

## 2.MATERIALI IMPIEGATI PER COSTRUZIONI MECCANICHE

### 1.PROPRIETÀ DEI MATERIALI

Essi sono scelti in base alle loro caratteristiche chimiche, meccaniche e tecnologiche.

Le caratteristiche meccaniche vengono determinate con apposite prove unificate e sono:

1. CARICO UNITARIO MASSIMO A TRAZIONE E COMPRESSIONE (CARICO DI ROTTURA);
2. ALLUNGAMENTO PERCENTUALE A ROTTURA
3. DUREZZA
4. RESILIENZA

#### PROVA DI TRAZIONE

Con un'apposita macchina viene applicato gradualmente un carico di trazione (o compressione) a una provetta standardizzata, e grazie ad appositi strumenti si esegue l'andamento del carico e delle deformazioni subite dalla provetta per effetto di tale carico.

Da questi dati si ricava una curva SFORZO-DEFORMAZIONE che nel caso di un acciaio dolce può essere divisa in tre zone:

1. Una con carichi inferiori a  $F_0$  in cui l'allungamento  $\epsilon$  è proporzionale al carico applicato  $\sigma$ . Il coefficiente di proporzionalità prende il nome di MODULO DI YOUNG (O ELASTICITÀ) e varia per ogni materiale:  $E = \sigma_0 / \epsilon_0$ . Dove  $\sigma_0 = \sigma / L_0$  sono il carico e l'allungamento unitari e  $s_0$  e  $L_0$  sono rispettivamente la sezione e la lunghezza iniziali della provetta. In questa fase non ci sono deformazioni permanenti della provetta, cioè si ha un comportamento elastico.
2. Superato il valore di carico  $F_p$  inizia la zona di "snervamento" in cui, pur rimanendo il carico pressoché costante, le deformazioni sono permanenti (ma minori dello 0.2%).
3. Superato  $F_s$  si passa alla zona dove piccoli aumenti di carico corrispondono a grandi deformazioni;
4. Raggiunto  $F_m$  si ha la strizione del materiale, ovvero la sua sezione si riduce sensibilmente, fino a giungere alla rottura.

Da questa prova si ricavano le seguenti proprietà del materiale:

1. CARICO UNITARIO AL LIMITE DI PROPORZIONALITÀ ( $R_p$ ):  $R_p = F_p / S_0$
2. CARICO UNITARIO DI SNERVAMENTO ( $R_s$ ):  $R_s = F_s / S_0$ . Per i materiali per i quali non è individuabile graficamente il valore di  $F_s$  si definisce come carico di snervamento quello per cui si ha una deformazione permanente dello 0.2%.
3. CARICO UNITARIO DI ROTTURA ( $R_m$ ):  $R_m = F_m / S_0$
4. ALLUNGAMENTO % A ROTTURA: detti  $L_0$  la lunghezza iniziale e  $L$  quella a frattura (presa avvicinando i due pezzi di materiale) si ha:  $A\% = ((L - L_0) / L_0) \times 100\%$ .
5. TENACITÀ: L'area che sottende la curva sforzo deformazioni rappresenta il lavoro necessario per deformare la provetta fino a rottura. Se questo lavoro è piccolo il limite di snervamento e rottura sono vicini e il materiale è FRAGILE, viceversa è TENACE.

#### RESILIENZA

La RESILIENZA è la capacità di un materiale di resistere a urti. È definita come l'energia assorbita a rottura da una provetta unificata colpita da un maglio fatto cadere da una specifica altezza:

$K = W / S_0$  dove  $W$  è l'energia assorbita (J) e  $S_0$  la sezione resistente della provetta ( $\text{cm}^2$ )

Hanno bassi valori di resilienza i materiali fragili, alti quelli tenaci.

#### DUREZZA

È la resistenza opposta da un materiale a farsi penetrare da un penetratore standard. Le prove di durezza più importanti sono:

1. BRINNELL (HB)
2. ROCKWELL (HR)
3. VICKERS (HV)

## 2.ACCIAI

Sono una lega ferro-carbonio contenente al massimo lo 0.17% di carbonio ed eventualmente piccole percentuali di altri elementi.

Prendono il nome di acciai al carbonio quegli acciai che non contengono elementi di lega all'infuori di Fe e C.

L'aggiunta di altri elementi può migliorare alcune caratteristiche:

1. NICHEL, migliora resilienza e A%;
2. CROMO, aumenta la durezza tramite la formazione di carburi e conferisce resistenza all'ossidazione;
3. MOLIBDENO (con Ni e Cr) migliora la resistenza, la resilienza e la durezza;
4. SILICIO E MANGANESE, aumentano il valore di elasticità;
5. TUNGSTENO, CROMO E VANADIO, insieme aumentano la durezza.

