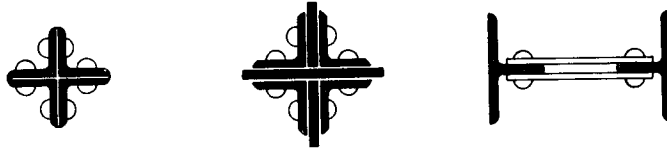


Saldati

Fig. 4.2



Chiodati

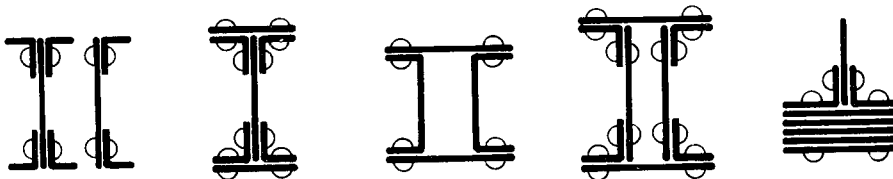
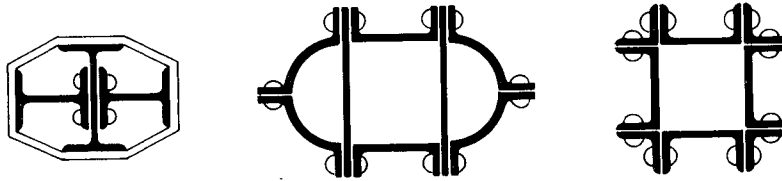
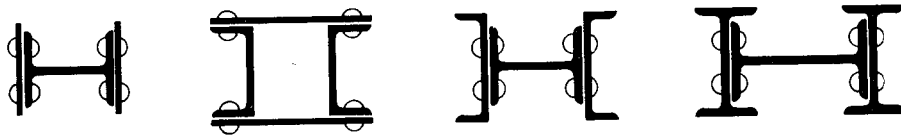
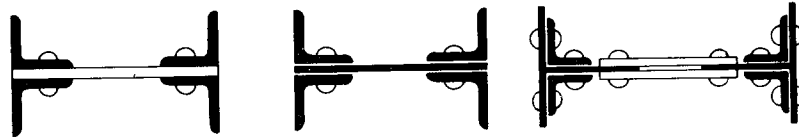


Fig. 4.3

“Travi ibride”: accoppiamento di acciai diversi (quarta dimensione).

Profili "jumbo"

