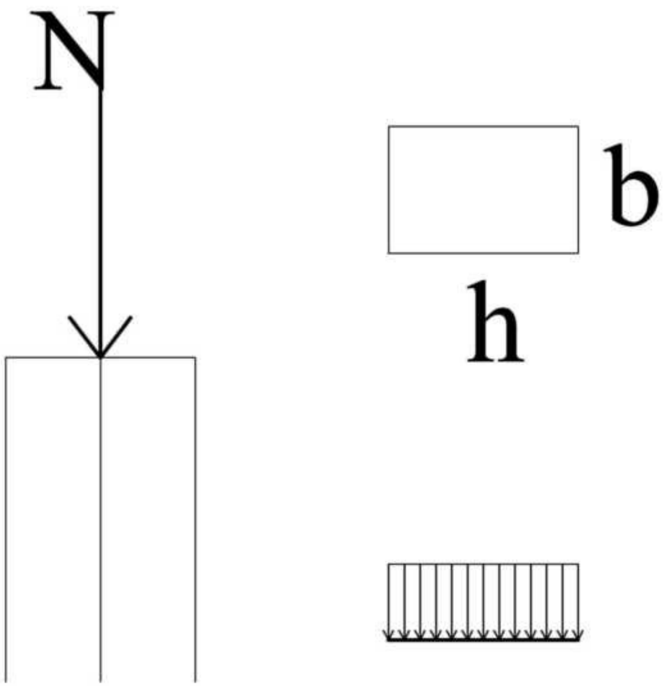
$$W = \frac{b * h^2}{6}$$

Se una sezione è soggetta a pressoflessione abbiamo la presenza contemporanea di uno sforzo normale di compressione e di momento flettente. Il diagramma delle tensioni σ che otterremo, sarà uguale alla somma dei due diagramma. Questo in base al principio di "sovrapposizione degli effetti".

Esaminiamo allora i diversi casi che conducono a diversi diagrammi di tensioni σ.

<u>1° CASO: eccentricità = 0</u>

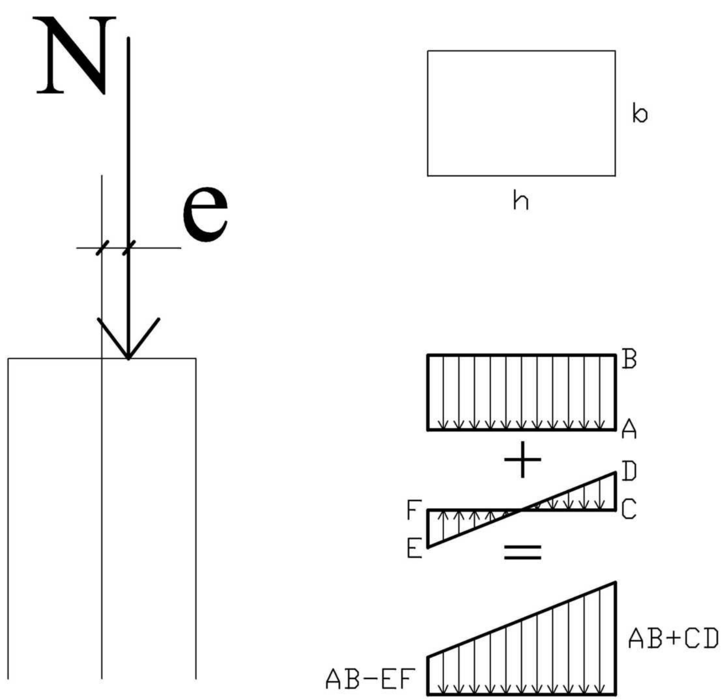
In questo caso non possiamo parlare di "pressoflessione" ma di "Sforzo normale Centrato". I diagramma delle σ è costante come prima illustrato.



$$\sigma = \frac{N}{A}$$

2° CASO: piccola eccentricità

In questo le tensioni σ nella sezione non sono più costanti, come il caso precedente ma variano, pur restando sempre di compressione. Il diagramma risulta essere a forma di trapezio con un valore massimo e minimo della σ. Questo perchè il segmento AB (=N/A) è maggiore al segmento CD (M / W).



