

9

SFORZO ASSIALE ECCENTRICO

A. A. 2025-2026

Corso di Tecnica delle costruzioni

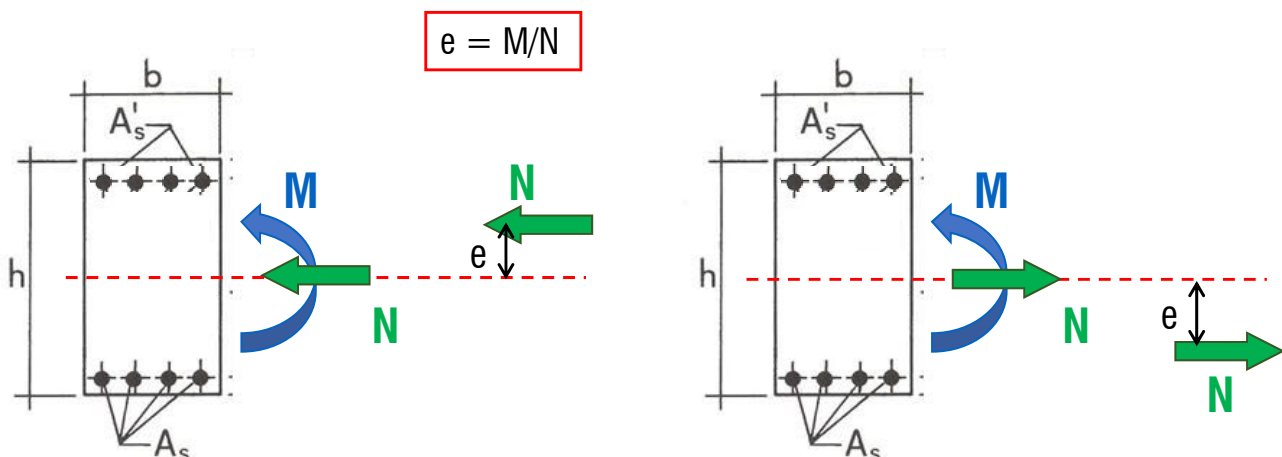
Sforzo assiale eccentrico

FLESSIONE COMPOSTA

Una sezione è soggetta a flessione composta quando è sollecitata:

- **azione assiale** (applicata all'altezza dell'asse di calcolo*)
- **momento flettente**

La combinazione di queste due sollecitazioni può anche essere vista come un'**azione assiale agente in posizione eccentrica** «*e*» (per questo si parla indifferentemente di «flessione composta» o «sforzo assiale eccentrico»)



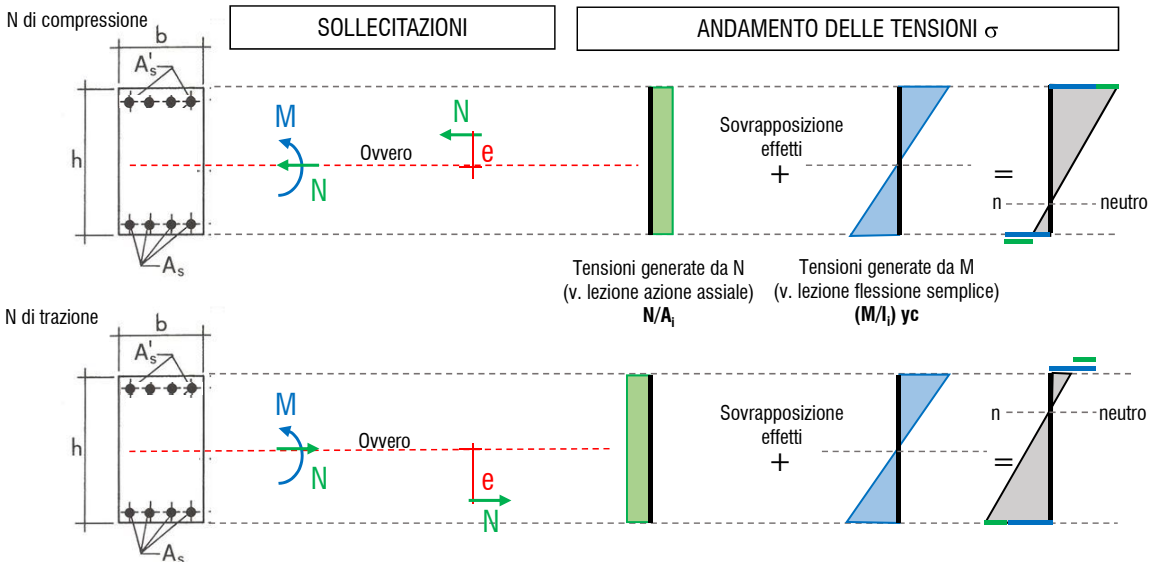
*Si riferisce, convenzionalmente, al baricentro della sola sezione di calcestruzzo.
Nell'esempio di sezione rettangolare, quindi, ad $h/2$.

STADIO I

Caso di sezione **interamente reagente**

- IPOSTESI:** 1) Conservazione delle sezioni piane (Ipotesi di Bernoulli)
 2) Perfetta aderenza acciaio-clt (congruenza)
 3) Materiali in campo elastico (clt elastico lineare, acciaio elastico lineare)

Per il calcolo delle tensioni si applica la sovrapposizione degli effetti assiale e flessionale:



Tensioni nel calcestruzzo:

$$\sigma_c = \pm \frac{N}{A_i} - \frac{M}{I_i} y_c$$

Tensioni nelle barre di armatura:

$$\sigma_s = \alpha_e \left[\pm \frac{N}{A_i} - \frac{M}{I_i} y_s \right]$$

I momenti d'inerzia vanno calcolati con riferimento all'**asse baricentrico della sezione omogeneizzata**

L'asse neutro (ovvero dove $\sigma=0$) si sposta dalla posizione baricentrica e , in particolare:

- verso le fibre tese, per N di compressione;
- verso le fibre compresse, se N è di trazione.

La sezione è interamente reagente (Stadio I) fintanto che il calcestruzzo non si fessura a trazione o (visto che la resistenza a trazione del clt è molto piccola) fintanto che ho tensioni di sola compressione sulla sezione.

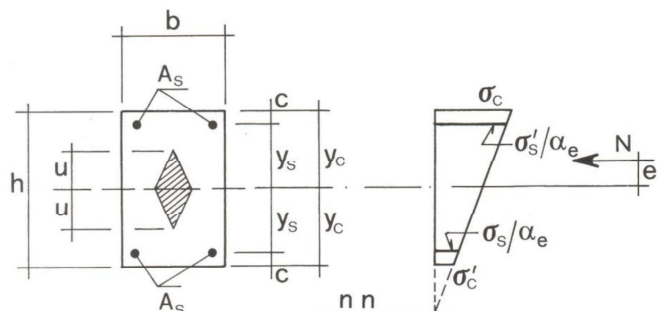
Questo si verifica se l'eccentricità « e » è piccola, cioè **se N cade all'interno del nocciolo d'inerzia** della sezione, ovvero $e < u$. Si parla in questo caso di **PICCOLA ECCENTRICITÀ**

Se $e > u$, la sezione si parzializza: **N cade al di fuori del nocciolo d'inerzia** si parla di **GRANDE ECCENTRICITÀ**

$$u = \frac{i^2}{h/2} \quad i^2 = \frac{I_i}{A_i} \quad (i \text{ raggio d'inerzia})$$