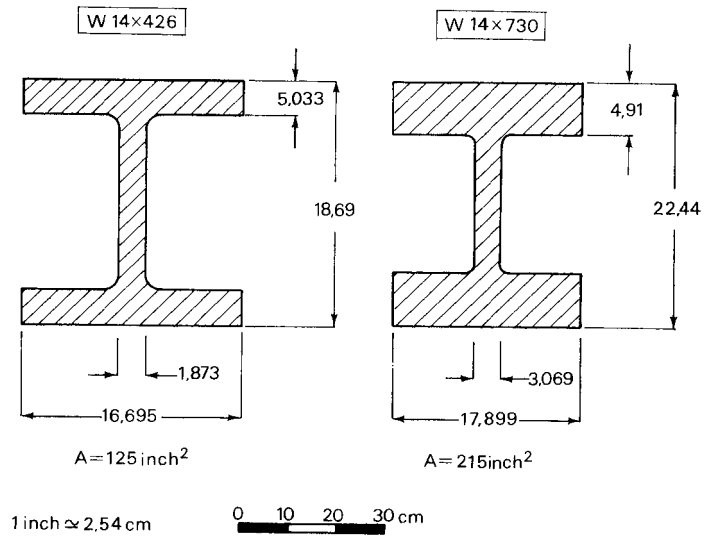


Fig. 4.4

Profilati sagomati a freddo – Profili sottili

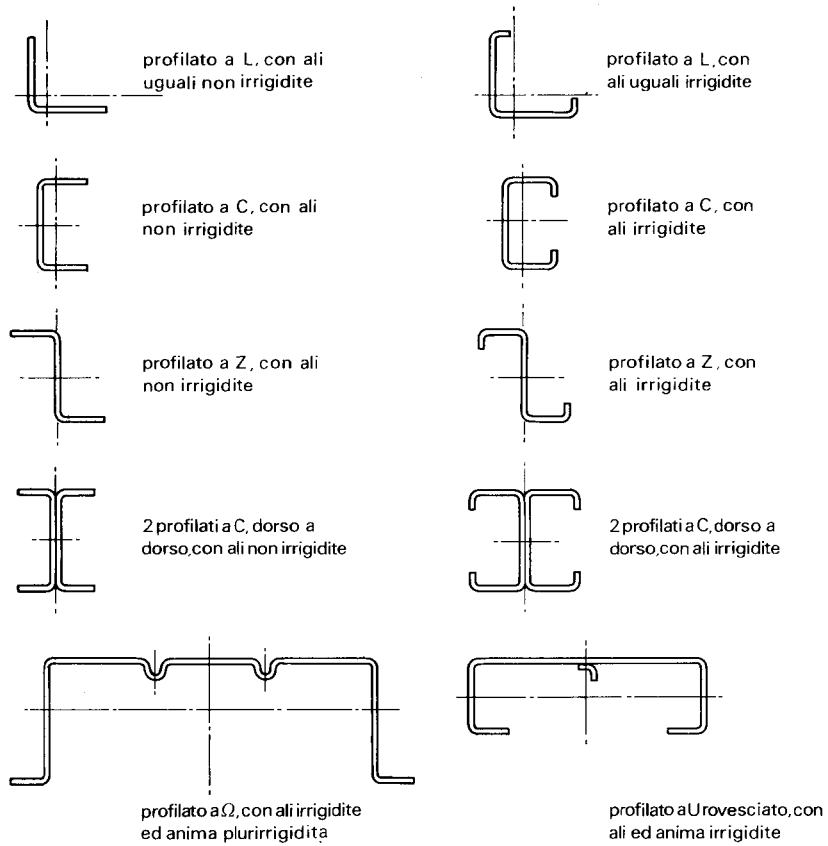


Fig. 4.5

4.2 Le imperfezioni strutturali

4.2.1 Profilati laminati a caldo

- **tensioni residue o autotensioni** possono raggiungere valori molto elevati (50% dello snervamento. Sono mitigate dal processo di raddrizzamento (rullatura).
- disomogenea distribuzione delle caratteristiche meccaniche nella sezione
- imperfezioni geometriche

“aste ideali” → “aste industriali”

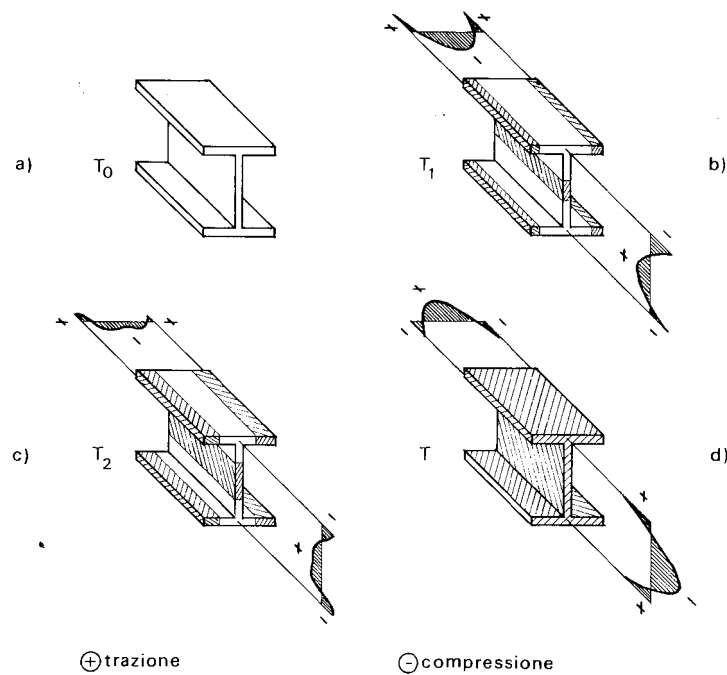
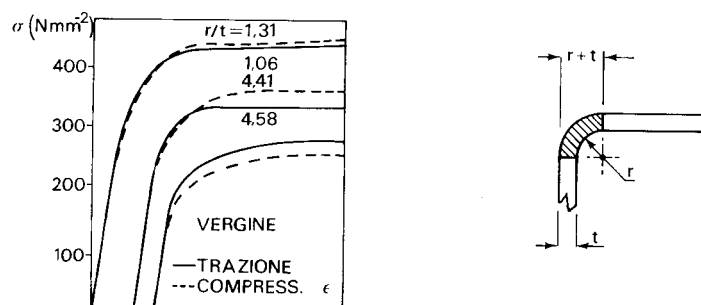


Fig. 4.6

raddrizz.

Tensioni residue di laminazione o saldatura

4.2.2 Profilati formati a freddo



Incrudimento nella piegatura (favorevole).

Diminuzione della resilienza e quindi della duttilità (sfavorevole).