Possiamo calcolare il valore massimo e minimo delle σ con le formule:

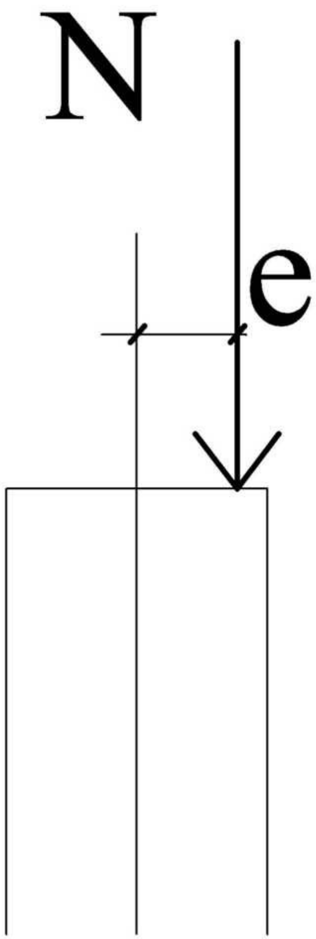
$$\sigma\, massima = \frac{N}{A} + \frac{M}{W}$$

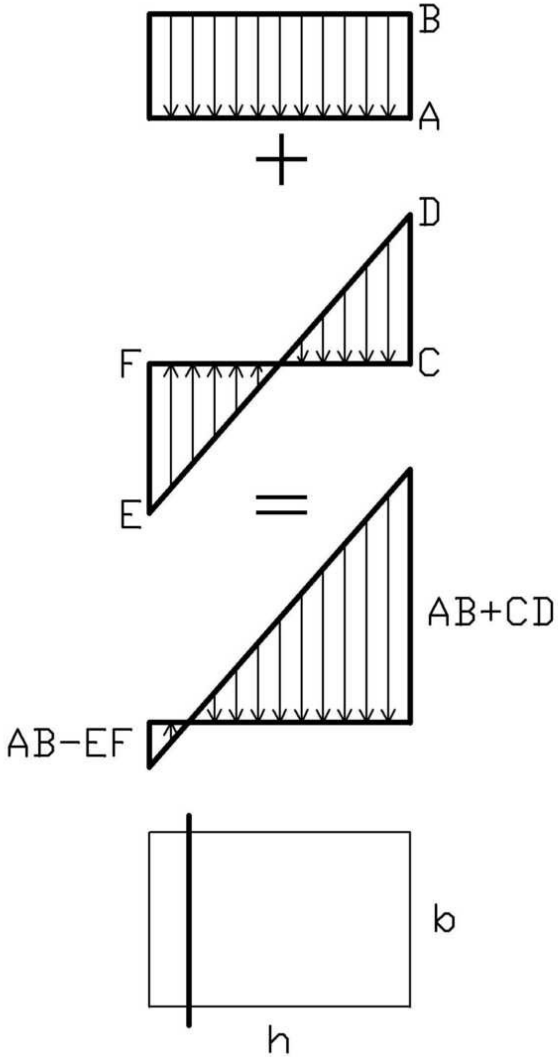
$$\sigma\, minima = \frac{N}{A} - \frac{M}{W}$$

Dovendo effettuare la verifica, confronteremo la σ massima con la σ ammissibile.

4° CASO: grande eccentricità – Materiale che resiste anche trazione

Se il materiale resiste anche a trazione (Acciaio e legno), può succedere per grandi eccentricità che il rapporto M/W sia superiore al rapporto N/A. In questo caso avremo all'interno della sezione un asse neutro che divide una zona di compressione ed una zona di trazione.





