

Corso

Tecnica delle costruzioni

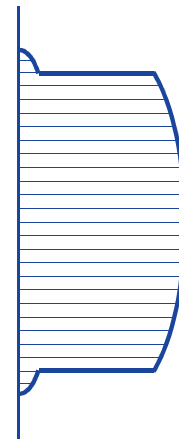
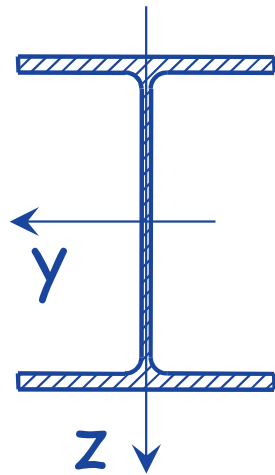
Catania
ottobre 2017 - gennaio 2018

10 - Taglio

5 dicembre 2017

Aurelio Gheresi

Comportamento al crescere del taglio



$$\tau = \frac{V_z S_y}{I_y b}$$

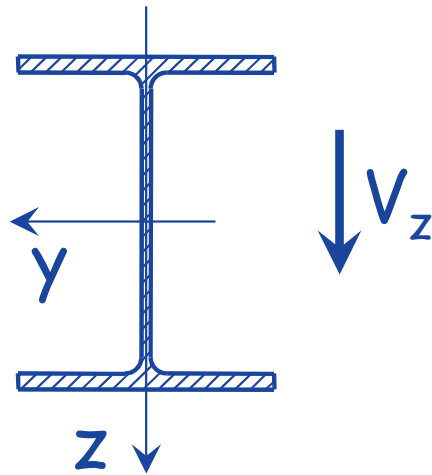
In campo lineare le tensioni si valutano con la formula di Jouraski:

S_y momento statico della sezione al di sopra (o al di sotto) della corda rispetto all'asse baricentrico;

I_y momento d'inerzia della sezione rispetto all'asse baricentrico;

b ampiezza della corda.

Comportamento al crescere del taglio

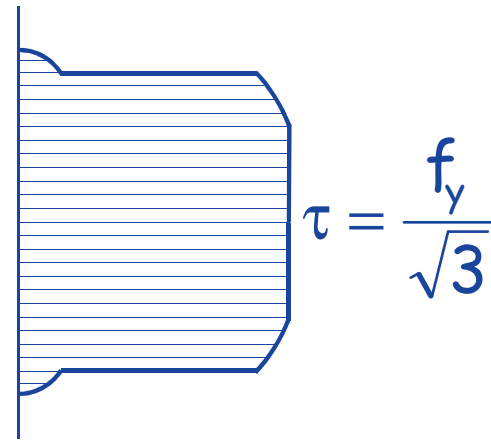
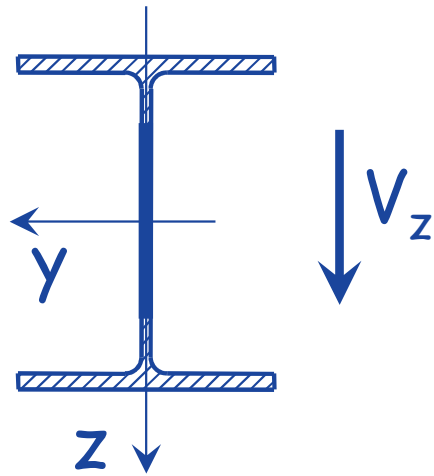


A diagram of a rectangular cross-section showing the distribution of shear stress τ . The distribution is parabolic, with the maximum value at the neutral axis. The area is shaded with horizontal lines.

$$\tau = \frac{V_z S_y}{I_y b}$$
$$\tau = \frac{f_y}{\sqrt{3}}$$

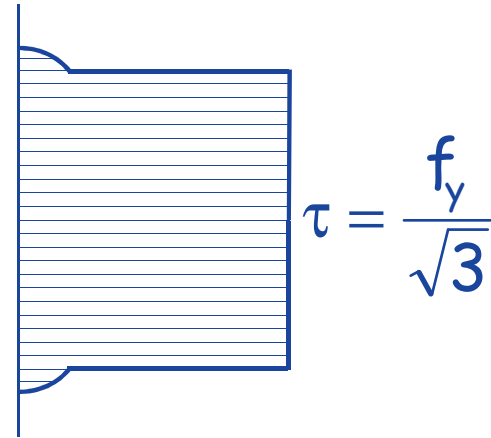
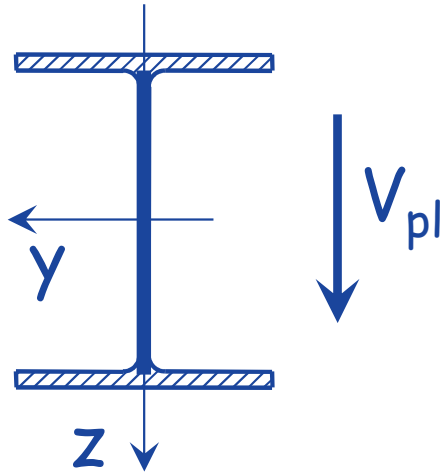
Facendo crescere il taglio, la fibra che sta sull'asse baricentrico (la più sollecitata) si plasticizza.