4.2.3 Profili in composizione saldata

Imperfezione come laminati

4.3. Le imperfezioni geometriche

Imperfezione geometrica iniziale $v_0 < L/1000$

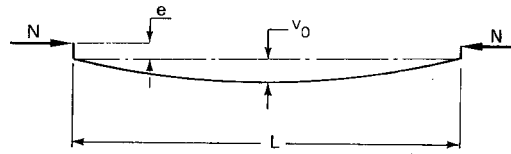


Fig. 4.31

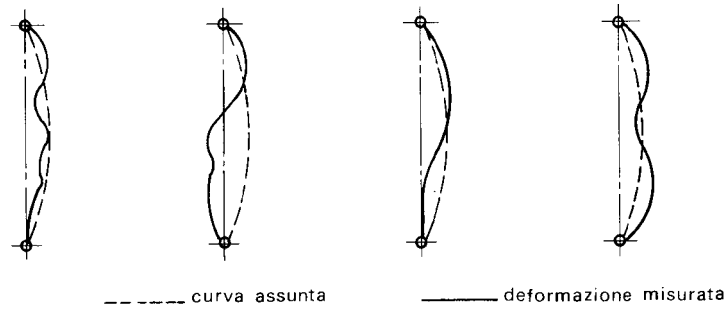


Fig. 4.33

4.4 Qualità e prove di laboratorio

4.4.1 Analisi chimica

4.4.2 Esame macrografico

4.4.3 Esame micrografico

4.4.4 Prova completa a trazione

E' la più conosciuta e diffusa. E' richiesta dalle norme.

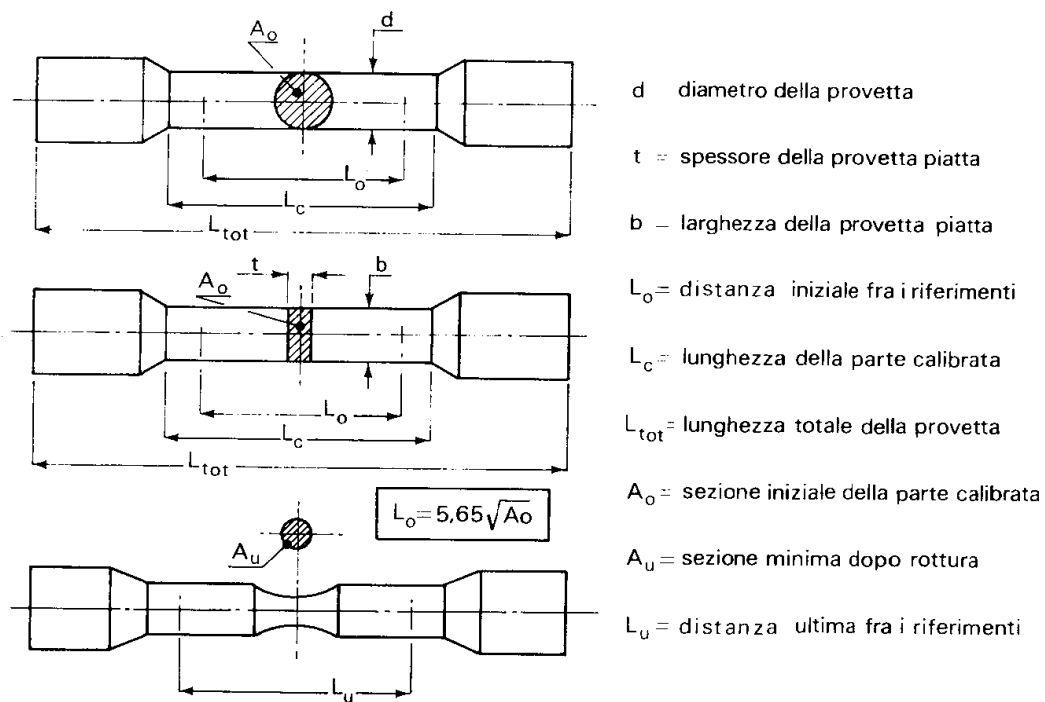


Fig. 4.36

Per tondo $L_0 = 5 \phi$

Diagramma σ - ϵ tipo per acciai dolci o semiduri

- f_0 tensione limite di proporzionalità
- f_e tensione limite di elasticità
- f_y tensione di snervamento
- f_t (f_u) tensione di rottura