I valori massimi di compressione e trazione di possiamo calcolare con queste formule:

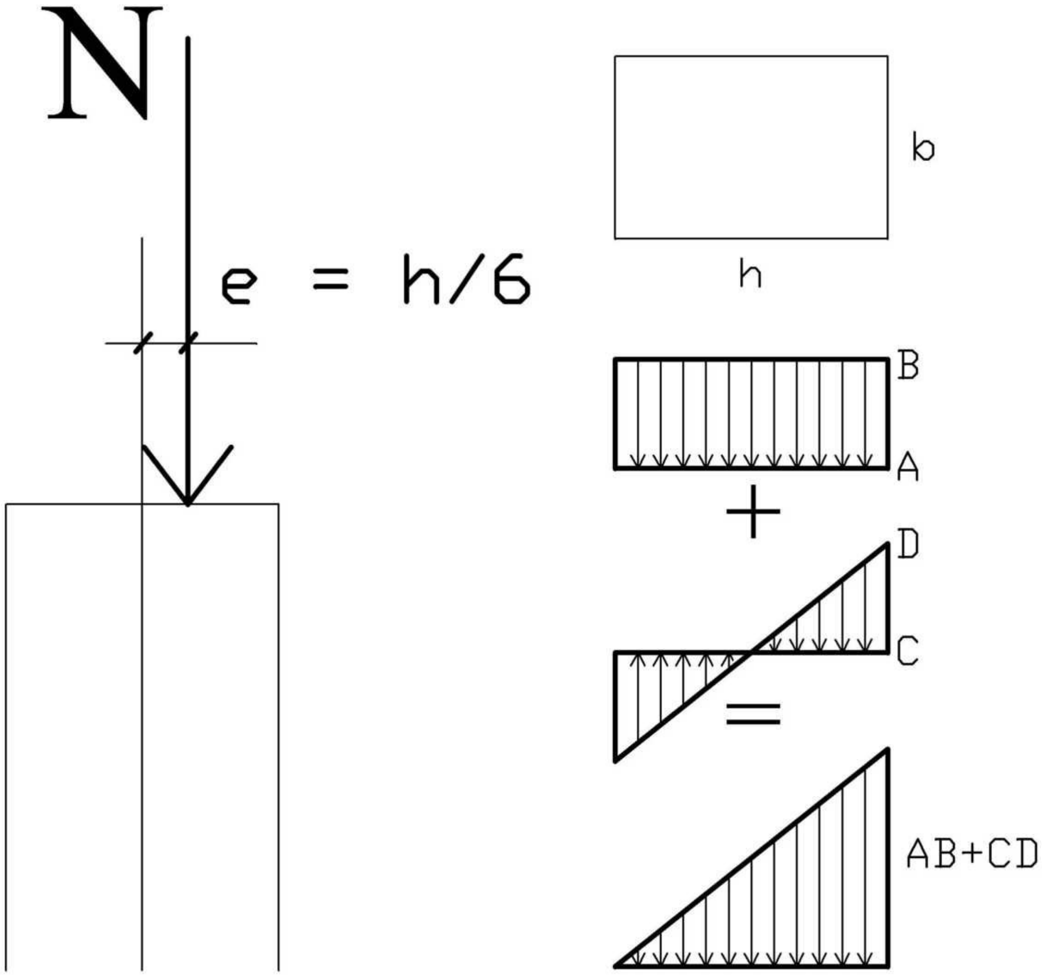
$$\sigma\, massima\, di\, trazione = \frac{M}{W} - \frac{N}{A}$$

$$\sigma\, massima\, di\, compressione = \frac{N}{A} + \frac{M}{W}$$

Per la verifica dovremo confrontare i due valori massimi con i rispettivi valori ammissibili a trazione e a compressione del materiale. Nel caso in cui la ammissibile del materiale a compressione e a trazione sia identica, come nel caso dell'acciaio, sarà sufficiente eseguire una sola verifica.

3° CASO: caso limite

Tra il 2° caso (diagramma trapeziodale) e il 4° caso (diagramma intrecciato) esiste un caso limite in cui il diagramma è triangolare. Questo caso consente di definire l'eccentricità limite ad di sotto della quale tutta la sezione è compressa.