Comportamento al crescere del taglio



La plasticizzazione si propaga fino a che ...

Comportamento ultimo



... si plasticizza tutta l'anima.

$$V_{pl} = A_{anima} \frac{f_y}{\sqrt{3}}$$

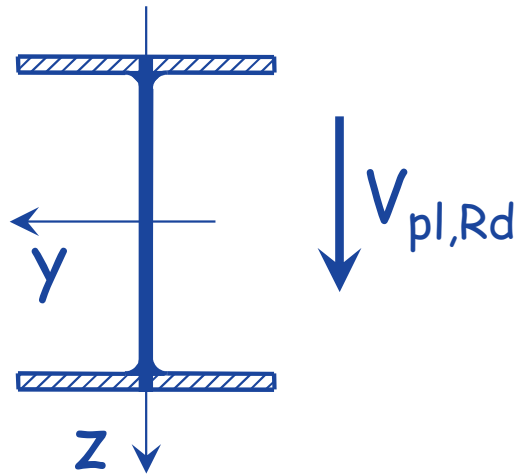
$$V_{pl} = A_v \frac{f_y}{\sqrt{3}}$$

per sezioni a doppio T

in generale

area resistente a taglio

Verifica



Per profili a doppio T

Si plasticizza tutta l'anima ed i raccordi circolari

Taglio resistente secondo NTC08 ed Eurocodice 3

$$V_{pl,Rd} = A_v \frac{f_y / \sqrt{3}}{\gamma_{M0}}$$

A_v area resistente a taglio

Area resistente a taglio

- Precedenti versioni suggerivano di valutare l'area resistente a taglio in maniera approssimata

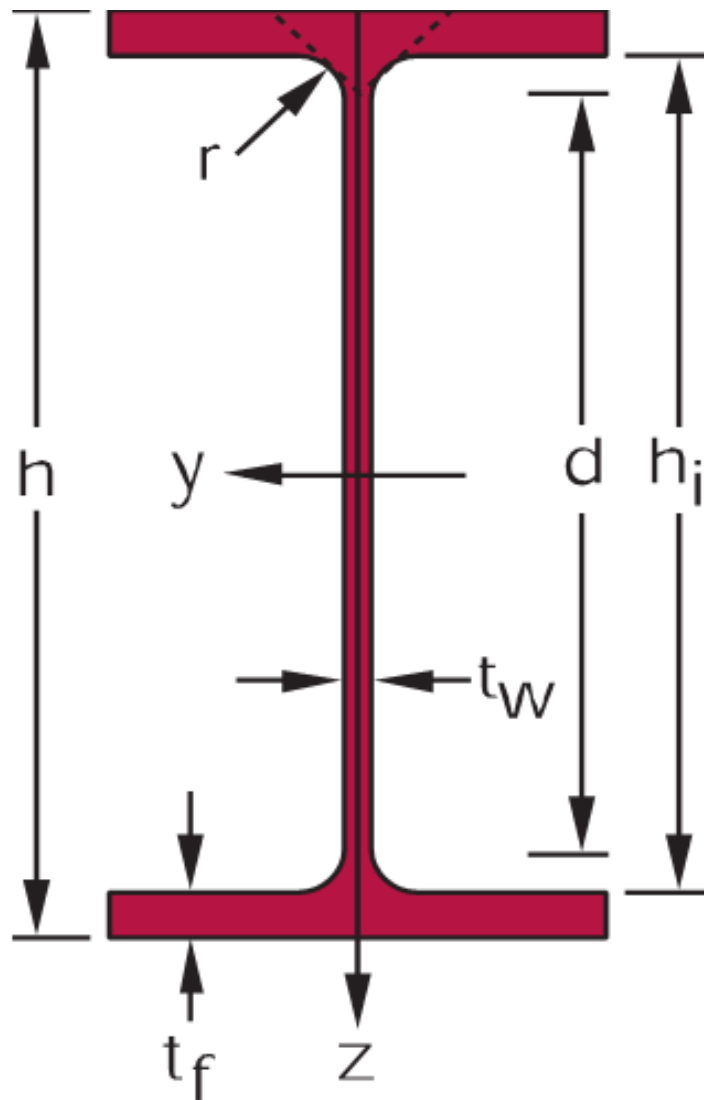
$$A_v = 1.04 h t_w$$

- Ora sono suggerite formule più dettagliate:
per travi a doppio T, caricate nel piano dell'anima