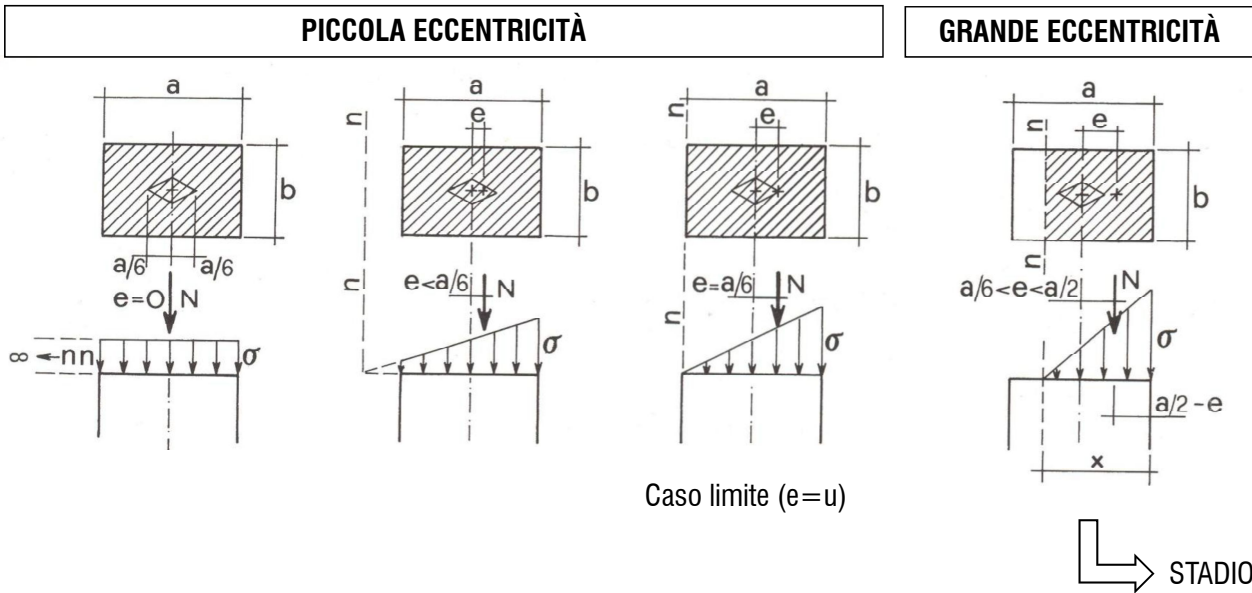
$$A_i = A_c + \alpha_e A_{s,tot} = hb + \alpha_e 2A_s$$

$$I_i = A_c \frac{h^2}{12} + \alpha_e A_{s,tot} y_s^2$$



In assenza di armatura

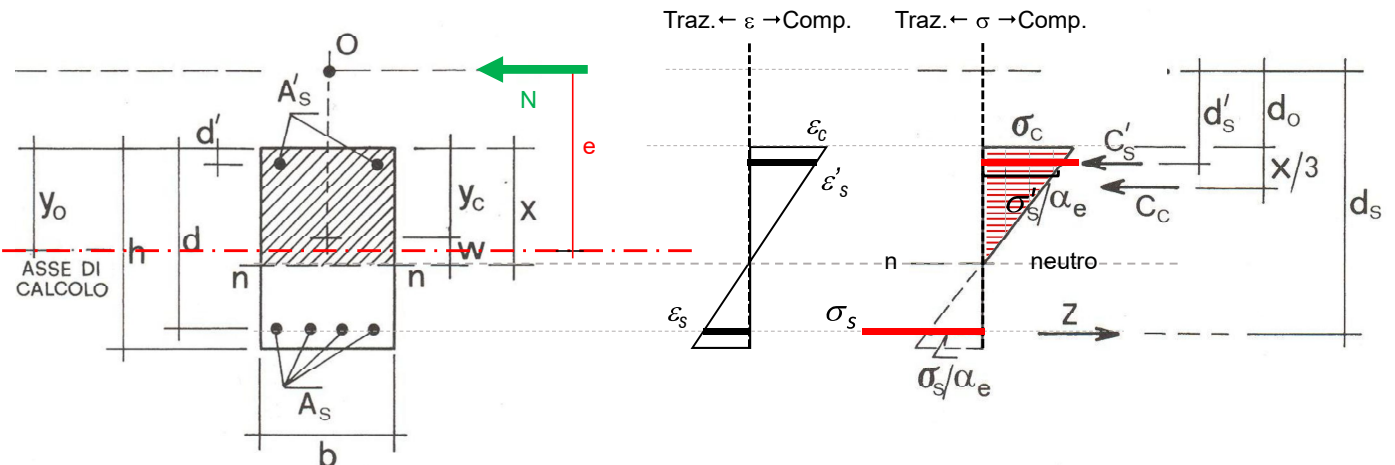
$$u = \frac{i^2}{h/2} = \frac{I_i}{A_i h/2} = \frac{2bh^3}{12bh^2} = \frac{h}{6}$$



STADIO II

Caso di sezione **parzializzata** (calcestruzzo fessurato a trazione)

- IPOTESI:**
- 1) Conservazione delle sezioni piane (Ipotesi di Bernoulli)
 - 2) Perfetta aderenza acciaio-clc (congruenza)
 - 3) Calcestruzzo elastico lineare a compressione, acciaio elastico lineare
 - 4) Calcestruzzo fessurato a trazione



Per 1), diagramma lineare delle deformazioni di compressione nel cls (che saranno all'asse neutro).

Per 2), su tale diagramma è possibile tracciare anche le deformazioni nelle armature (ϵ_s e ϵ'_s).

Per 3)-4) andamento lineare delle tensioni di compressione nel cls e delle tensioni nelle armature (σ_s e σ'_s).

Per 2) e 3),
in particolare

$$\varepsilon_c : x = \varepsilon_s : (d - x) \rightarrow \frac{\sigma_c}{x} = \frac{\sigma_s / \alpha_e}{d - x} \rightarrow \sigma_s = \alpha_e \sigma_c \frac{d - x}{x}$$

$$\varepsilon_c : x = \varepsilon'_s : (x - d') \rightarrow \frac{\sigma_c}{x} = \frac{\sigma'_s / \alpha_e}{x - d'} \rightarrow \sigma'_s = \alpha_e \sigma_c \frac{x - d'}{x}$$

Scriviamo l'**equilibrio alla rotazione** tra forze interne ed esterne ($M_{ext}=0$) attorno al punto di applicazione di N

$$-C_c \left(d_o + \frac{x}{3} \right) - C'_s d'_s + Z d_s = 0 \text{ esplicitando}$$

$$-\left(\frac{1}{2} \sigma_c b x \right) \left(d_o + \frac{x}{3} \right) - \left(\alpha_e \sigma_c \frac{x - d'}{x} \right) A'_s \cdot d'_s + \left(\alpha_e \sigma_c \frac{d - x}{x} \right) A_s \cdot d_s = 0$$

$$x^3 + 3d_o x^2 + \frac{6\alpha_e}{b} (A_s d_s + A'_s d'_s) x - \frac{6\alpha_e}{b} (A_s d_s d + A'_s d'_s d') = 0$$

Eq.ne di 3° grado in x da cui
si trova l'asse neutro
(rispetto al lembo sup.)

Scriviamo l'**equilibrio alla traslazione orizzontale** tra forze interne ed esterne ($N_{ext} = -N$):

$$Z - C_c - C'_s = -N \text{ esplicitando } \left(\alpha_e \frac{d - x}{x} \sigma_c \right) A_s - \frac{1}{2} \sigma_c b x - \left(\alpha_e \frac{x - d'}{x} \sigma_c \right) A'_s = -N$$

$$\frac{\sigma_c}{x} \left[-\alpha_e (d - x) A_s + \frac{1}{2} b x^2 + \alpha_e (x - d') A'_s \right] = N \rightarrow \sigma_c = \frac{N}{S_{id,n}} x \text{ Tensioni nel calcestruzzo al lembo superiore, da cui:}$$

$S_{id,n}$ momento statico della sezione ideale parzializzata omogenizzata, calcolato rispetto all'asse neutro

$$\sigma_s = \alpha_e \frac{N}{S_{id,n}} (d - x)$$

$$\sigma'_s = \alpha_e \frac{N}{S_{id}} (x - d')$$

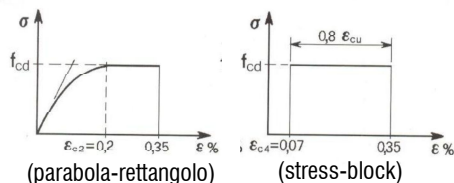
STADIO III

Per la resistenza allo **STATO LIMITE ULTIMO**

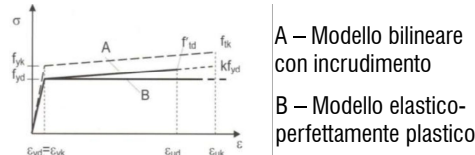
- IPOSTESI:**
- 1) Conservazione delle sezioni piane (Ipotesi di Bernoulli)
 - 2) Perfetta aderenza acciaio-clc (congruenza)
 - 3) Clc con legame parabolico rettangolare a compressione, acciaio elasto-plastico
 - 4) Calcestruzzo fessurato a trazione

RICHIAMO AI MODELLI COSTITUTIVI SEMPLIFICATI
(v. lezione sui materiali)