$$\frac{M}{W}-\frac{N}{A}=0$$

Sostituendo W e A

$$\frac{6*N*e}{(b*h^2)}=\frac{N}{(b*h)}$$

Semplificando

$$\frac{6*e}{h}=1$$

Da cui si ricava

$$e=\frac{h}{6}$$

Dovendo effettuare delle verifiche di resistenza dobbiamo determinare il valore massimo della σ di compressione. Applicando la formula:

$$\sigma\, massima = \frac{N}{A} + \frac{M}{W}$$

considerato che

$$\frac{M}{W} = \frac{N}{A}$$

possiamo concludere che

$$\sigma\, massima = \frac{2 * N}{A} = \frac{2 * N}{(b\, h)}$$

Avendo determinato il valore dell'eccentricità limite possiamo ora definire in modo più corretto i casi già esaminati:

1° CASO: e = 0

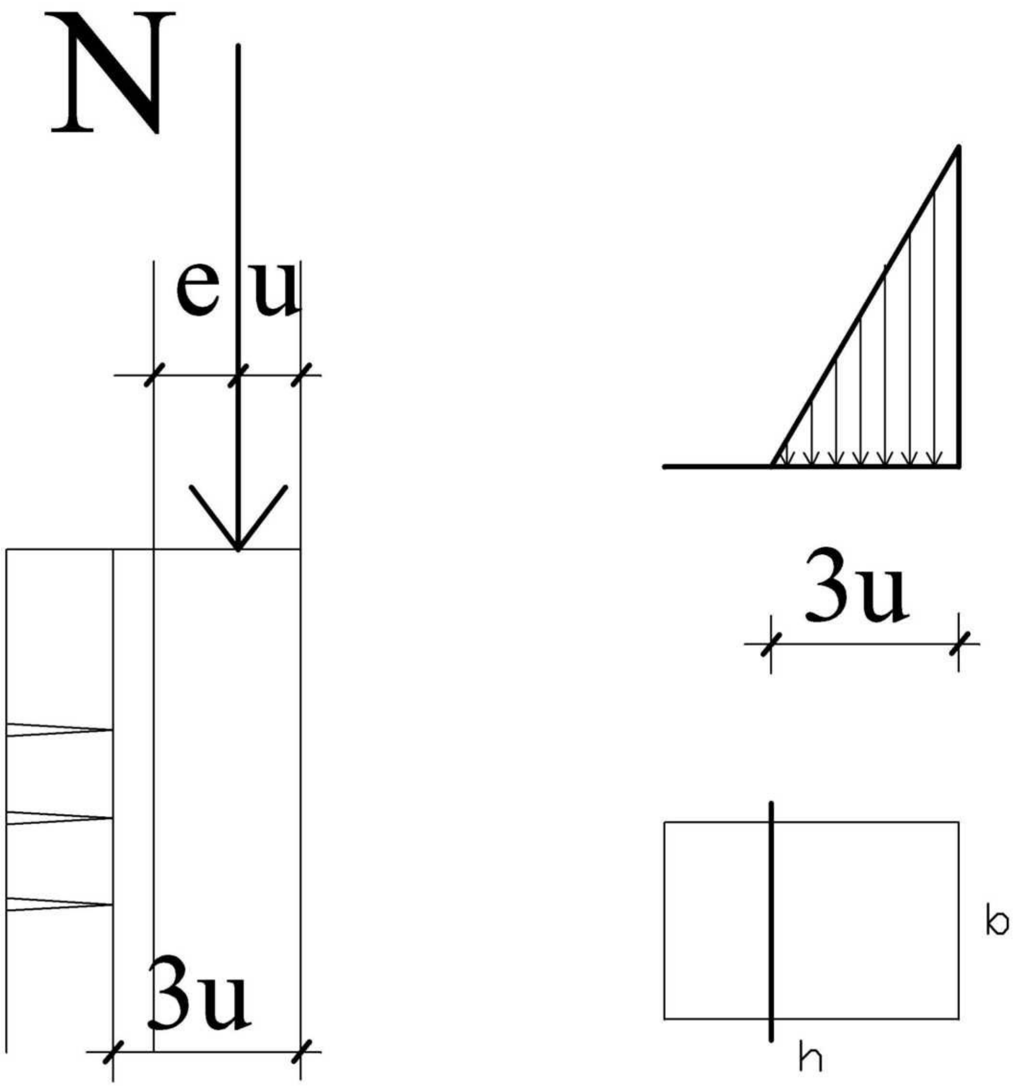
2° CASO: e < h/6 (piccola eccentricità)

3° CASO: e = h/6 (caso limite)

4° CASO: e > h/6 (grande eccentricità – Materiale resistente a trazione)

5° CASO: e > h/6 (grande eccentricità), Materiale che non resiste a trazione

Se il materiale non resiste a trazione (Muratura, calcestruzzo non armato) il diagramma delle tensioni non può essere quello del caso 4° in quanto il diagramma non può comprendere zone di trazione.