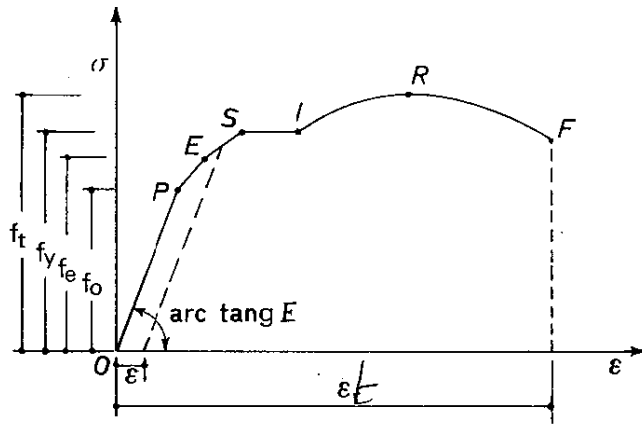


Fig. 4.37

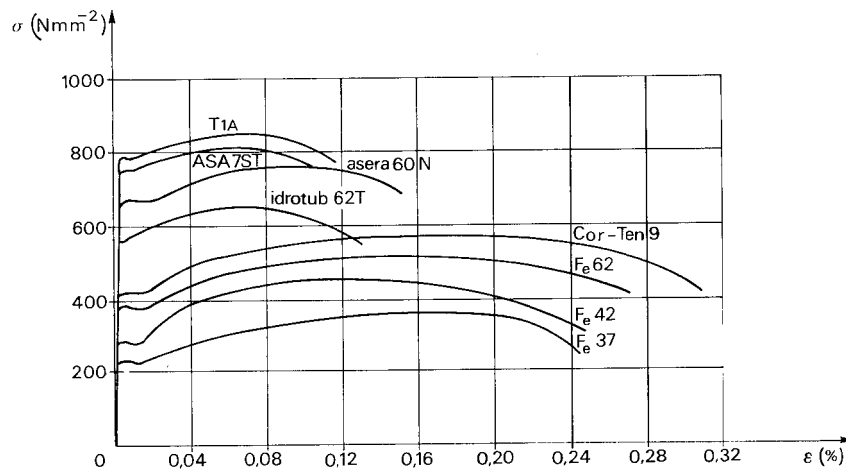


Fig. 4.38

L'andamento decrescente del diagramma σ - ϵ è solo apparente.

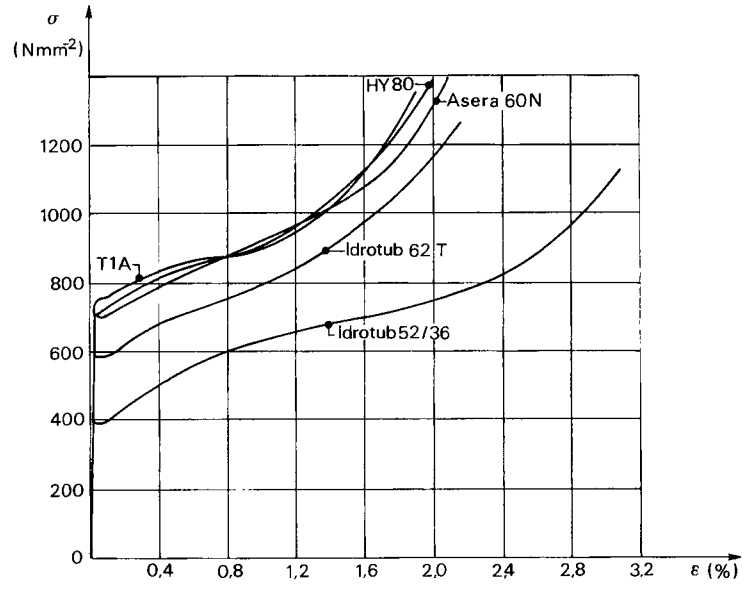


Fig. 4.39

Acciai extra-duri

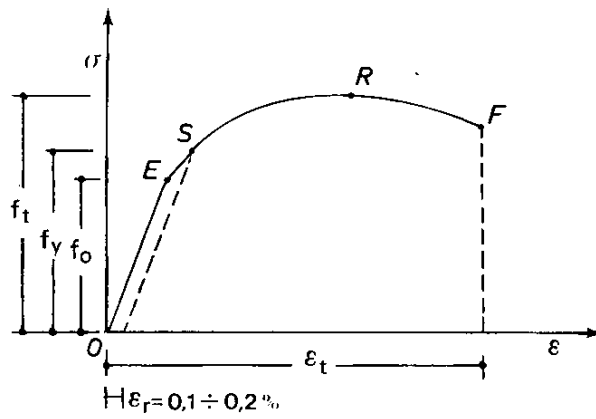
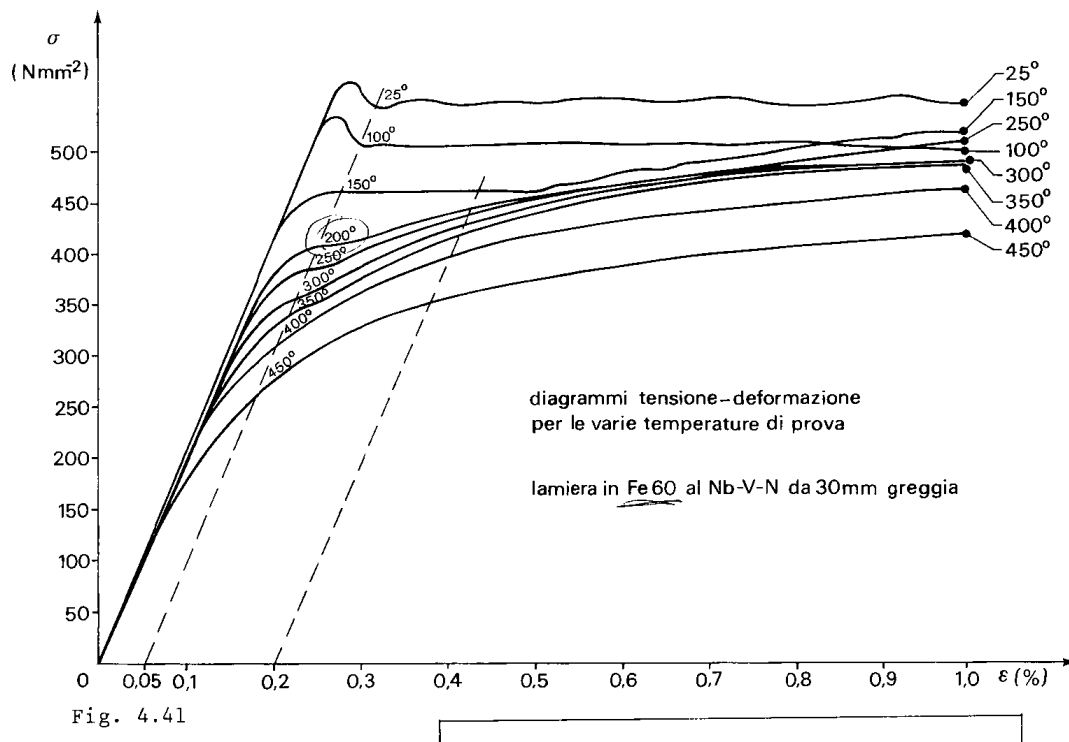