- Per calcestruzzo a compressione

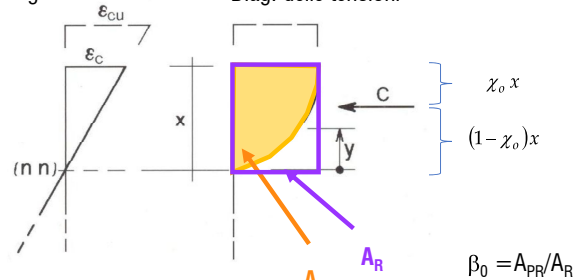


- Per l'acciaio d'armatura



SEZIONE PARZIALIZZATA

Diag. delle deformazioni Diag. delle tensioni



- Se il clc ha raggiunto la sua deformazione ultima al lembo compresso ($\varepsilon_c = \varepsilon_{cu}$), allora $\sigma_c = f_{cd}$, $\chi \sim 0.4$ e $\beta_0 \sim 0.8$
- Se il clc **NON** ha raggiunto la sua deformazione ultima al lembo compresso ($\varepsilon_c < \varepsilon_{cu}$), allora $\sigma_c < f_{cd}$
 $\chi = 0.33 + 0.07 \bar{\varepsilon}_c$ $\beta = (1.6 - 0.8 \bar{\varepsilon}_c) \bar{\varepsilon}_c$ $\bar{\varepsilon}_c = \varepsilon_c / \varepsilon_{cu}$

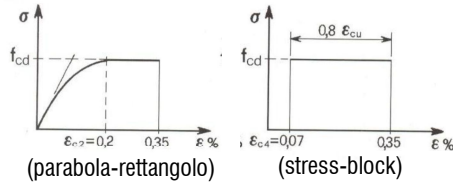
STADIO III

Per la resistenza allo **STATO LIMITE ULTIMO**

- IPOTESI:** 1) Conservazione delle sezioni piane (Ipotesi di Bernoulli)
 2) Perfetta aderenza acciaio-cla (congruenza)
 3) Cla con legame parabolico rettangolare a compressione, acciaio elasto-plastico
 4) Calcestruzzo fessurato a trazione

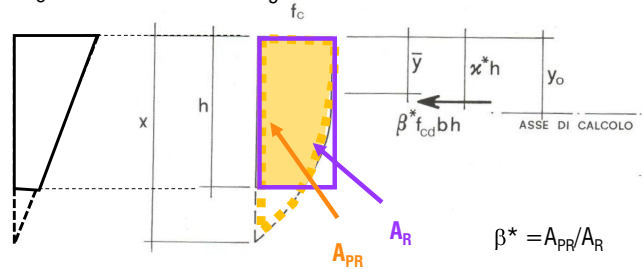
RICHIAMO AI MODELLI COSTITUTIVI SEMPLIFICATI
 (v. lezione sui materiali)

- Per calcestruzzo a compressione



SEZIONE INTERAMENTE REAGENTE (tutta compressa)

Diag. delle deformazioni Diag. delle tensioni



- Il cla ha raggiunto la sua deformazione ultima al lembo compresso ($\epsilon_c = \epsilon_{cu}$)

$$\beta^* = 1 - \frac{(1 - \bar{\eta})^3}{3(\xi - \bar{\eta})^2} \quad x^* = \frac{1}{2} \left[1 - \frac{(1 - \bar{\eta})^3}{6(\xi - \bar{\eta})^2} (3 - \bar{\eta}) \right] \frac{1}{\beta^*}$$

$$\xi = x/h (> 1) \quad \bar{\eta} = \bar{y}/h (\cong 0.43)$$

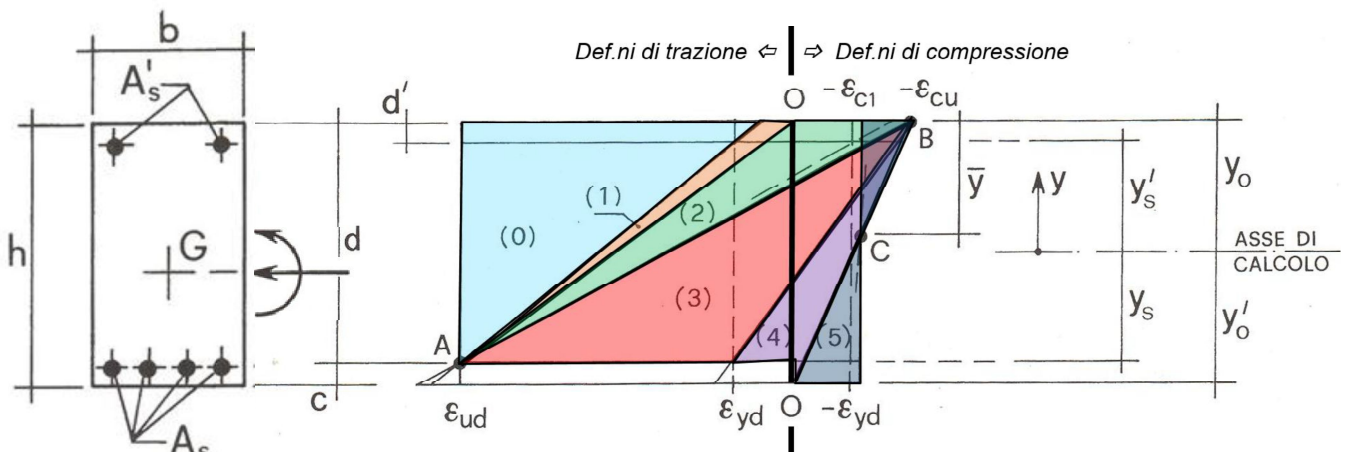
Campi di rottura

Il collasso allo SLU di una sezione soggetta a flessione composta avviene quando il momento sollecitante supera il momento resistente.

Il **momento resistente** (e la posizione dell'**asse neutro**) si determinano, al solito, scrivendo le equazioni di **equilibrio alla rotazione** (attorno ad un punto di riferimento) **e alla traslazione tra forze interne ed esterne**.

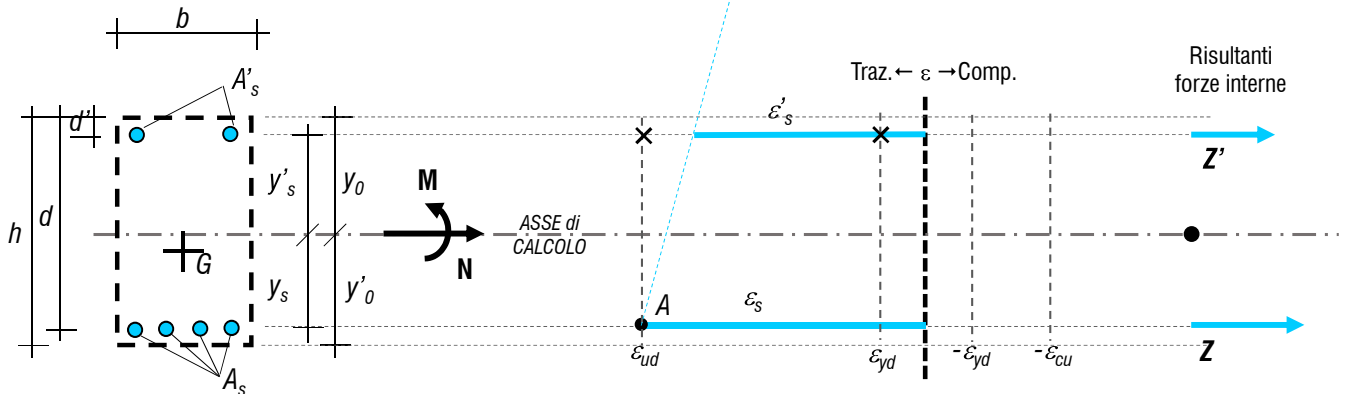
Per poter scrivere e risolvere tali equazioni è necessario conoscere in che stato di sollecitazione si trovano i materiali (es. barre in campo elastico o snervate? calcestruzzo in campo elastico o già schiacciato?).

Siccome, a priori, tale stato di sollecitazione non è noto, si devono fare delle ipotesi: a ipotesi diverse corrispondono diversi CAMPI DI ROTTURA. Si distinguono, in generale, 8 differenti «campi di rottura».