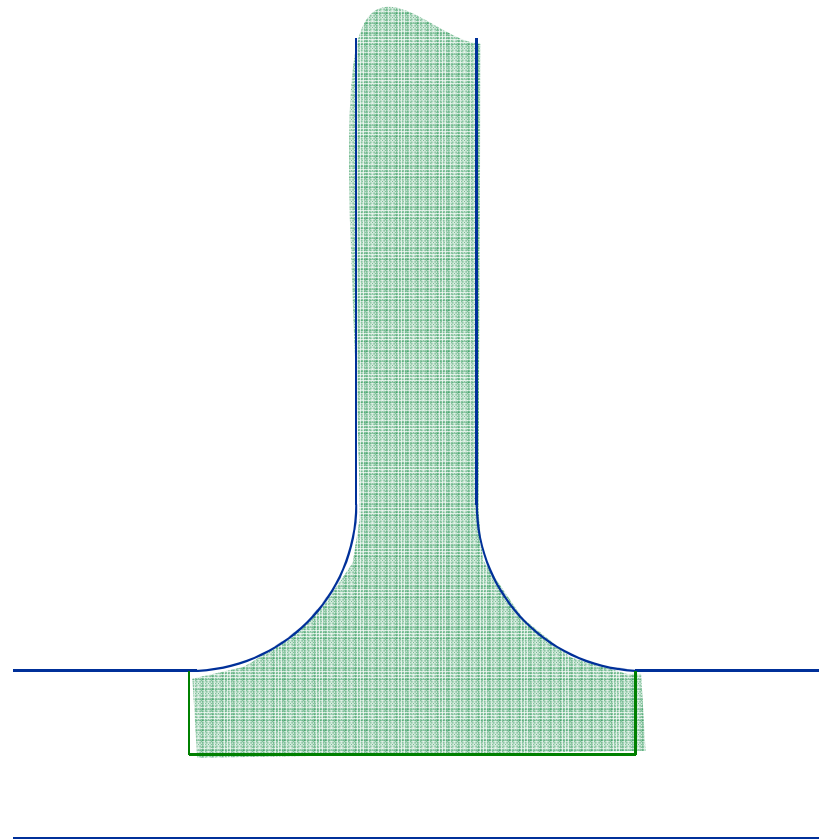
$$A_v = A - 2 b t_f + (t_w + 2 r) t_f$$

- Altre formule sono fornite per sezioni di forma diversa

Area dell'anima

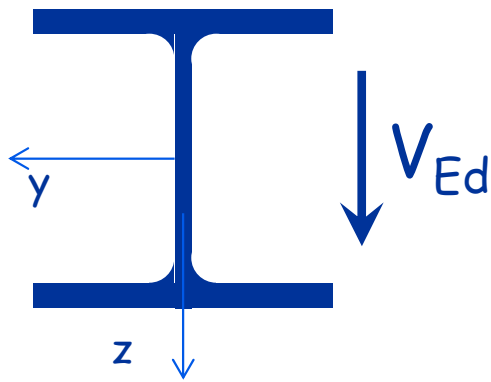


$$A_v = A - 2 b t_f + (t_w + 2 r) t_f$$



Esempio

Dati:



HE 120 A

$V_{Ed} = 10 \text{ kN}$

(dalla trave progettata)

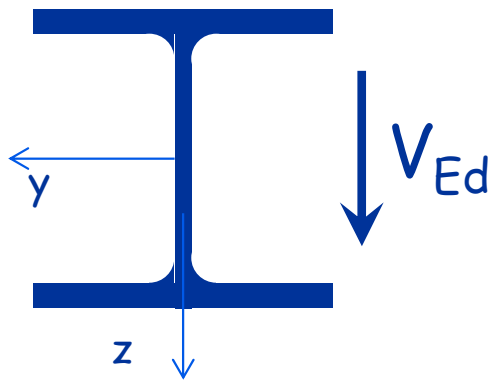
Acciaio S235

Procedura

- 1 - Si determina l'area resistente a taglio A_v
- 2 - Si calcola il taglio resistente $V_{pl,Rd}$.
- 3 - Si verifica che $V_{Ed} < V_{pl,Rd}$.

Esempio

Dati:



HE 120 A

$$V_{Ed} = 10 \text{ kN}$$

Acciaio S235

$$b = 120 \text{ mm} \quad t_f = 8 \text{ mm}$$

$$h = 114 \text{ mm} \quad t_w = 5 \text{ mm}$$

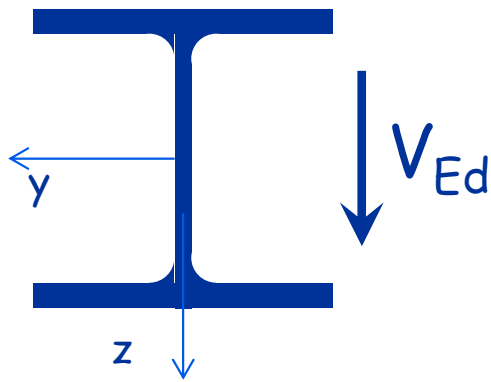
$$r = 12 \text{ mm} \quad A = 2534 \text{ mm}^2$$

1- Area resistente a taglio A_v

$$A_v = 2534 - 2 \times 120 \times 8 + (5 + 2 \times 12) \times 8 = 846 \text{ mm}^2$$

Esempio

Dati:



HE 120 A

$V_{Ed} = 10 \text{ kN}$

(dalla trave progettata)

Acciaio S235

2 e 3 - Taglio resistente e verifica

$$A_v = 846 \text{ mm}^2$$

$$V_{pl,Rd} = \frac{846 \times 235 / \sqrt{3}}{1.05} \times 10^{-3} = 109.3 \text{ kN}$$