Fig. 4.40



4.4.5 Prova di compressione globale

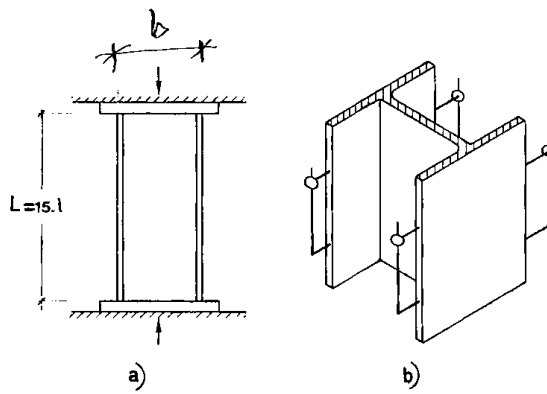


Fig. 4.44

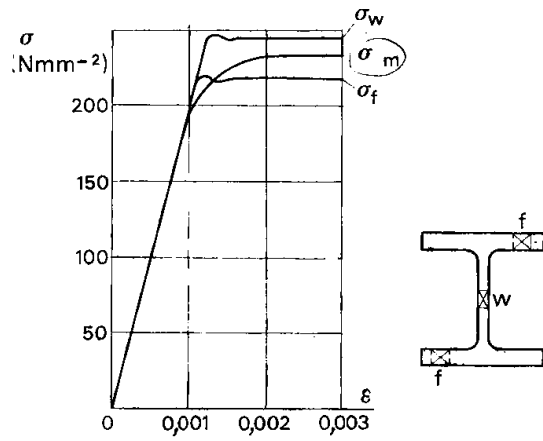


Fig. 4.45

4.4.6 Prova di durezza

4.4.7 Prova di resilienza

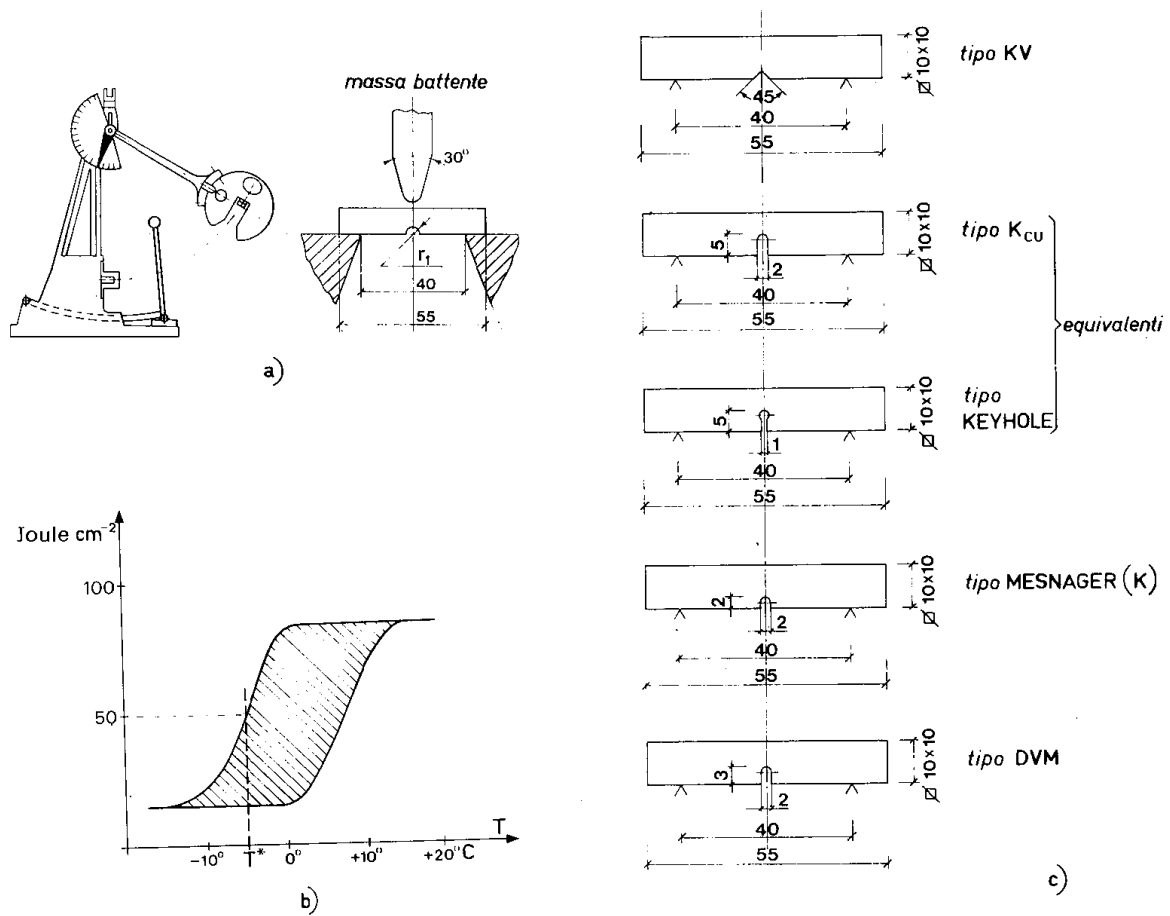


Fig. 4.46

4.4.8 Prova di piegamento

4.4.9 Prova di fatica

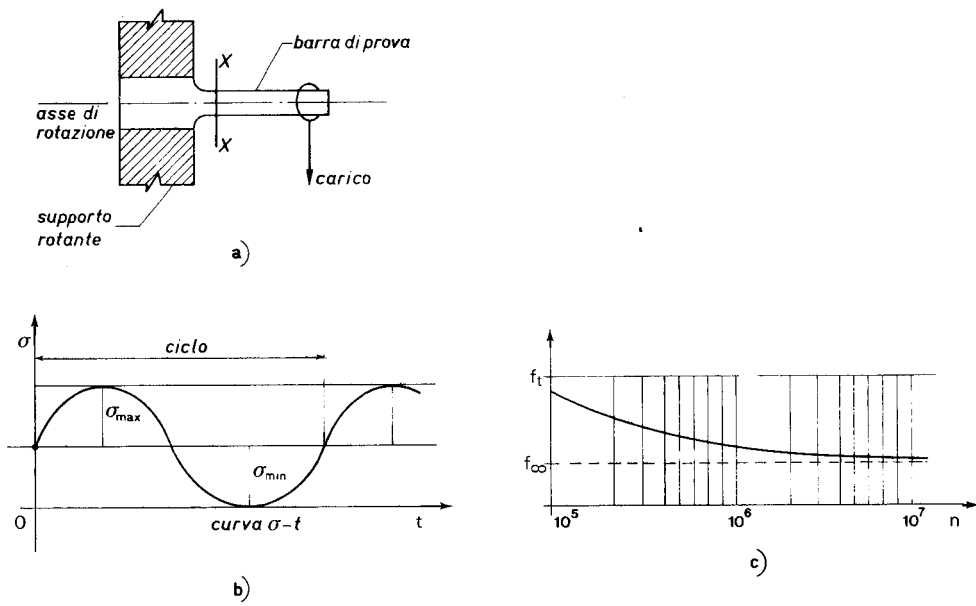


Fig. 4.47

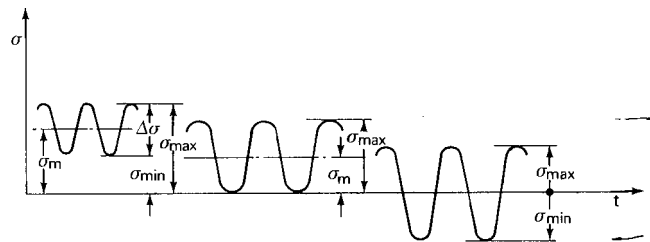


Fig. 4.48

4.4.10 Prova di determinazione delle tensioni residue

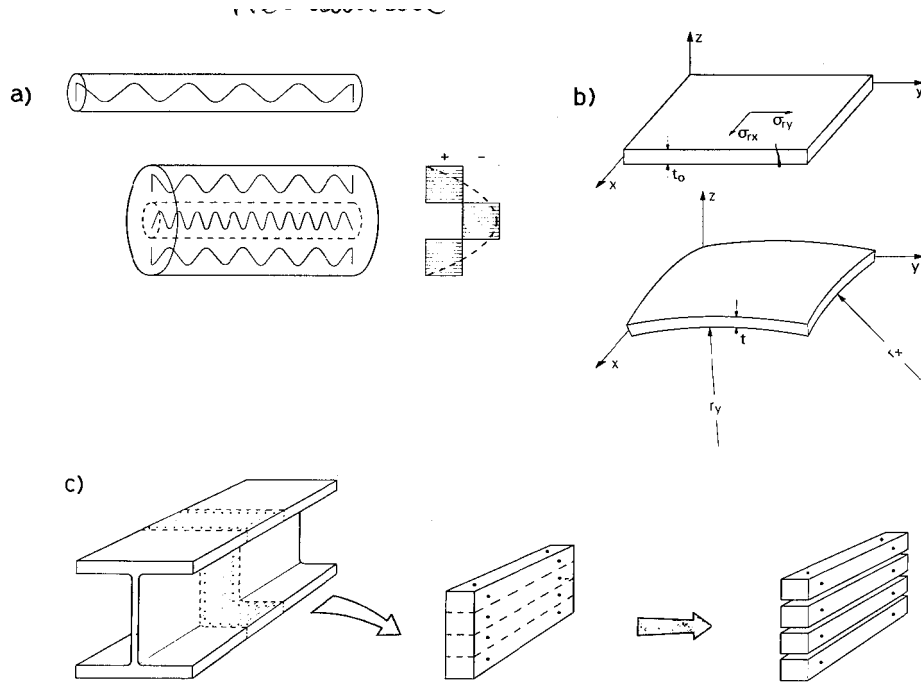


Fig. 4.49

4.5 Gli acciai da carpenteria

Decreto Ministeriale (D.M.) 9-1-96

2.1.1. CARATTERISTICHE MECCANICHE.

I valori di f_t e f_y indicati nei prospetti 1-II e 2-II sono da intendersi come valori caratteristici, con frattile di ordine 0,05 (vedasi Allegato 8).

2.1.1.1. Profilati, barre, larghi piatti, lamiera.

PROSPETTO 1-II

Simbolo adottato	Simbolo UNI	Caratteristica o parametro	Fe 360 (1)	Fe 430 (1)	Fe 510 (1)	
f_t	R_m	tensione (carico unitario) di rottura a trazione [N/mm ²]	(2) ≥ 340 ≤ 470	(3) ≥ 410 ≤ 560	(4) ≥ 490 ≤ 630	
f_y	R_e	tensione (carico unitario) di snervamento [N/mm ²]	(5) ≥ 235	(6) ≥ 275	(7) ≥ 355	