➤ Campo di rottura 0

- Sezione di calcestruzzo interamente fessurata;
- Armature inferiori tese a rottura ($\varepsilon_s = \varepsilon_{ud}$) – Pivot A;
- Armature superiori tese snervate ($\varepsilon_{yd} < \varepsilon'_s < \varepsilon_{ud}$).



Equazioni risolventi:

Equilibrio alla traslazione orizzontale:

$$Z + Z' = N \rightarrow f_{yd}A_s + f_{yd}A'_s = N$$

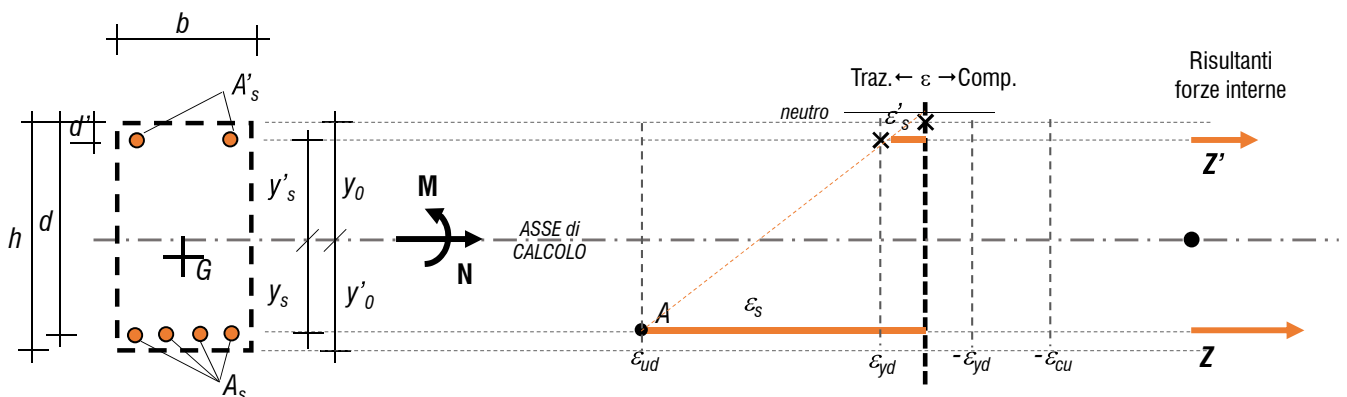
Equilibrio alla rotazione attorno all'asse di calcolo:

$$Z \cdot y_s - Z' \cdot y'_s = M \rightarrow f_{yd}A_s y_s - f_{yd}A'_s y'_s = M$$

L'asse neutro cade fuori dalla sezione, oltre il lembo superiore

➤ Campo di rottura 1

- Sezione di calcestruzzo interamente fessurata;
- Armature inferiori tese a rottura ($\varepsilon_s = \varepsilon_{ud}$) – Pivot A;
- Armature superiori tese in campo elastico ($\varepsilon'_s < \varepsilon_{yd}$).



Equazioni risolventi:

Equilibrio alla traslazione orizzontale:

$$Z + Z' = N \rightarrow f_{yd}A_s + E_S \varepsilon_s A'_s = N$$

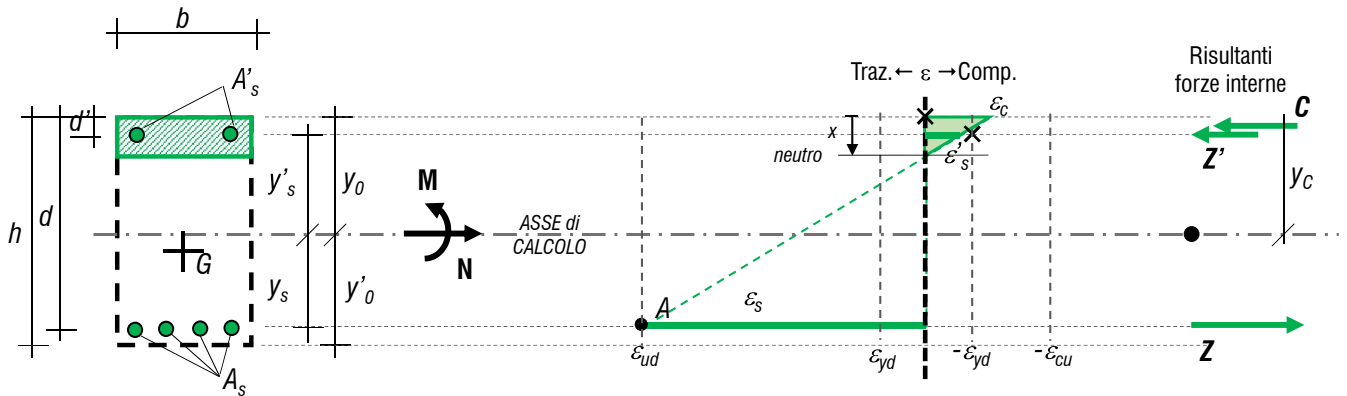
Equilibrio alla rotazione attorno all'asse di calcolo:

$$Z \cdot y_s - Z' \cdot y'_s = M \rightarrow f_{yd}A_s y_s - E_S \varepsilon_s A'_s y'_s = M$$

L'asse neutro cade fuori dalla sezione, oltre il lembo superiore

➤ Campo di rottura 2'

- Sezione di calcestruzzo parzializzata;
- Armature inferiori tese a rottura ($\varepsilon_s = \varepsilon_{ud}$) – Pivot A;
- Armature superiori compresse in campo elastico ($|\varepsilon'_s| < |\varepsilon_{yd}|$).



Equazioni risolventi:

Equilibrio alla traslazione orizzontale:

$$Z - Z' - C = N \rightarrow f_{yd} A_s - E_s \varepsilon_s A'_s - \beta b x f_{cd} = N$$

Equilibrio alla rotazione attorno all'asse di calcolo:

$$Z \cdot y_s + Z' \cdot y'_s + C \cdot y_c = M \rightarrow f_{yd} A_s y_s + E_s \varepsilon_s A'_s y'_s + \beta b x f_{cd} (y_0 - \kappa x) = M$$

$$\beta = (1.6 - 0.8 \bar{\varepsilon}_c) \bar{\varepsilon}_c$$

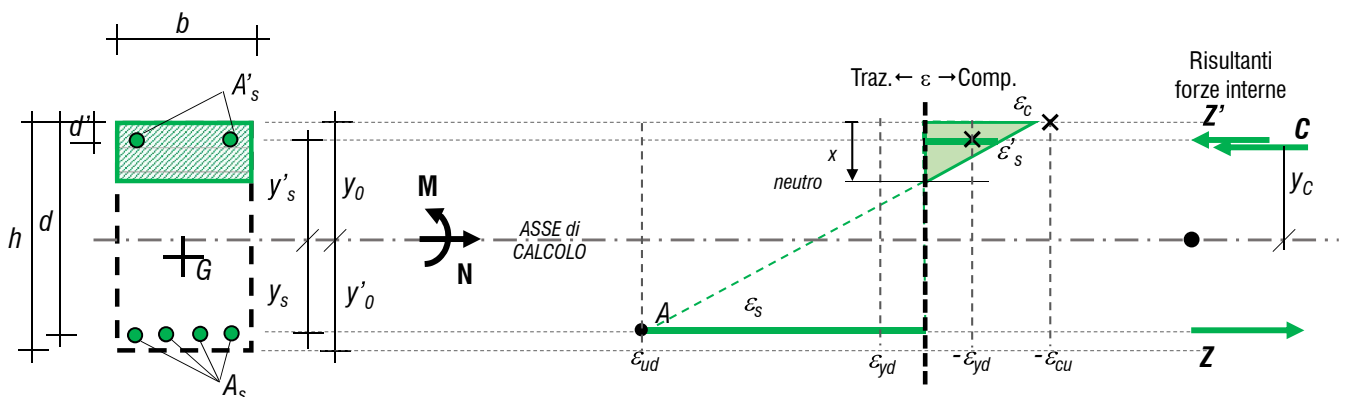
$$\kappa = 0.33 + 0.07 \bar{\varepsilon}_c$$

$$\bar{\varepsilon}_c = \varepsilon_c / \varepsilon_{cu}$$

Sezione parzializzata, N di trazione: l'asse neutro taglia la sezione e cade sopra G.

➤ Campo di rottura 2''

- Sezione di calcestruzzo parzializzata;
- Armature inferiori tese a rottura ($\varepsilon_s = \varepsilon_{ud}$) – Pivot A;
- Armature superiori compresse snervate ($|\varepsilon_{yd}| \leq |\varepsilon'_s| < |\varepsilon_{ud}|$).