Sezione verificata

Taglio - considerazioni

- In genere i profilati sono tali da avere una resistenza a taglio più che sufficiente
- Procedimento usuale:
progettare a flessione - verificare a taglio

Interazione Taglio - Momento flettente

Modello lineare (classe 3)

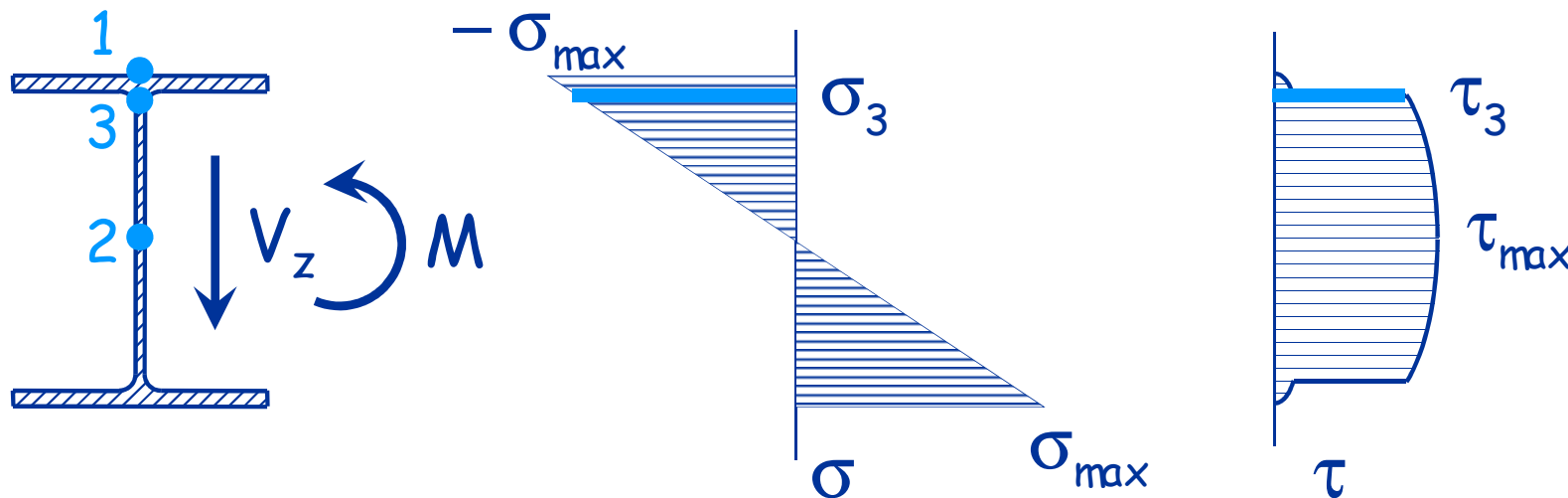
Generalmente la sezione è sottoposta a taglio e flessione. In questo caso, esiste interazione?

Oltre alle verifiche:

1. $\sigma_{\max} \leq f_y / \gamma_{M0}$
2. $\tau_{\max} \leq f_y / \gamma_{M0} / \sqrt{3}$

Si controlla che:

3. $\sqrt{\sigma_3^2 + 3 \tau_3^2} \leq f_y / \gamma_{M0}$

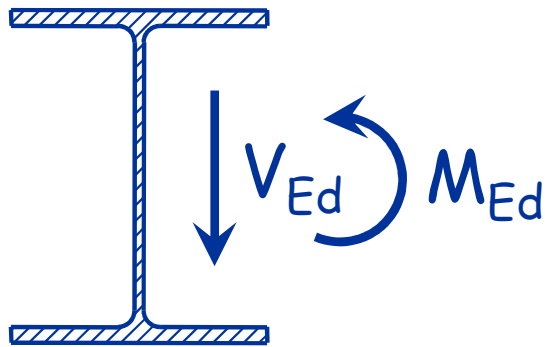


Interazione Taglio - Momento flettente

Stato limite ultimo per classe 1 e 2

Come tener conto dell'interazione taglio - momento flettente?