KV	KV	Resilienza KV [J] (8)	B +20°C	≥ 27	≥ 27	≥ 27
			C 0°C	≥ 27	≥ 27	≥ 27
			D -20°C	≥ 27	≥ 27	≥ 27
			DD -20°C	—	—	≥ 40
ϵ_t	A_{min}	Allungamento % a rottura ($L_0 = 5,65 \cdot \sqrt{A_0}$) — per lamiera	≥ 24 (9)	≥ 20 (9)	≥ 20 (9)	
		— per barre, laminati mercantili, profilati, larghi piatti	≥ 26 (10)	≥ 22 (10)	≥ 22 (10)	

2.1.1.2. Profilati cavi.

PROSPETTO 2-II

Simbolo adottato	Simbolo UNI	Caratteristica o parametro	Fe 360 (1)	Fe 430 (1)	Fe 510 (1)	
f_t	R_m	Tensione (carico unitario) di rottura a trazione [N/mm ²]	≥ 360	≥ 430	≥ 510	
f_y	R_e	Tensione (carico unitario) di snervamento [N/mm ²]	(2) ≥ 235	(2) ≥ 275	(3) ≥ 355	
KV	KV	Resilienza KV [J]	B +20°C	≥ 27	≥ 27	≥ 27
			C 0°C	≥ 27	≥ 27	≥ 27
			D -20°C	≥ 27	≥ 27	≥ 27
ϵ_t	A min	Allungamento percentuale a rottura ($L_0 = 5,65 \cdot \sqrt{A_0}$) %	≥ 24	≥ 21	≥ 20	

4.6 Controllo di qualità degli acciai

Il Laboratorio Pietro Pisa dell'Università di Brescia esegue il controllo di qualità degli acciai di numerose acciaierie.

4.7 Criteri di resistenza

Il criterio di resistenza unanimemente adottato dalle normative di tutti i paesi per i materiali metallici è quello di Huber-Hencky-Von Mises, che fa dipendere la crisi del materiale dall'energia dovuta alla variazione di forma.

La tensione ideale di confronto ha la seguente espressione:

stato triassiale
$$\sigma_{id} = \sqrt{\frac{1}{2}(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_3 - \sigma_2)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2} =$$

$$\sigma_{id} = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 - \sigma_1\sigma_2 - \sigma_1\sigma_3 - \sigma_2\sigma_3}$$

stato biassiale
$$\sigma_{id} = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - \sigma_1\sigma_2}$$
 e in termini di componenti speciali:

$$\sigma_{id} = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x\sigma_y + 3\tau_{xy}^2}$$

Nel caso frequente di flessione e taglio ($\sigma_y = 0$) si ha:

$$\sigma_{id} = \sqrt{\sigma_x^2 + 3\tau_{xy}^2}$$

Nel caso di tensione tangenziale pura:

$$\sigma_{id} = \sqrt{3} \tau$$

dalla quale si ricava:

$$\tau_{adm} = \sigma_{adm} / \sqrt{3} \cong 0.577 \sigma_{adm}$$

$$\tau_y = f_y / \sqrt{3} \cong 0.577 f_y$$

ESEMPIO

Verifica della sezione sull'appoggio intermedio di una trave continua. La sezione è soggetta ai massimi valori di momento e taglio.