Equazioni risolventi:

Equilibrio alla traslazione orizzontale:

$$Z - Z' - C = N \rightarrow f_{yd} A_s - f_{yd} A'_s - \beta b x f_{cd} = N$$

Equilibrio alla rotazione attorno all'asse di calcolo:

$$Z \cdot y_s + Z' \cdot y'_s + C \cdot y_c = M \rightarrow f_{yd} A_s y_s + f_{yd} A'_s y'_s + \beta b x f_{cd} (y_0 - \kappa x) = M$$

$$\beta = (1.6 - 0.8 \bar{\varepsilon}_c) \bar{\varepsilon}_c$$

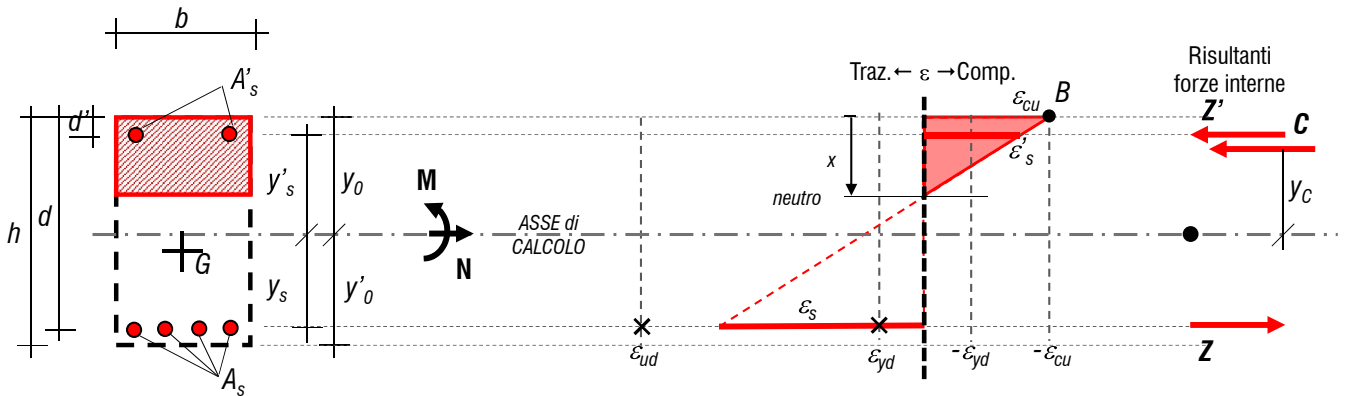
$$\kappa = 0.33 + 0.07 \bar{\varepsilon}_c$$

$$\bar{\varepsilon}_c = \varepsilon_c / \varepsilon_{cu}$$

Sezione parzializzata, N di trazione: l'asse neutro taglia la sezione e cade sopra G.

➤ **Campo di rottura 3**

- Sezione di calcestruzzo parzializzata con cls a rottura ($\varepsilon_c = \varepsilon_{cu}$) – Pivot B;
- Armature inferiori tese snervate ($\varepsilon_s > \varepsilon_{yd}$);
- Armature superiori compresse snervate ($|\varepsilon_{yd}| \leq |\varepsilon'_s| < |\varepsilon_{ud}|$).



Equazioni risolventi:

Equilibrio alla traslazione orizzontale:

$$Z - Z' - C = N \rightarrow f_{yd}A_s - f_{yd}A'_s - \beta_0 b x f_{cd} = N$$

$$\beta_0 \cong 0.8$$

$$\kappa_0 \cong 0.4$$

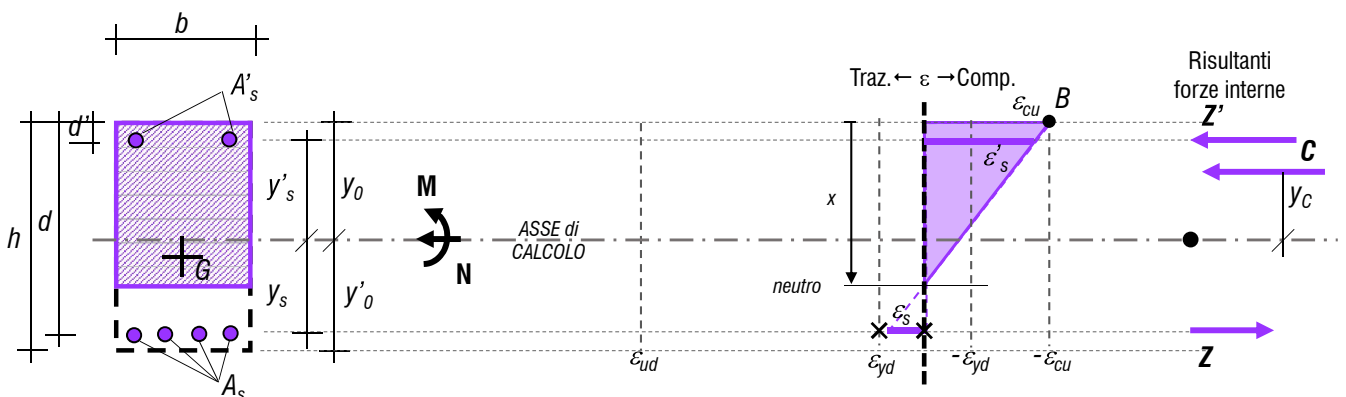
Equilibrio alla rotazione attorno all'asse di calcolo:

$$Z \cdot y_s + Z' \cdot y'_s + C \cdot y_c = M \rightarrow f_{yd}A_s y_s + f_{yd}A'_s y'_s + \beta_0 b x f_{cd} (y_0 - \kappa_0 x) = M$$

Sezione parzializzata, N di trazione: l'asse neutro taglia la sezione e cade sopra G.

➤ **Campo di rottura 4**

- Sezione di calcestruzzo parzializzata con cls a rottura ($\varepsilon_c = \varepsilon_{cu}$) – Pivot B;
- Armature inferiori tese in campo elastico ($\varepsilon_s < \varepsilon_{yd}$);
- Armature superiori compresse snervate ($|\varepsilon_{yd}| \leq |\varepsilon'_s| < |\varepsilon_{ud}|$).



Equazioni risolventi:

Equilibrio alla traslazione orizzontale:

$$Z - Z' - C = N \rightarrow E_s \varepsilon_s A_s - f_{yd} A'_s - \beta_0 b x f_{cd} = N$$

$$\beta_0 \cong 0.8$$

$$\kappa_0 \cong 0.4$$

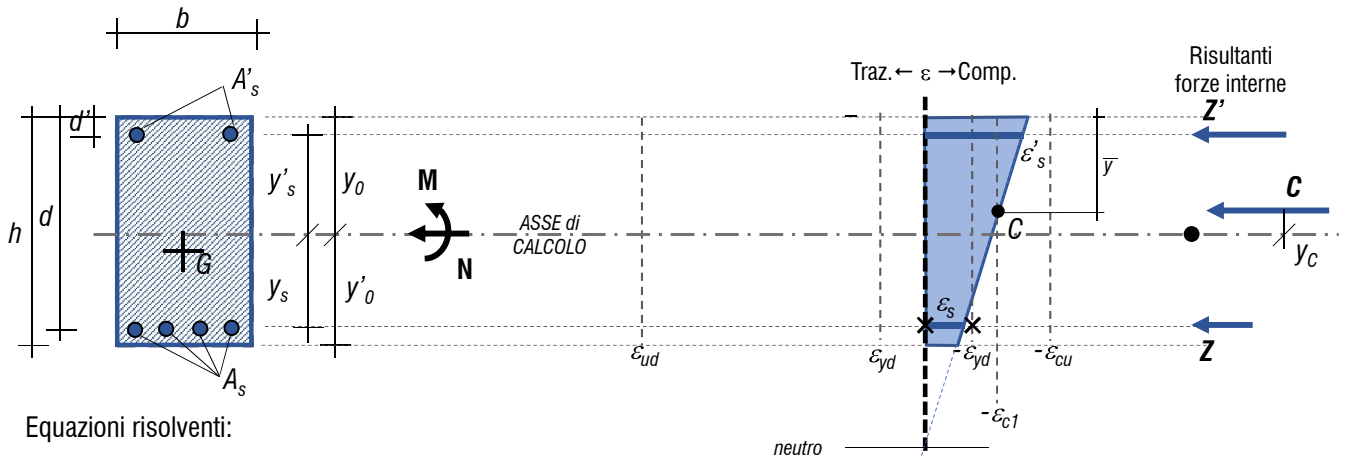
Equilibrio alla rotazione attorno all'asse di calcolo:

$$Z \cdot y_s + Z' \cdot y'_s + C \cdot y_c = M \rightarrow E_s \varepsilon_s A_s y_s + f_{yd} A'_s y'_s + \beta_0 b x f_{cd} (y_0 - \kappa_0 x) = M$$

Sezione parzializzata, N di compressione: l'asse neutro taglia la sezione e cade sotto G.