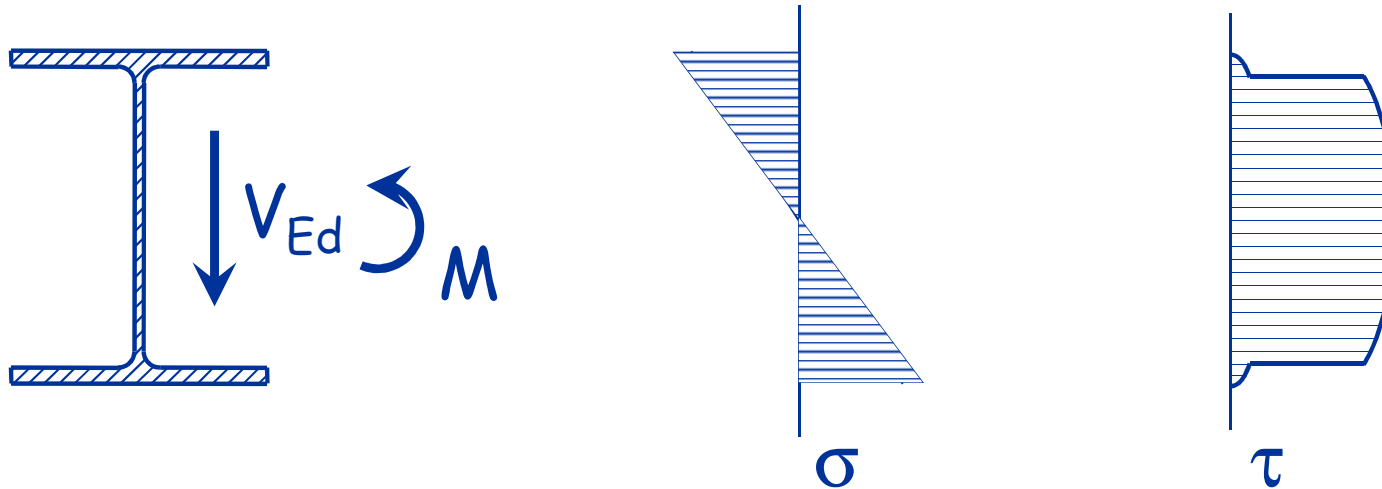
- La sezione impegna parte delle sue risorse per portare il taglio
- Allora il momento resistente risulterà ridotto e pari a $M_{V,Rd}$



Si verifica: $M_{Ed} \leq M_{V,Rd}$

Ma come calcolare $M_{V,Rd}$?

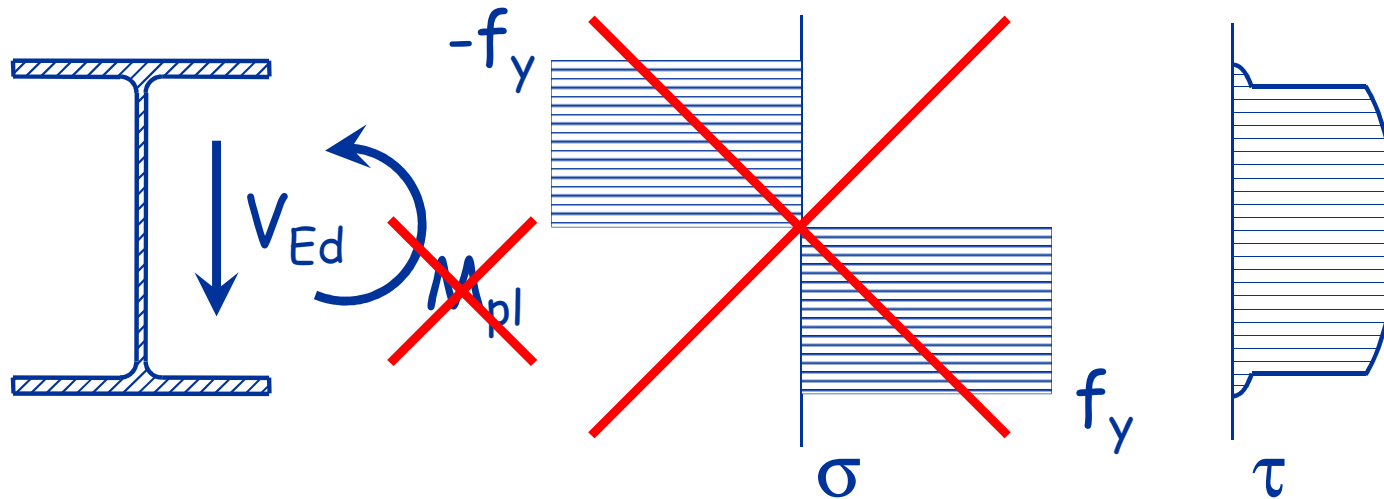
Momento resistente ridotto per Taglio



Faccio crescere il momento fino al collasso della sezione

(Se la sezione è di classe 1 o 2 corrisponde alla completa plasticizzazione)

