

# 5. Prove meccaniche e proprietà dei materiali

---

5.1 Introduzione, controllare le proprietà meccaniche

5.2 Prova di trazione – sforzo e deformazione

- deformazione elastica, modulo di Young

- resistenza meccanica, carico di snervamento

deformazione a freddo, indurimento

5.3 Deformazione a freddo, indurimento

5.4 Prove di durezza

5.5 Prova d'urto – tenacità

- energia adsorbita

- tenacità e frattura

5.6 Riassunto

5.7 Domande di verifica

## 5.1 Controllare le proprietà tecnologiche

---

In un cristallo con reticolo non-disturbato le dislocazioni si muovono appena che lo sforzo di taglio  $\tau > \tau_{crit}$ . -> **struttura cristallografica, CFC = duttile**

Difetti reticolari impediscono o bloccano il **movimento delle dislocazioni**:

-> difetti di punto: atomi, alligazione (**indurimento per soluzione solida**)

-> difetti di linea: dislocazioni (**deformazione a freddo**)

-> difetti di superficie: bordi di grano (**indurimento per grani fini**)

Così si presentano delle **possibilità tecnologiche** per modificare le proprietà meccaniche (resistenza, duttilità) **in maniera mirata** tramite il tipo e il numero dei difetti reticolari.

Dislocazioni si muovono facilmente – duttile  
Dislocazioni impediti – resistente, duro  
Dislocazioni bloccati – resistente ma fragile

## 5.1 Determinare le proprietà meccaniche

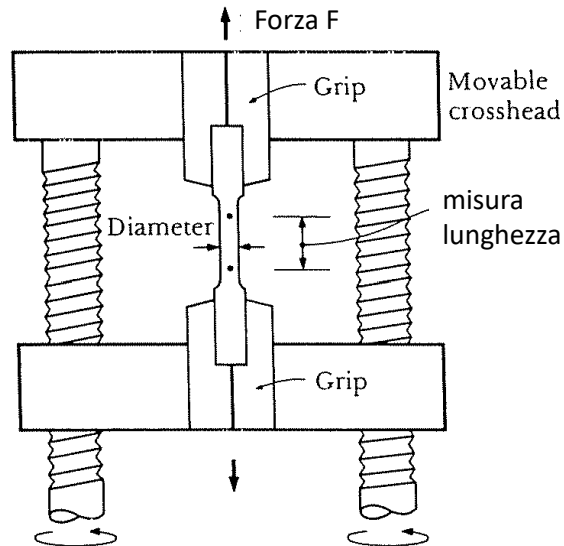
---

Le proprietà meccaniche di molti materiali metallici, leghe come acciai o ottoni, si trovano pubblicati nei libri, norme e linee guida, etc. Questi valori (durezza, resistenza, duttilità...) si ottengono da prove meccaniche standardizzate.

**Domanda: Quali sono le proprietà meccaniche ?**

## 5.2 Prova di trazione

La prova di trazione consente di valutare la resistenza meccanica e la duttilità dei materiali. Un campione viene tirato fino a rottura in un tempo relativamente breve e a velocità costante.



**tensione:**  $\sigma = F / A_0$

$F$ : forza

$A_0$  sezione iniziale

**deformazione:**  $\varepsilon = (l - l_0) / l_0$

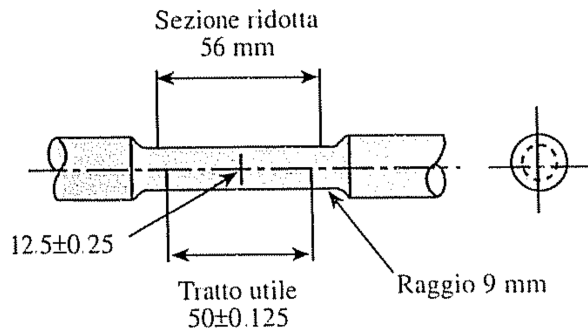
$l_0$  lunghezza iniziale

$l$  lunghezza

## 5.2 Campioni per la prova di trazione

---

I campioni per la prova di trazione sono standardizzati e devono rispettare tutte le dimensioni.