➤ Campo di rottura 5'

- Sezione di calcestruzzo interamente reagente con cls a rottura ($\varepsilon_{c,med} = \varepsilon_{c1}$) – Pivot C;
- Armature inferiori compresse in campo elastico ($|\varepsilon_s| < |\varepsilon_{yd}|$);
- Armature superiori compresse snervate ($|\varepsilon_{yd}| \leq |\varepsilon'_s| < |\varepsilon_{ud}|$).



Equazioni risolventi:

Equilibrio alla traslazione orizzontale:

$$-Z - Z' - C = N \rightarrow -E_s \varepsilon_s A_s - f_{yd} A'_s - \beta^* b x f_{cd} = N$$

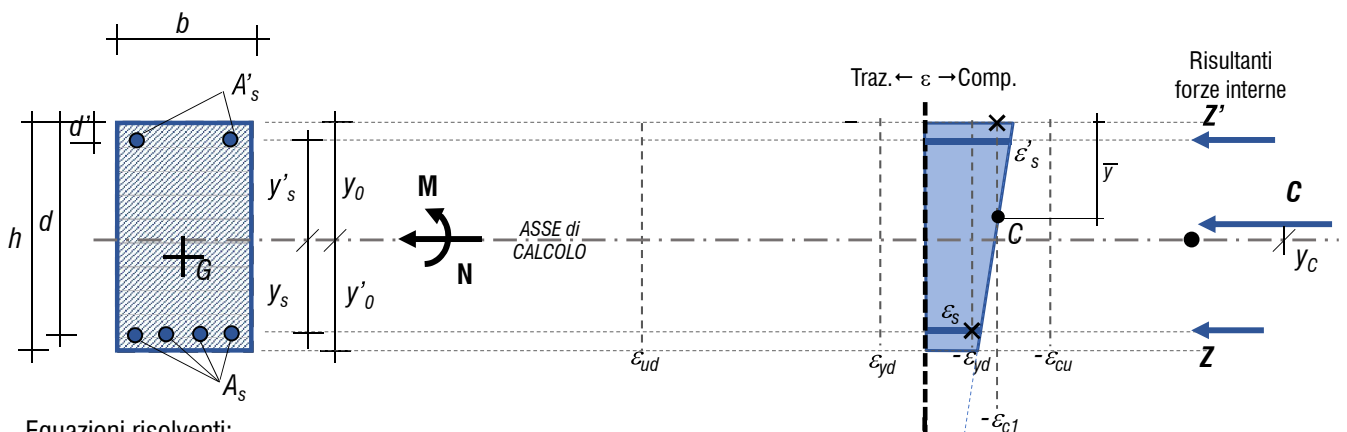
Equilibrio alla rotazione attorno all'asse di calcolo:

$$-Z \cdot y_s + Z' \cdot y'_s + C \cdot y_c = M \rightarrow -E_s \varepsilon_s A_s y_s + f_{yd} A'_s y'_s + \beta^* b x f_{cd} (y_0 - \kappa^* x) = M$$

Sezione interamente reagente, N di compressione: l'asse neutro cade oltre il lembo inferiore

➤ Campo di rottura 5''

- Sezione di calcestruzzo interamente reagente con cls a rottura ($\varepsilon_{c,med} = \varepsilon_{c1}$) – Pivot C;
- Armature inferiori compresse snervate ($|\varepsilon_{yd}| \leq |\varepsilon'_s| < |\varepsilon_{ud}|$).
- Armature superiori compresse snervate ($|\varepsilon_{yd}| \leq |\varepsilon'_s| < |\varepsilon_{ud}|$).



Equazioni risolventi:

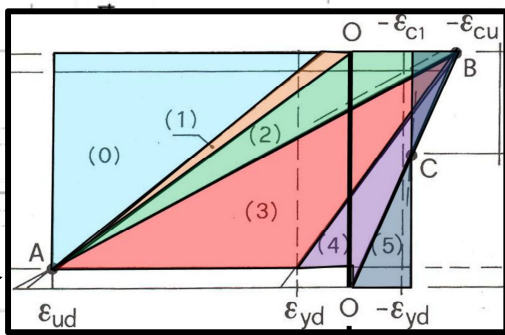
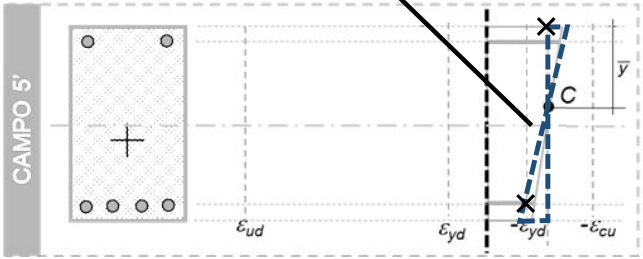
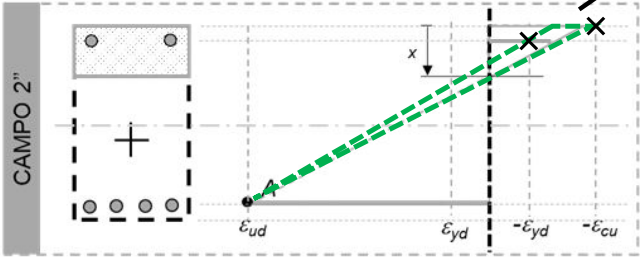
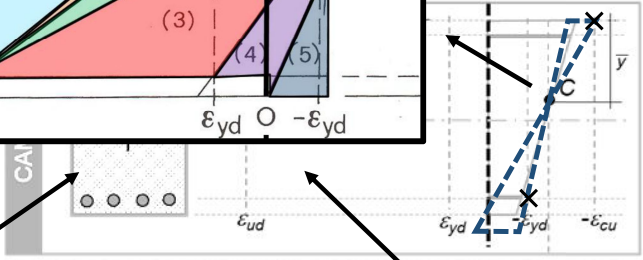
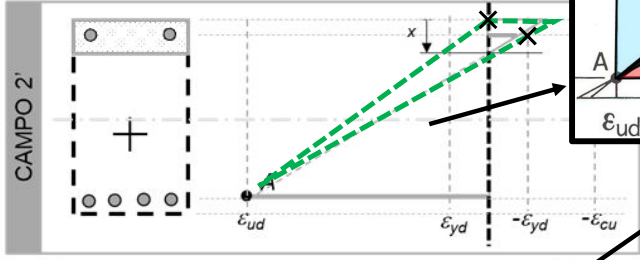
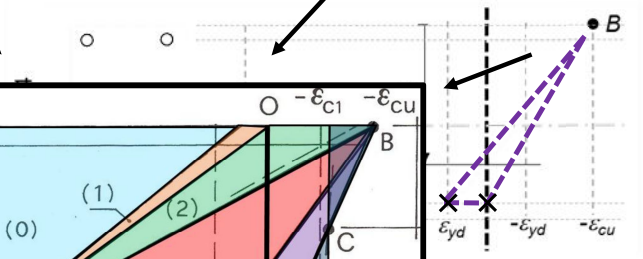
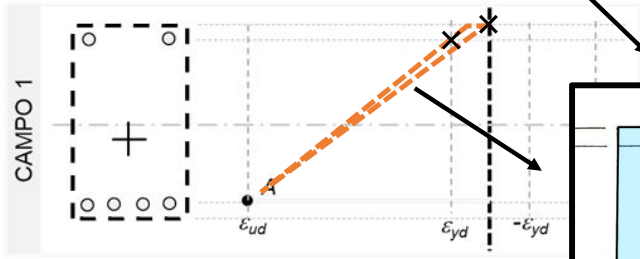
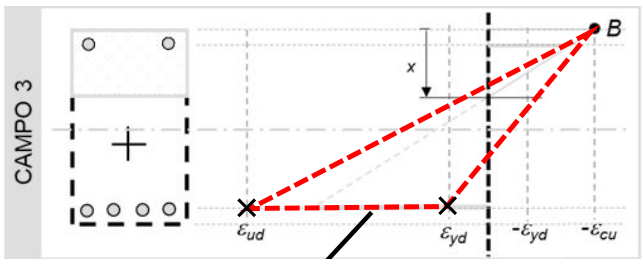
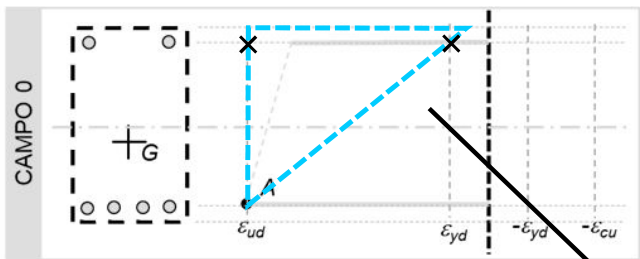
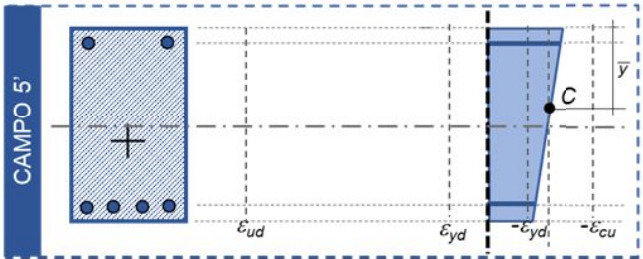
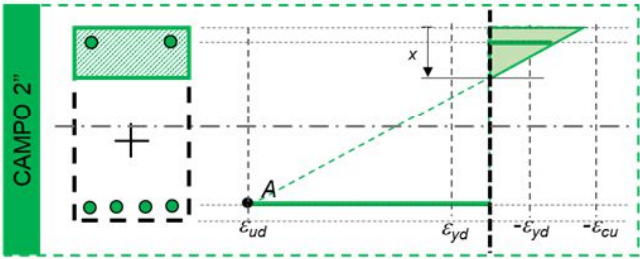
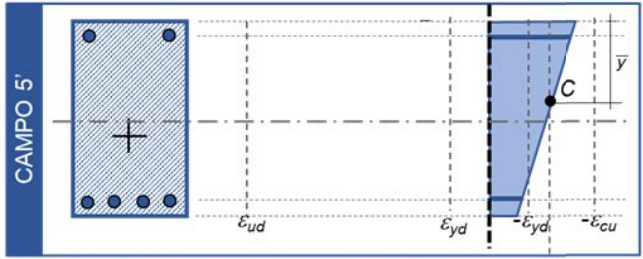
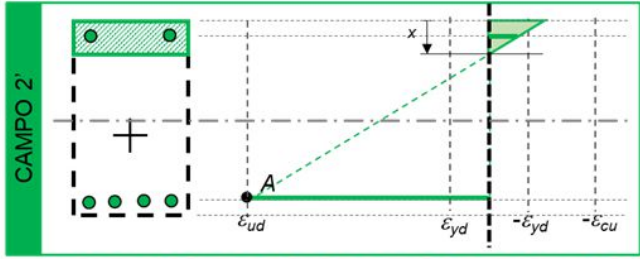
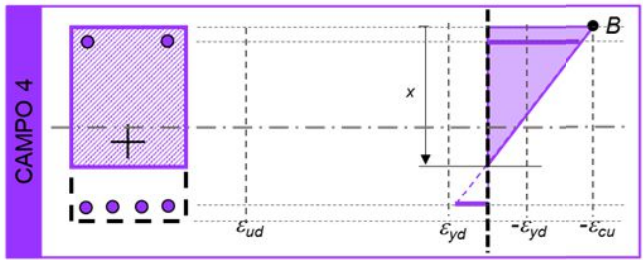
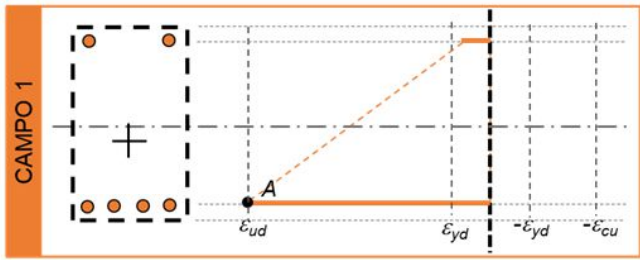
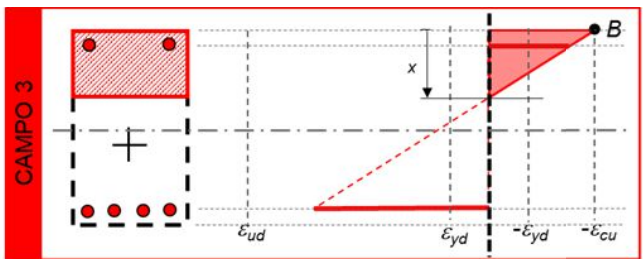
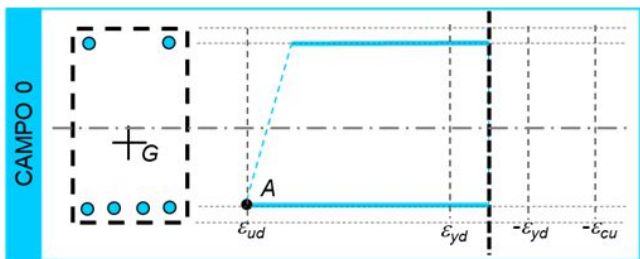
Equilibrio alla traslazione orizzontale:

$$-Z - Z' - C = N \rightarrow -f_{yd} A_s - f_{yd} A'_s - \beta^* b x f_{cd} = N$$

Equilibrio alla rotazione attorno all'asse di calcolo:

$$-Z \cdot y_s + Z' \cdot y'_s + C \cdot y_c = M \rightarrow -f_{yd} A_s y_s + f_{yd} A'_s y'_s + \beta^* b x f_{cd} (y_0 - \kappa^* x) = M$$

Sezione interamente reagente, N di compressione: l'asse neutro cade oltre il lembo inferiore

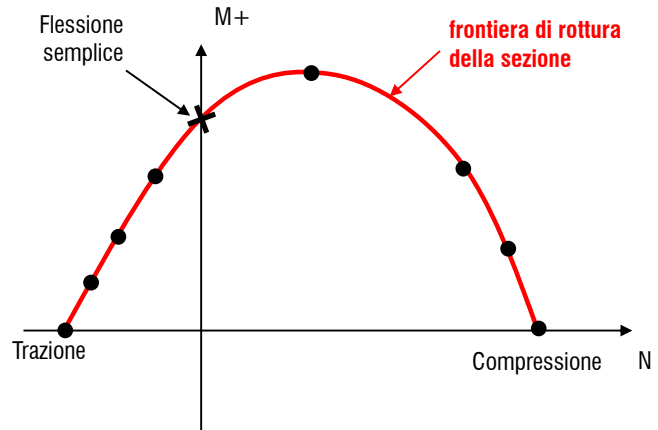


Diagrammi di interazione (adimensionalizzati)

Riguardando le equazioni scritte nelle precedenti slides ci accorgiamo che, nel caso di flessione composta, M_{Rd} non è un valore unico che dipende solo dalle caratteristiche della sezione (come avevamo trovato nel caso di flessione semplice), ma **dipende anche dall'azione assiale agente, N_{Ed}** .

È pertanto più corretto scrivere la verifica a flessione composta come $M_{Ed} \leq M_{Rd}(N_{Ed})$.

Note quindi le caratteristiche della sezione, si applicano le correlazioni trovate per i diversi campi di rottura, arrivando a definire la **curva di interazione N-M** che corrisponde alla **frontiera di rottura della sezione**



Per tenso-flessione, $M_{Rd} < M_{Rd}(N_{Ed}=0)$

Per presso-flessione, M_{Rd} tende inizialmente a crescere al crescere di N_{Ed} , per poi diminuire.