Momento resistente ridotto per Taglio

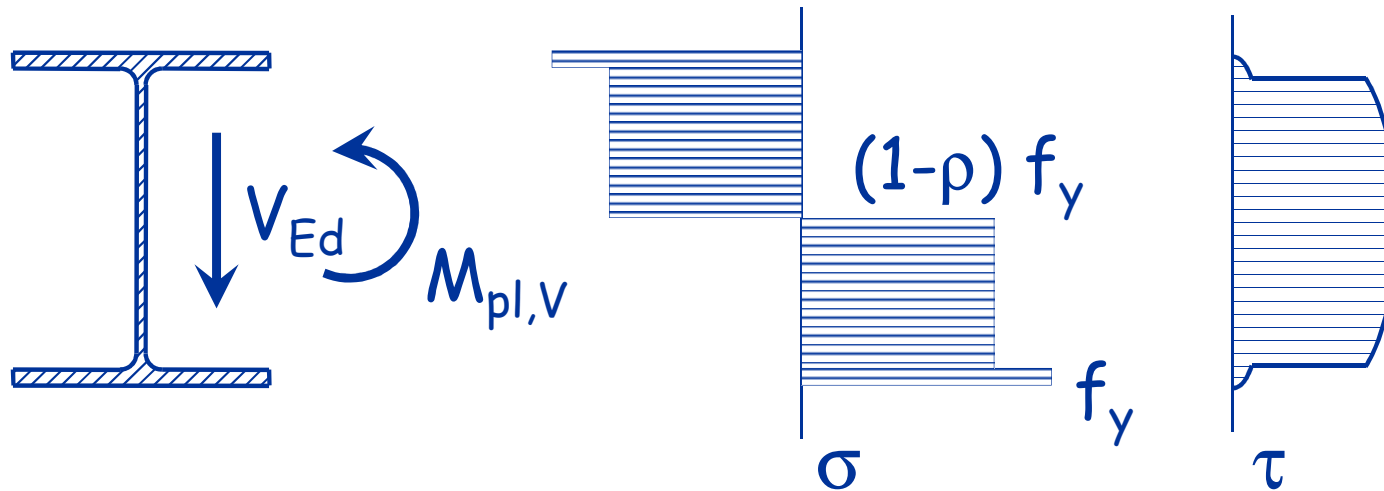


È possibile ottenere questo diagramma delle tensioni σ ?

NO, dove le τ sono elevate lo snervamento avverrà per valori di σ più bassi pari a:

$$\sigma = (1-\rho) f_y \quad \text{con } \rho < 1$$

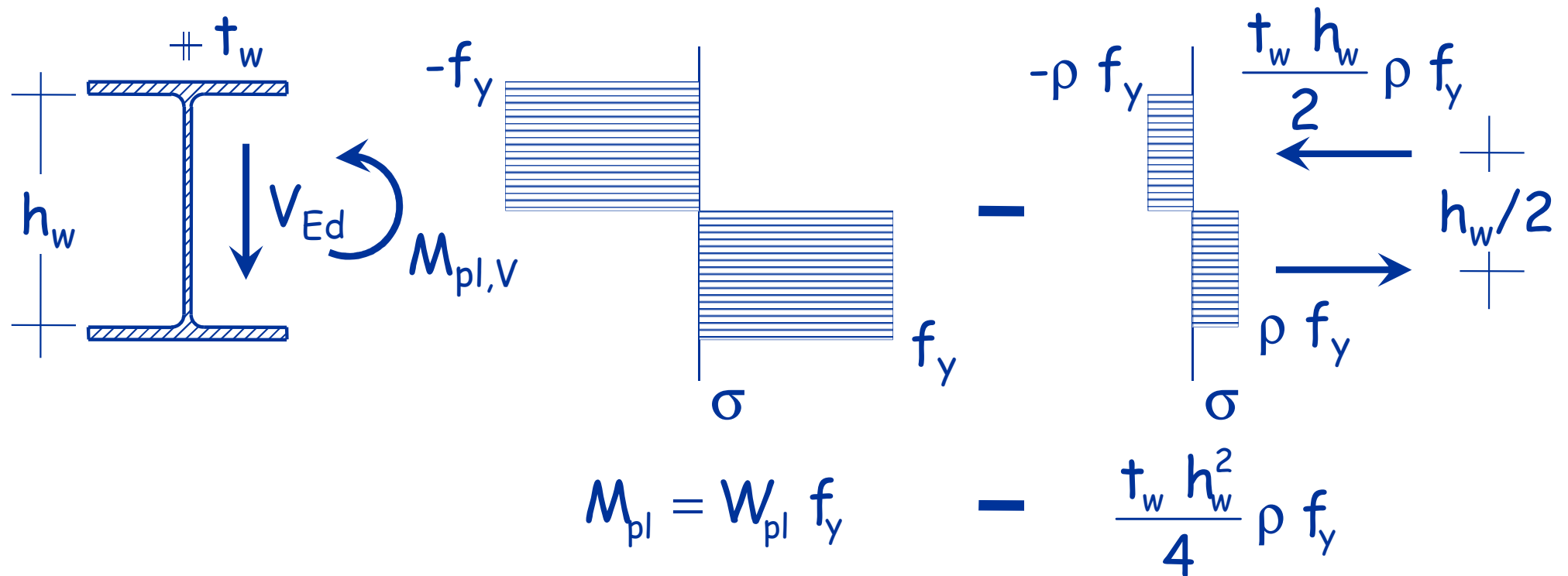
Momento resistente ridotto per Taglio



Per una sezione a doppio T la tensione verrà ridotta nell'anima?