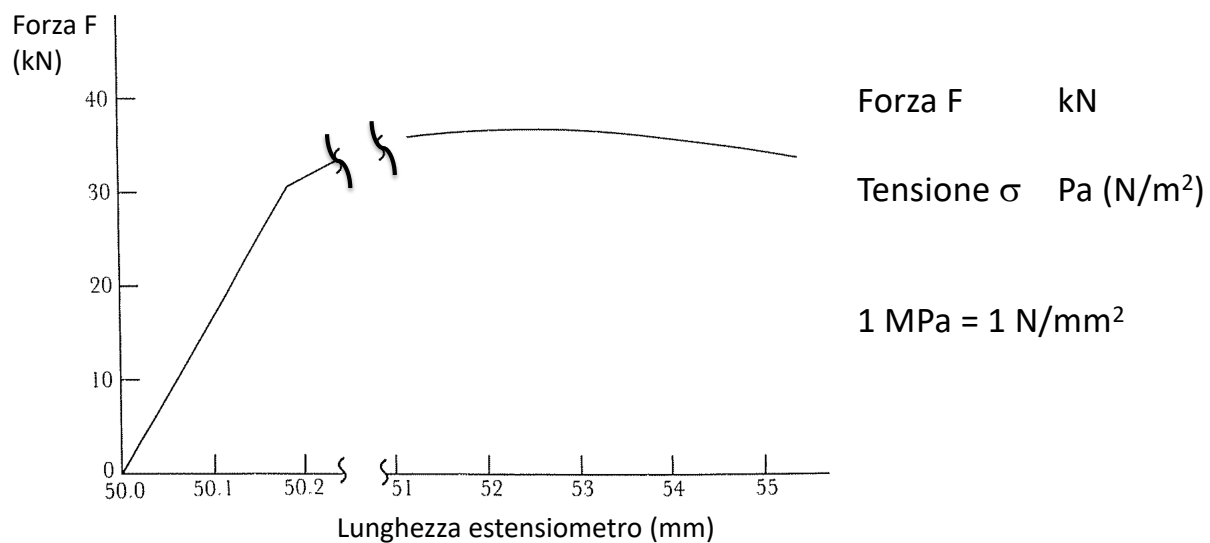
Il **tratto utile** (lunghezza  $l_0$ )  
è  $50 \pm 0.125$  mm

Il **diametro**  $d$  nel tratto utile è  
 $12.5 \pm 0.25$  mm

**Domanda:** perché il diametro al punto dove viene montato il campione nella macchina di trazione è maggiore del diametro nel tratto utile ?

## 5.2 Curva di trazione

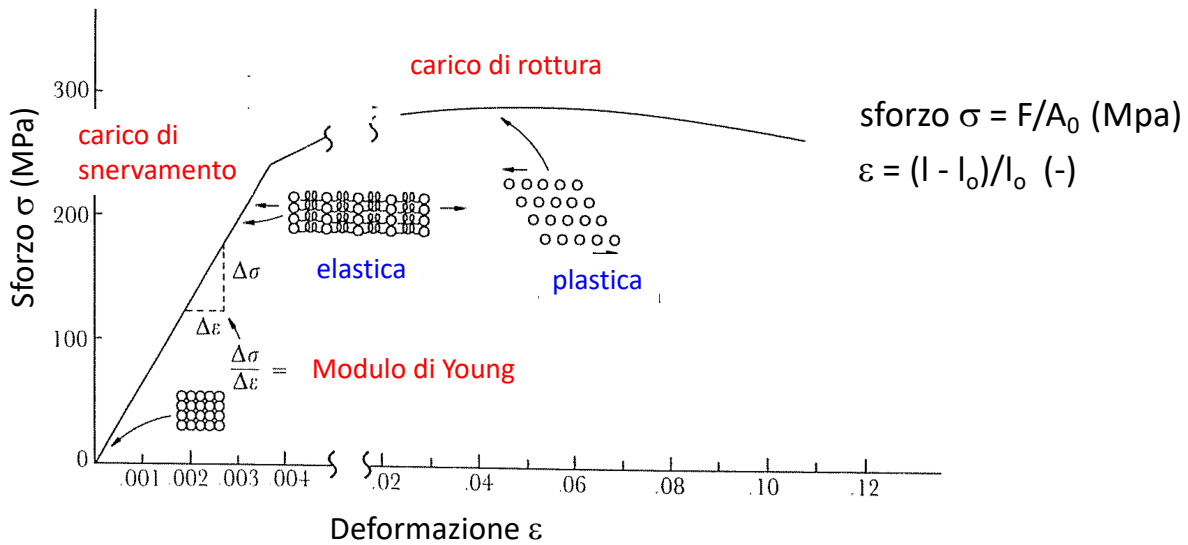
Dalla prova di trazione si ottiene un diagramma **forza F** verso **allungamento l** misurato dall' estensimetro (deformazione).