Le caratteristiche meccaniche degli acciai possono essere variate con "trattamenti termici" consistenti in riscaldamento, permanenza a opportuna T e raffreddamento eseguiti con diverse tecniche, al fine di favorire la formazione di particolari strutture cristalline. I principali sono:

1. RICOTTURA: è un riscaldamento lento e uniforme fino a 750-900°C seguito da raffreddamento lentissimo. Conferisce massima dolcezza, omogeneità e lavorabilità alle macchine utensili all'acciaio.
2. TEMpra: è un riscaldamento a 750-900°C seguito da raffreddamento veloce (olio o acqua). Si forma così una struttura martensitica che aumenta notevolmente la durezza e la resistenza meccanica dell'acciaio aumentandone però la fragilità.
3. RINVENIMENTO: è un trattamento a T inferiore a quella di tempra per ridurre la fragilità dell'acciaio dopo la tempra stessa. L'insieme dei trattamenti di tempra e rinvenimento vien detto BONIFICA.
4. CEMENTAZIONE E NITRURAZIONE: consistono nel riscaldamento del pezzo in atmosfera ricca di carbonio o azoto in modo da rendere la superficie del pezzo più dura.

### DESIGNAZIONE UNI

La designazione convenzionale degli acciai usata in Italia è contenuta nella norma UNI EN 10027. In essa gli acciai sono divisi in due gruppi:

- **PRIMO GRUPPO:** acciai designati in base alle loro caratteristiche meccaniche (sottogruppo I.1), ed in base all'impiego (sottogruppo I.2). Per questi acciai non è garantita la composizione chimica, ma solo le caratteristiche meccaniche o proprietà particolari che ne determinano l'impiego.
  - **SOTTOGRUPPO I.1:** Gli acciai di questo sottogruppo vengono designati con la sigla Fe seguita da tre cifre che rappresentano il valore minimo in kg/mm<sup>2</sup> del carico di rottura o di quello di snervamento (in questo caso vengono preceduti dalla lettera E), e dall'eventuale simbolo chimico di un'aggiunta standard; inoltre può seguire un'indicazione dell'idoneità a saldatura con lettera ABCD.
  - **SOTTOGRUPPO I.2:** Gli acciai di questo sottogruppo vengono indicati con la sigla Fe seguita da una lettera caratterizzante le proprietà particolari, a sua volta seguita da un numero di due o più cifre.
- **SECONDO GRUPPO:** acciai designati in base alla loro composizione chimica. Questi sono messi in opera dopo un opportuno trattamento termico che ne esalta alcune caratteristiche. Si distinguono due sottogruppi:
  - **ACCIAI NON LEGATI (II.1)** quelli destinati al trattamento termico sono contraddistinti da una lettera C seguita dal tenore di carbonio moltiplicato per cento ed eventualmente dal simbolo di un elemento la cui presenza (pur in bassi tenori) determina proprietà particolari, seguita a volte da una cifra (seguiti dalla lettera indicativa dei tenori di zolfo e fosforo). Quelli destinati ad impieghi particolari sono designati con la lettera C seguita da una lettera indicante l'impiego al quale è destinato l'acciaio e dal tenore di carbonio moltiplicato per cento
  - **ACCIAI LEGATI (II.2)** si distinguono in acciai in cui il tenore di ogni elemento di lega è inferiore al 5% (II.21) e acciai il cui tenore di almeno un elemento di lega è > del 5% (II.22):
    - **Debolmente legati II.21:** sono designati con una cifra indicante il tenore di carbonio moltiplicato per 100, seguita da simboli chimici di elementi di lega caratterizzanti l'acciaio, in ordine di tenori crescenti, e da un numero corrispondente al tenore dell'elemento di lega presente in quantità maggiore moltiplicato per un fattore convenzionale (in figura).
    - **Altamente legati II.22:** sono designati con la lettera X seguita dal tenore di carbonio moltiplicato per cento, dal simbolo di elementi di lega e dai loro tenori (senza fattore moltiplicativo).

FATTORI Moltiplicativi

ELEMENTI	FATTORE DI MoltiplicAZIONE
Co, Cr, Mn, Ni, Si, W	4
Al, Be, Cu, Mo, Nb, Pb, Ta, Ti, V, Zr	10
Ce, N, P, S	100
B	1000

### Esempi

**Fe 410 Pb** acciaio con  $R = 410 \text{ kg/mm}^2$  contenente Pb in bassi tenori;

**Fe E355 Mn** acciaio con  $R_s = 355 \text{ kg/mm}^2$  contenente Mn in bassi tenori.

**Fe 50 B** acciaio con carico unitario di rottura a trazione garantito di  $50 \text{ kg/mm}^2$  e grado di idoneità alla saldatura B.