$$M_{pl,V} = \int \sigma y dA$$

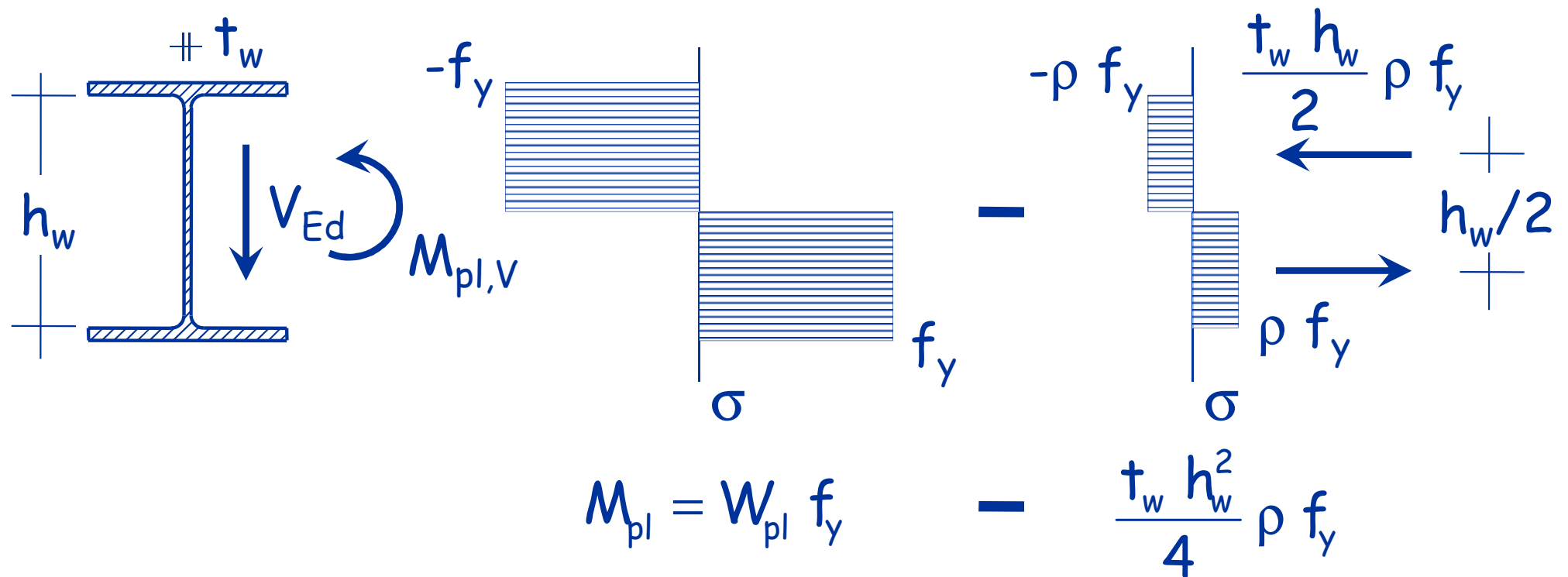
Momento resistente ridotto per Taglio



$$M_{pl,V} = \left(W_{pl} - \rho \frac{t_w h_w^2}{4} \right) f_y \quad \text{se si considera che } h_w t_w \approx A_V \dots$$

Questo è il W_{pl}
dell'anima

Momento resistente ridotto per Taglio



se si considera che $h_w t_w \approx A_v \dots$

$$M_{pl,V} = \left(W_{pl} - \rho \frac{A_v^2}{4 t_w} \right) f_y$$

Taglio - considerazioni

- Finché il taglio sollecitante è piccolo rispetto a quello resistente (meno della metà) non c'è problema di interazione flessione-taglio
- Se il taglio è più grande occorre ridurre la resistenza a flessione

Flessione e taglio

(prescrizioni di normativa)

- Quando $V_{Ed} > 0.5 V_{pl,Rd}$

con $M_{V,Rd} = \frac{\left(W_{pl} - \frac{\rho A_v^2}{4 t_w} \right) f_y}{\gamma_{M0}}$

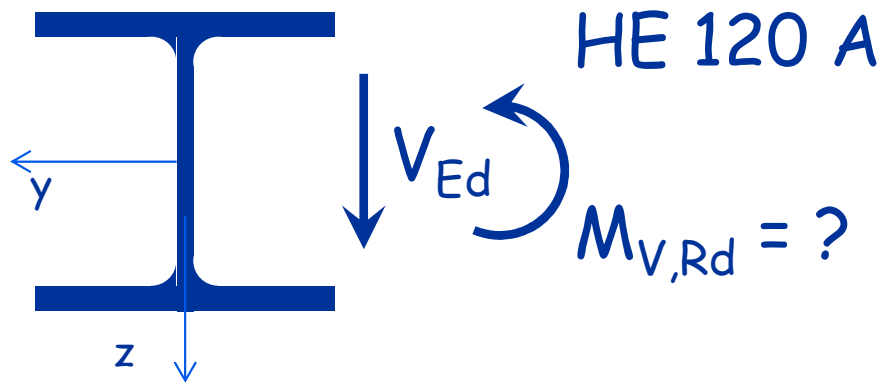
Questo è il W_{pl} dell'anima

$$\rho = \left(\frac{2 V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} - 1 \right)^2$$

A_v = Area resistente a taglio

Esempio

Dati:



$M_{V,Rd}$ = da determinare

$V_{Ed} = V_{pl,Rd} = 109.3$ kN
(dalla trave progettata)