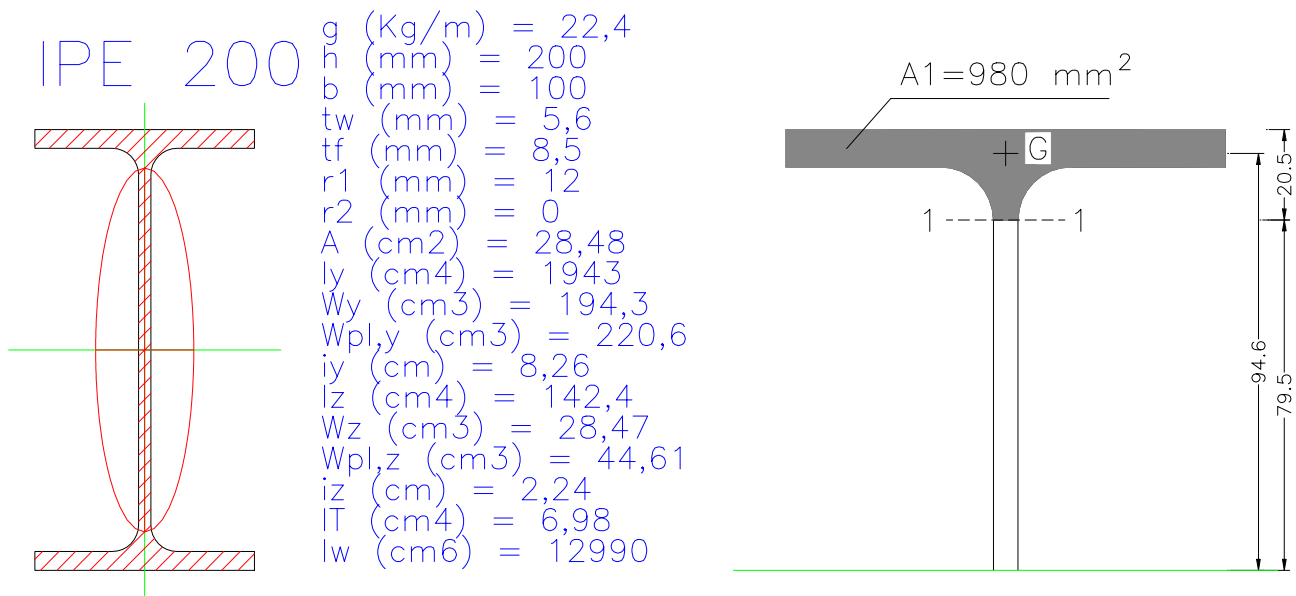


Fig. 1

Acciaio S275 (Fe430) $f_y = 275$ MPa.

Momento resistente plastico $M_{cy,Rd} = 55.15$ kNm

Taglio resistente plastico $V_{pl,Rd} = 202$ kN EC3 #5.4.6

Secondo EC3 #5.4.7 non è necessaria alcuna riduzione del momento resistente se il taglio sollecitante è inferiore alla metà del taglio resistente plastico.

La sezione può quindi sopportare le seguenti sollecitazioni di progetto:

$$M_{Sd} = 55.15 \text{ kNm} \quad V_{Sd} = 101 \text{ kN}$$

Se si applica il criterio di verifica della tensione ideale si deve operare in campo elastico. Verifichiamo la sezione soggetta ai seguenti valori di progetto del momento e del taglio:

$$M_{Sd} = W_{el} \cdot f_{yd} = 194.3 \cdot 10^3 \cdot 275 / 1.1 \cdot 10^{-6} = 48.58 \text{ kNm}$$

$$V_{Sd} = 101 \text{ kN}$$

La fibra più sollecitata è la 1-1 di Fig. 1. In essa si hanno le tensioni:

$$\sigma_1 = M_{Sd} / I_y \cdot 79.5 = 198.8 \text{ MPa}$$

$$\tau_1 = V_{Sd} \cdot S^* / (t_w \cdot I_y) = 86.1 \text{ MPa} \quad (S^* = 980 \cdot 94.6)$$

$$\sigma_{id} = \sqrt{\sigma_1^2 + 3\tau_1^2} = 248.5 < f_{yd} = f_y / \gamma_{M0} = 275 / 1.1 = 250 \text{ MPa}$$

La verifica allo stato limite elastico è quindi soddisfatta per un momento pari al momento resistente elastico ed un taglio pari a metà del taglio resistente plastico.

La verifica allo stato limite elastico ($\sigma_{id,max} < f_{yd}$) è sempre a favore di stabilità rispetto alla verifica allo stato limite plastico ed è più generale. Viene quindi adottata quando non sono a disposizione formule di verifica in campo plastico.