**Domanda:** Qual'è il significato dell' interruzione dell' asse ?

## 5.2 Diagramma sforzo deformazione

I valori registrati vengono convertiti in valori di sforzo nominale  $\sigma$  e deformazione nominale  $\varepsilon$ .



**Domanda:** come si spiega che con sforzo decrescente la deformazione aumenta ?

## 5.2 Proprietà meccaniche

---

Le proprietà meccaniche che si ottengono dalle curve di trazione sono

- 1 Modulo di Young  $E$  (modulo di elasticità)
- 2 Carico di snervamento  $\sigma_s$
- 3 Carico di rottura  $\sigma_m$
- 4 Allungamento a rottura
- 5 Strizione a rottura

Per il disegno di una struttura / macchina servono soprattutto il **modulo di Young  $E$**  ed il carico di snervamento  $\sigma_s$

## 5.2 Il modulo di Young - rigidità

---

Il modulo di Young (modulo di elasticità) si ricava dalla curva di trazione, nella parte della deformazione elastica.

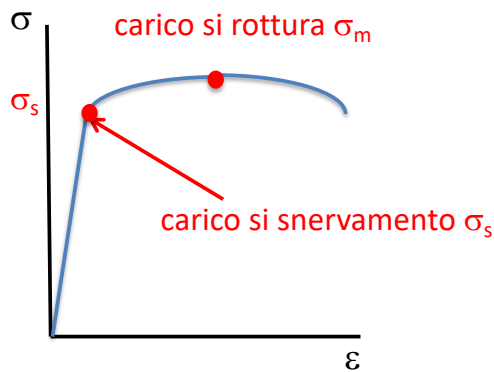
Modulo di elasticità  $E = \sigma / \varepsilon$  (GPa) -> legge di Hook

Materiale	Modulo di elasticità, GPa	Modulo di taglio, GPa	Modulo di Poisson
Leghe di alluminio	72.4	27.5	0.31
Rame	110	41.4	0.33
Acciaio (al solo carbonio e basso legato)	220	75.8	0.33
Acciaio inossidabile (18-8)	193	65.6	0.28
Titanio	117	44.8	0.31
Tungsteno	400	157	0.27

**Spiegare** perché il modulo di elasticità dell' alluminio è tre volte inferiore di quello del ferro.

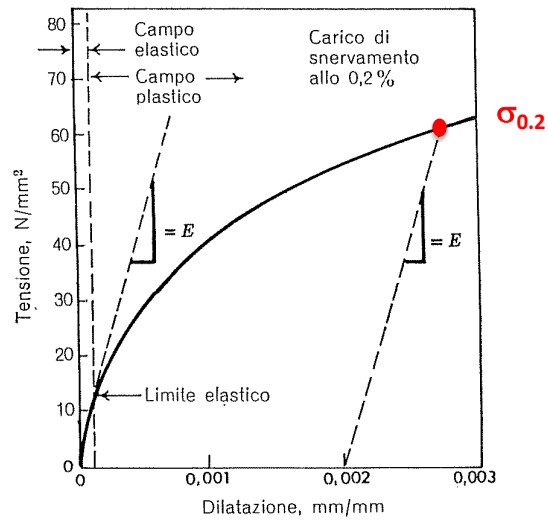
## 5.2 Carico di snervamento, carico di rottura

Il carico di snervamento  $\sigma_s$  rappresenta lo sforzo al di sopra di quello si manifestano delle deformazioni plastiche permanenti nel materiale.