Acciaio S235

$$M_{V,Rd} = \frac{\left(W_{pl} - \frac{\rho A_V^2}{4 t_w} \right) f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{\left(119.4 - \frac{1 \times 8.46^2}{4 \times 0.5} \right) \times \frac{235}{10^3}}{1.05} = 18.7 \text{ kNm}$$

$$\rho = \left(\frac{2 V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} - 1 \right)^2 = \left(\frac{2 \times 109.3}{109.3} - 1 \right)^2 = 1$$

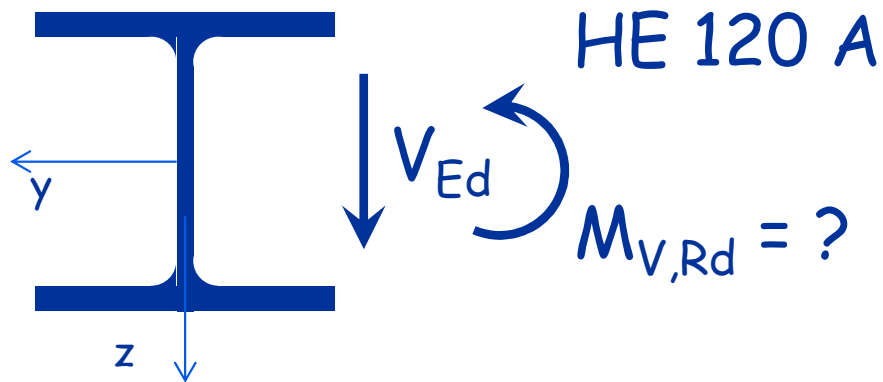
$$t_w = 5 \text{ mm}$$

$$A_V = 8.46 \text{ cm}^2$$

$$W_{pl} = 119.4 \text{ cm}^3$$

Esempio

Dati:



$M_{V,Rd}$ = da determinare

$V_{Ed} = V_{pl,Rd} = 109.3 \text{ kN}$
(dalla trave progettata)

Acciaio S235

$$M_{V,Rd} = \frac{\left(W_{pl} - \frac{\rho A_V^2}{4 t_w} \right) f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{\left(119.4 - \frac{1 \times 8.46^2}{4 \times 0.5} \right) \times \frac{235}{10^3}}{1.05} = 18.7 \text{ kNm}$$

Solo flessione

$$M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{119.4 \times 235}{1.05 \times 10^3} = 26.7 \text{ kNm}$$

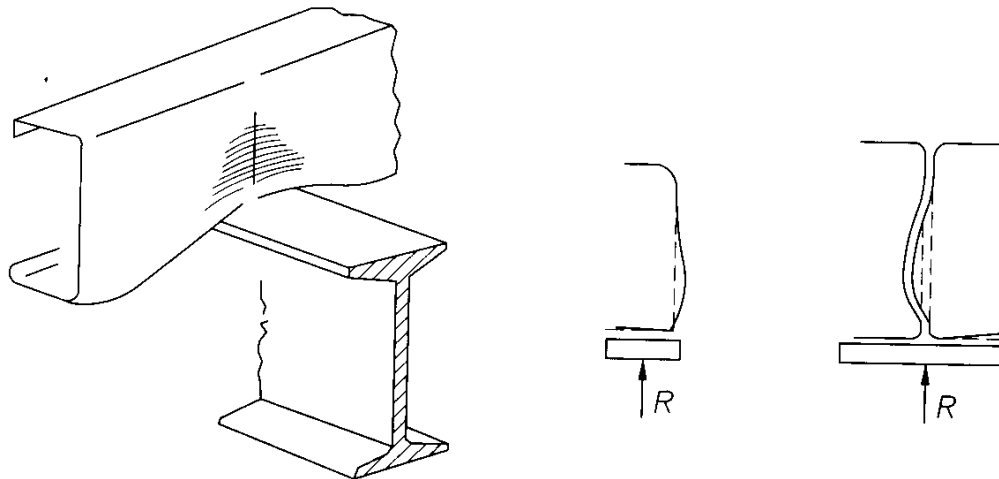
Riduzione del 30% per un taglio molto forte

Taglio

Resistenza dell'anima ad azioni locali

In presenza di azioni concentrate o di taglio molto elevato si può avere:

- Schiacciamento dell'anima in prossimità della piattabanda caricata
- Imbozzamento dell'anima sotto forma di instabilità localizzata e schiacciamento dell'anima in prossimità della piattabanda caricata
- Instabilità dell'anima estesa a gran parte dell'altezza della membratura



Taglio

Resistenza dell'anima ad azioni locali

In presenza di azioni concentrate o di taglio molto elevato si può avere:

- Schiacciamento dell'anima in prossimità della piattabanda caricata
- Imbozzamento dell'anima sotto forma di instabilità localizzata e schiacciamento dell'anima in prossimità della piattabanda caricata
- Instabilità dell'anima estesa a gran parte dell'altezza della membratura

Il problema si può risolvere disponendo costole di irrigidimento in corrispondenza dell'applicazione del carico o degli appoggi

La necessità cresce all'aumentare del taglio e della snellezza dell'anima

In alternativa, occorre verificare la trave nei confronti dei fenomeni innanzi citati (vedere Eurocodice 3, parte 1-5)