**Fe P 03** acciaio in lamiera sottile per imbutitura, grado di qualità 03.

**C 40 S** acciaio non legato con tenore medio di carbonio 0,4 % con tenore minimo garantito di zolfo.

**CD 30 Cr 1** acciaio non legato per vergella con tenore medio di carbonio 0.3% e con aggiunta di cromo al livello 1

**18 Ni Cr 16** acciaio debolmente legato con tenore medio di carbonio dello 0.18%, tenore di nichel di circa 4% e tenore di cromo imprecisato.

**20Mn5** acciaio legato con tenore medio di carbonio dello 0.20% e con tenore di manganese dello 1.25%

**X 10 CrNi 18 8** acciaio legato, con tenore medio di carbonio dello 0.1%, tenore di cromo del 18% e di nichel dell'8%.

### GHISE

Sono leghe ferro-carbonio con tenore di carbonio fra 1.7-6.67%. Sono caratterizzate da elevata durezza, bassa resistenza a trazione ed elevata a compressione. Si dividono nelle seguenti categorie:

1. GHISE GRIGIE PER GETTI: adatte alla fabbricazione di pezzi in fusione con bassa resistenza a trazione ed alta a compressione, poco lavorabili. Sono classificati con G-carico minimo a trazione.
2. GHISE LEGATE: contengono anche varie percentuali di altri elementi. Ne fanno parte le ghise sferoidali ottenute con l'aggiunta di magnesio che presentano un'aumentata resistenza a trazione, l'allungamento percentuale, resilienza e lavorabilità. Le ghise sferoidali sono classificate GS carico a trazione minimo garantito/allungamento percentuale a frattura.
3. GHISE MALLEABILI: sono ottenute con un trattamento termico che conferisce buona resilienza, allungamento % e deformabilità al piegamento. Si dividono in ghise a cuore bianco e nero. Sono classificate mettendo GMB-carico di rottura a trazione per le ghise bianche e mettendo N al posto di B per le nere.
4. GHISE SPECIALI Sono ottenute con un processo fusorio speciale. Tra queste c'è la ghisa grigia per getti in sabbia che si classifica come Gh-durezza Brinnell.

### 3.LEGHE DEL RAME

1. BRONZI, contengono come elemento principale di lega lo stagno;
2. OTTONI, contengono come elemento principale di lega lo zinco.

La designazione unificata prevede la lettera P per le leghe da deformazione plastica, quella G per le leghe da fonderia, seguite da un trattino, dal simbolo Cu e dai simboli di altri elementi di lega con le relative percentuali.

### 4.LEGHE LEGGERE

Hanno come elemento di lega principale l'alluminio e come elementi di lega rame, silicio, magnesio, manganese, zinco, nichel. Si possono distinguere come prima col rame usando però il simbolo Al al posto di Cu.

### 5.LEGHE ULTRALEGGERE

Sono leghe a base di magnesio con aggiunta di alluminio, zinco e manganese. La designazione è di nuovo come prima.

### 6.LEGHE ANTIFRIZIONE

Sono impiegate per realizzare il rivestimento interno dei cuscinetti di strisciamento e per altri macchinari che devono scorrere su altri. Per questo devono avere elevata durezza e alto coefficiente di trasmissione termica e alta resistenza a compressione, alta fusibilità e plasticità per essere applicata a supporti in bronzo, ghisa o acciaio. I tipi principali di queste leghe sono i METALLI BIANCHI a base di stagno, stagno-piombo o stagno-zinco. La designazione è analoga a quella delle leghe leggere (Sn al posto di Al) ma si usa anche quella dove a MB viene fatto seguire dalla percentuale di stagno nella lega.

### 7.MATERIE PLASTICHE

Sono materiali a struttura macromolecolare divisi in:

1. RESINE TERMOPLASTICHE: formate mediante riscaldamento e pressione che assumono rigidità col raffreddamento ma rammolliscono se riscaldate.
2. RESINE TERMOINDURENTI: quando vengono riscaldate raggiungono una struttura reticolata che conferisce alta durezza e resistenza. Vengono formate a partire da polveri, granuli o fiocchi e il processo è irreversibile.

### 8.MATERIALI PER GUARNIZIONI

- GOMMA (naturale o sintetica), che però limita la temperatura d'esercizio;
- CARTA IN FOGLI; per guarnizioni a bassa T;
- AMIANTO, RAME RICOTTO, ALLUMINIO per guarnizioni ad alta T.