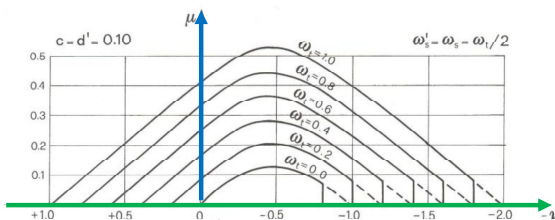


Per generalizzare il dominio di rottura della sezione, comunemente si esprime la frontiera della sezione in forma adimensionale, nel diagramma ν - μ :

$$\nu = \frac{N}{f_{cd} b h}$$

$$\mu = \frac{M}{f_{cd} b h^2}$$

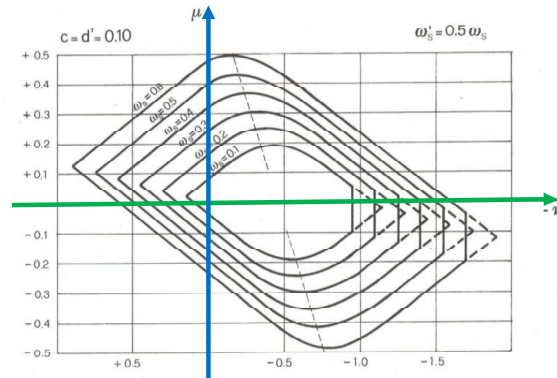
Sezione simmetrica e armature simmetriche ($A_s = A'_s$)



Percentuale meccanica di armatura

$$\omega_s = \frac{f_{yd} A_s}{f_{cd} b h}$$

Sezione simmetrica e armature non simmetriche ($A'_s = 0.5A_s$)



Esempio di verifica a flessione composta per via grafica

Note le sollecitazioni M_{Ed} , e N_{Ed} (da analisi dei carichi)

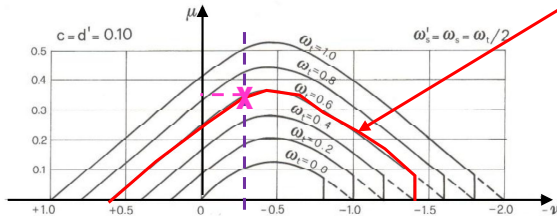
Note le caratteristiche dei materiali (scelta progettuale)

Note le caratteristiche della sezione (pre-dimensionamento)

1) Calcolo ν

2) Calcolo ω_s

Sezione simmetrica e armature simmetriche ($A_s = A'_s$)



3) Identifico il dominio di resistenza associato a ω_s

4) Identifico ν relativo al mio N_{Ed}

5) All'intersezione, leggo in ordinata il valore di μ e, quindi di $M_{Rd}(N_{Ed})$

6) Eseguo la verifica, cioè $M_{Ed} < M_{Rd}(N_{Ed})$

Le verifiche vanno condotte ovviamente previa l'introduzione dei **coefficienti di sicurezza parziali**, per abbattere le resistenze dei materiali ed amplificare l'intensità dei carichi. **Attenzione**, però, che l'azione assiale N_{Ed} può avere un effetto diminutivo o incrementativo di M_{Rd} e, di conseguenza, va amplificata o no, a seconda dei casi.

Esempio di verifica per via analitica

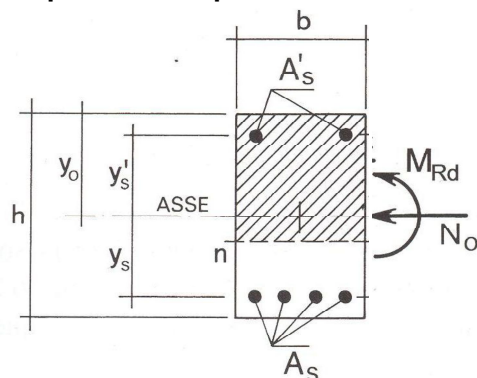


Diagramma delle deformazioni

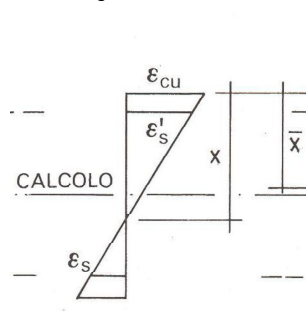
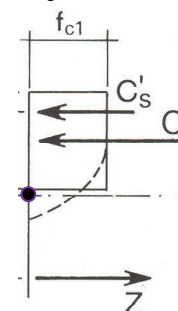


Diagramma delle tensioni



Dall'equilibrio alla traslazione orizzontale e dall'equilibrio alla rotazione attorno al baricentro:

$$\begin{cases} C + C'_s - Z = N_0 \\ C(y_0 - \bar{x}/2) + C'_s y'_s + Z y_s = M_{Rd} \end{cases}$$

$$\begin{cases} f_{cd} b \bar{x} + f_{yd} A'_s - f_{yd} A_s = N_0 \\ f_{cd} b \bar{x} (y_0 - \bar{x}/2) + f_{yd} A'_s y'_s + f_{yd} A_s y_s = M_{Rd} \end{cases}$$

Si ricavano:

$$\bar{x} = \frac{N_0 + f_{yd} A_s - f_{yd} A'_s}{f_{cd} b}$$

Supponendo barre snervate:
va verificato ed eventualmente corretto con

$$\sigma_s = E_s \epsilon_s = E_s \frac{d-x}{x} \epsilon_{cu}$$

$$M_{Rd} = M_{Rd}(N_0) = f_{cd} b \bar{x} (y_0 - \bar{x}/2) + f_{yd} A'_s y'_s + f_{yd} A_s y_s$$

PRESSOFLESSIONE DEVIATA

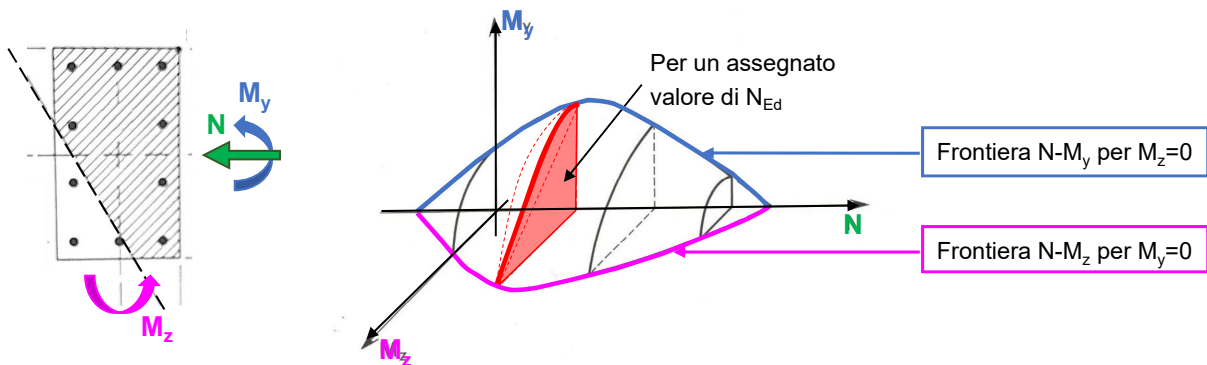
La verifica della sezione in c.a. soggetta a pressoflessione deviata può essere condotta per via puramente numerica sulla base di una rappresentazione analitica approssimata del locale settore interessato della frontiera di rottura.

Per sezioni a doppia simmetria (di forma e di armatura) si può porre:
(formula che rappresenta la frontiera di rottura per $N_{Ed} = \text{cost.}$)

$$\left(\frac{M_{Ed,y}}{M_{Rd,y}(N_{Ed})} \right)^\alpha + \left(\frac{M_{Ed,z}}{M_{Rd,z}(N_{Ed})} \right)^\alpha \leq 1$$

$$1 \leq \alpha \leq 1.5$$

$M_{Ed,y}$, $M_{Ed,z}$: componenti di momento sollecitante M_{Ed} attorno agli assi principali di simmetria della sezione;
 $M_{Rd,y}$, $M_{Rd,z}$: momenti M_{Rd} resistenti di flessione retta attorno agli assi principali di simmetria, che dipendono da N_{Ed} .



Bibliografia

- Toniolo G., Di Prisco M., "Cemento Armato – Calcolo agli stati limite", Vol. 2a, terza edizione, Ed. Zanichelli, 2010.
- Park R., Paulay T., "Reinforced Concrete Structures", John Wiley & Sons, New York, 1975.
- Mac Gregor J., "Reinforced Concrete – Mechanics and Design", Prentice Hall, New Jersey, 1988.
- Santarella L., "Prontuario del Cemento Armato", XXXVIII edizione, Ed. Hoepli, Milano.