Come le 4° caso, se e > h/6 il rapporto M/W risulta essere superiore al rapporto N/A, e avremo all'interno della sezione un asse neutro in cui σ=0. Da una parte della sezione, rispetto all'asse neutro, avremo la zona di compressione.

Dalla parte opposta la sezione non può può contribuire alla resistenza in quanto avremo delle rotture del materiale che non resiste a trazione. Si parla in questo caso di SEZIONE RESISTENTE PARZIALIZZATA”.

La PARZIALIZZAZIONE si concretizza con una riduzione dell'altezza resistente della sezione che diventa (anziché h) **3 u**, dove **u = h/2 - e**.

Se **e=h/2** (N applicato sul lembo esterno della sezione) ne consegue **u = 0**, cioè l'altezza della sezione resistente si annulla.

La condizione **e=h/2** corrisponde ad un limite massimo della "grande" eccentricità **(e > h/6)** quando il materiale non resiste a trazione. Quando **e>h/2** (e il materiale non resiste a trazione) non possiamo avere nessuna sezione resistente, pertanto è impossibile l'equilibrio.

Pertanto nel 5° CASO l'eccentricità deve essere tale che: **h/6 < e < h/2**

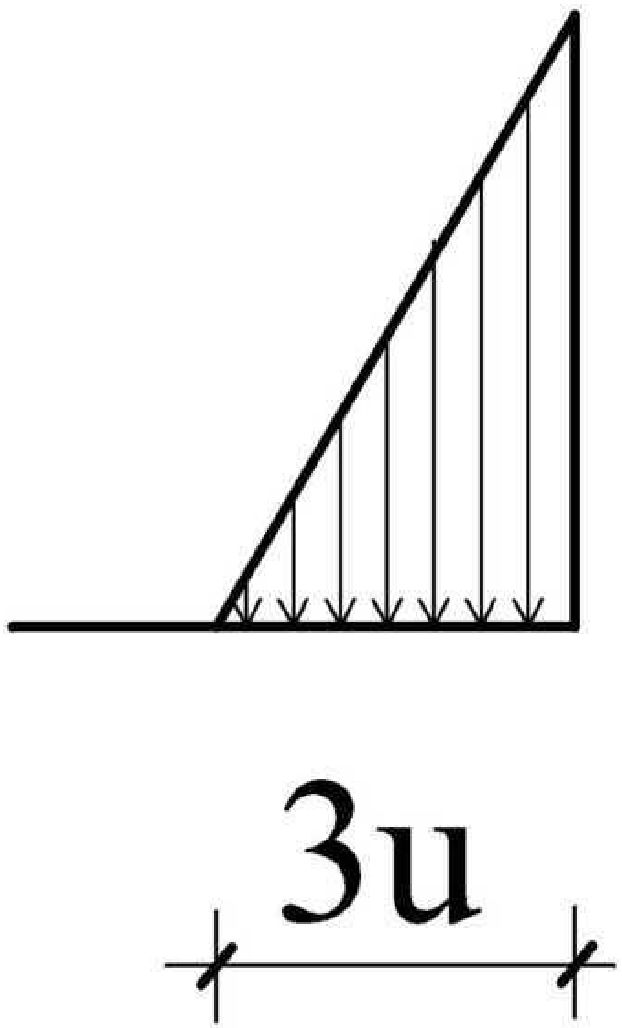
Per effettuare la verifica dobbiamo determinare la σ massima. Considerato che

$$A = b * (3\mathrm{u})$$

Possiamo ottenere rapidamente, partendo dalla formula del caso limite (in cui il diagramma è triangolare):

$$\sigma\, massima = \frac{2 * N}{A} = \frac{2 * N}{(3\, b\, u)}$$

Più correttamente, possiamo considerare che la risultante il diagramma triangolare delle tensione deve essere uguale allo sforzo normale N, pertanto:



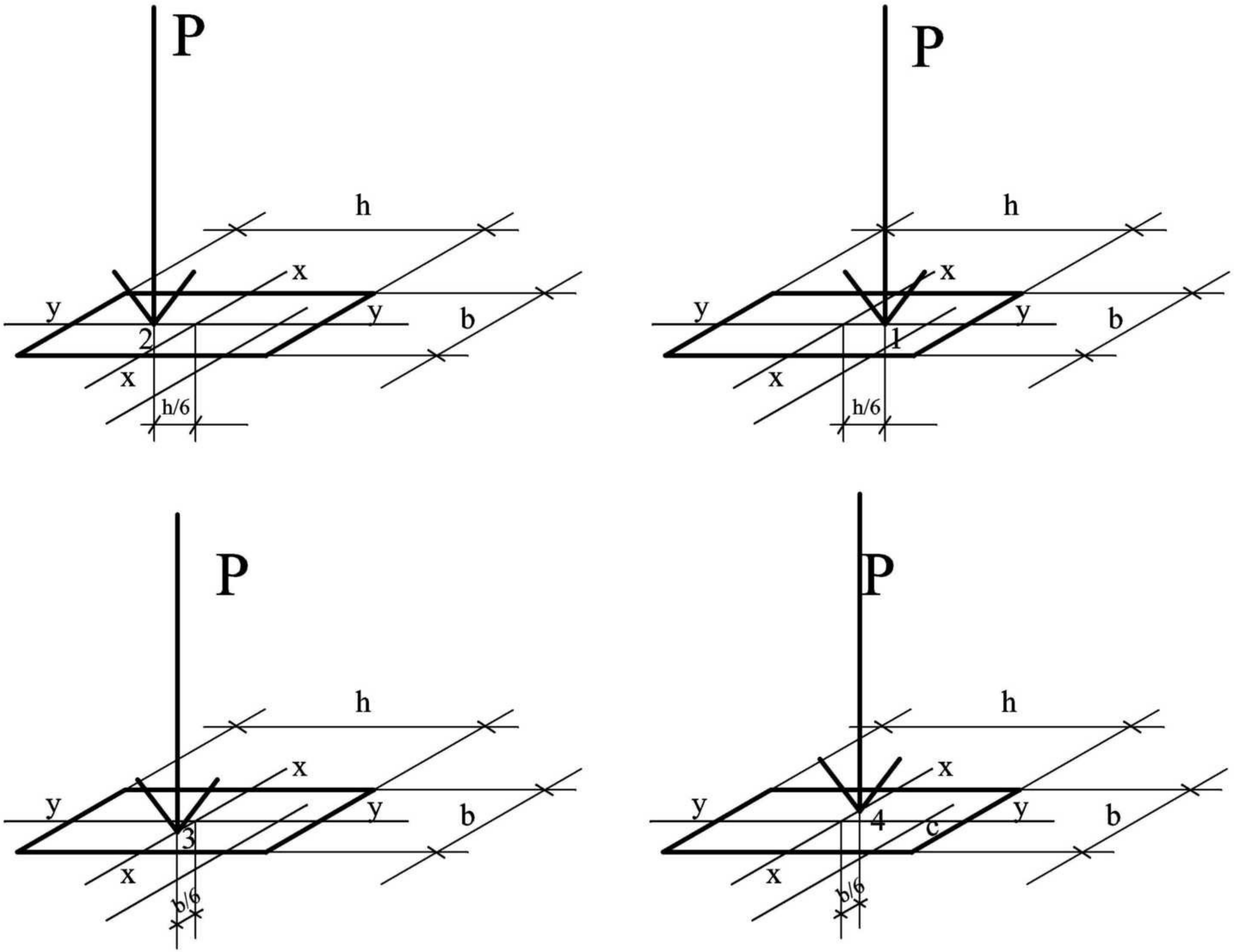
$$\frac{1}{2} * \sigma\, massima * b * 3u = N$$