Lavoro di deformazione:

$$\text{Integral: } W = \int_0^{\epsilon_B} \sigma \, d\epsilon = \frac{1}{A_0 l_0} \int_{l_0}^l F \, dl$$

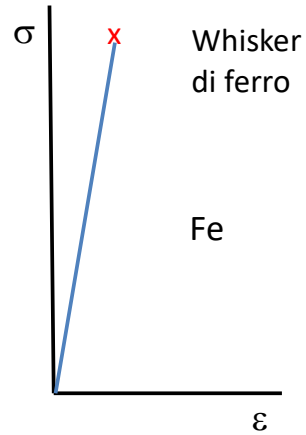
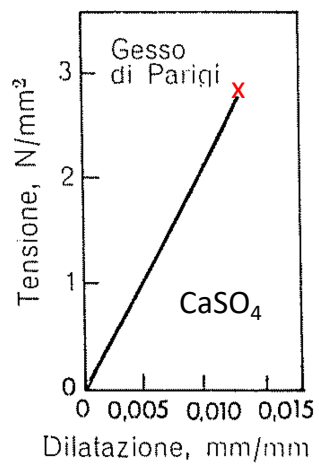
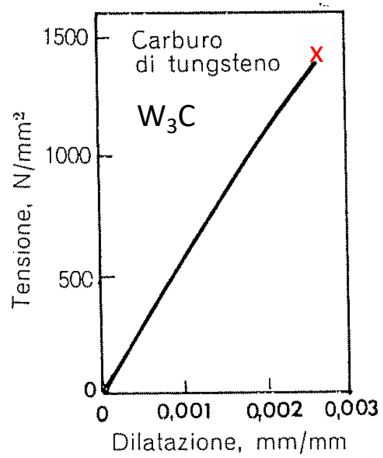


Per materiali dove un carico di snervamento non è netto, si usa una definizione, il carico misurato ad una deformazione di 0.2 %  $\rightarrow \sigma_{0.2}$

## 5.2 Duttile e fragile

---

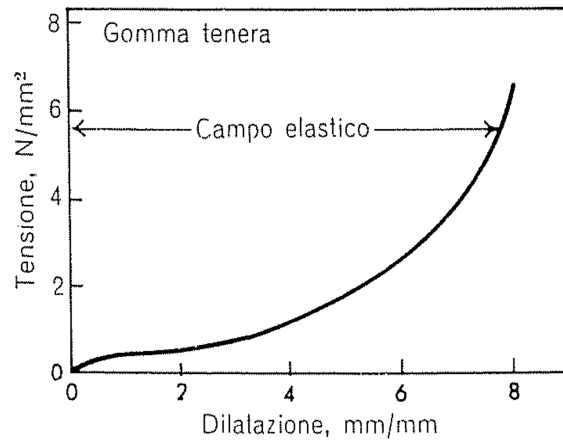
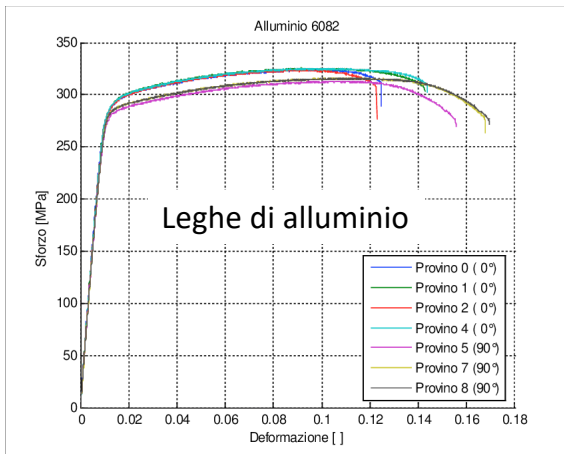
Esempi di materiali fragili:



**Domanda:** spiegare perché questi materiali si comportano fragile.

## 5.2 Duttile e fragile

Esempi di materiali **duttili**:



**Domanda:** spiegare perché questi materiali si comportano duttile.