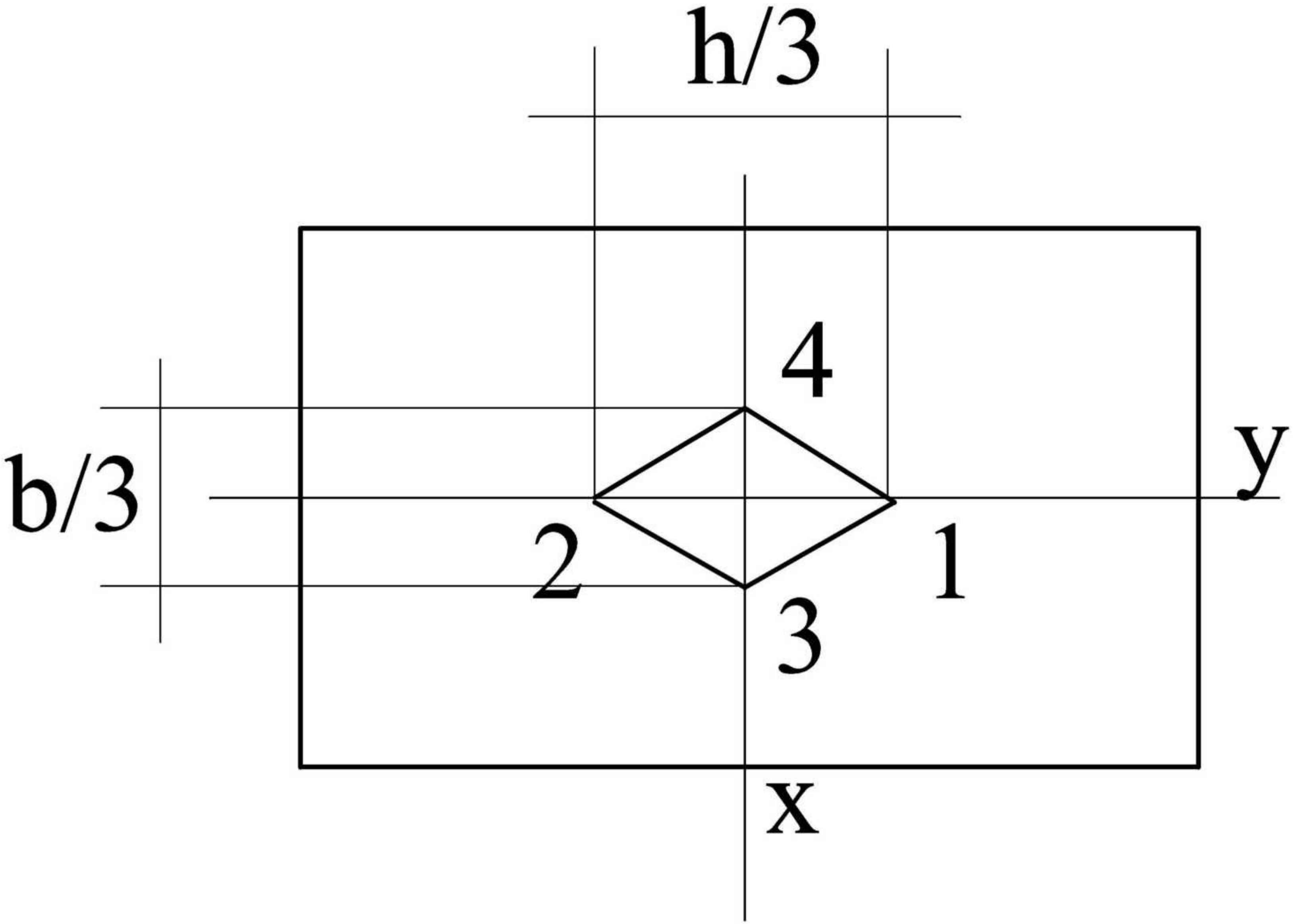
da cui si ricava

$$\sigma\, massima = \frac{2 * N}{(3bu)}$$

La σ massima andrà confrontata con la σ ammissibile per valutare la resistenza della sezione.

NOCCIOLO CENTRALE D'INERZIA




h/3
4
b/3
y
2
1
3
x