

## ***La bulloneria***

***Fondamenti, tipi, caratteristiche.***



*Bullone = vite + dado*

### **Indice:**

<b>Introduzione e tipi di collegamenti .....</b>	<b>2</b>
<b>Viti e filetti .....</b>	<b>3</b>
<b>Il filetto e le sue grandezze .....</b>	<b>4</b>
<b>Il preforo e la regola pratica .....</b>	<b>4</b>
<b>Le teste delle viti .....</b>	<b>4</b>
<b>Sistemi antisvitamento .....</b>	<b>5</b>
<b>Classi di bulloneria .....</b>	<b>5</b>
<b>Esempio di dimensionamento .....</b>	<b>6</b>
<b>Fonti bibliografiche .....</b>	<b>6</b>

*La presente dispensa si propone di offrire una panoramica riassuntiva degli argomenti, rimandando per una trattazione approfondita ed esaustiva a testi specifici.*

## Introduzione

Da sempre, oltre che costruire particolari, uno dei problemi che ha dovuto affrontare il mondo della tecnica è stato quello non da poco di doverli assemblare, per costituire complessivi finiti.

I tipi di collegamento sono tre.

- Collegamenti permanenti: chiodatura, mandrinatura, aggraffatura, saldatura ed altri.
- Collegamenti smontabili: classicamente, in meccanica, tramite bulloneria.
- Collegamenti articolati: cerniere.

## COLLEGAMENTI PERMANENTI

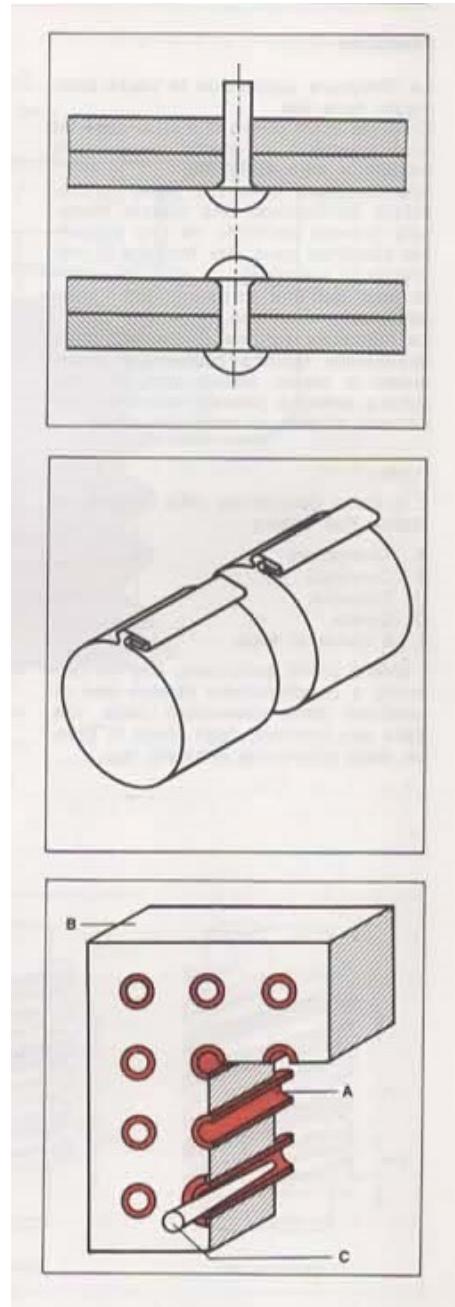
La chiodatura è un procedimento a caldo praticamente in disuso. La chiodatura è stata grande protagonista dell'assemblaggio di strutture in acciaio quali ponti, caldaie, carri ferroviari, locomotive, navi, i grattacieli e la stessa Tour Eiffel. Si sovrapponevano due lamiere ed in un foro coincidente si infilava un chiodo rovente in acciaio che veniva "ribadito" (ribattuto, deformato a martellate), si formava così una seconda testa ed il chiodo, raffreddandosi, si accorciava, fissando efficacemente i due pezzi. Come detto, oggi, salvo che in restauri, questa tecnica è in disuso, superata dalla più efficace saldatura; i essa ci resta però un'eredità, che sono i rivetti, che si applicano a freddo, tanto semplici, pratici ed efficaci sia nel bricolage che nell'industria. I rivetti sono la tecnica prevalente di assemblaggio dei piccoli e grandi aerei metallici che solcano i nostri cieli tutti i giorni.

L'aggraffatura è un procedimento a freddo che consiste nel ripiegare i bordi sovrapposti di lamiere sottili ( $s_{max} = 0.8$  mm). L'aggraffatura può assicurare la tenuta idraulica anche in presenza di una certa pressione; esempi di aggraffatura sono le scatole metalliche per alimenti (fagioli, tonno, lattine di bevande gassate, bombolette spray, ...).

La mandrinatura è un procedimento a freddo molto specifico, utilizzato principalmente nella costruzione di caldaie e scambiatori di calore a fascio tubiero, per il collegamento di piastre e tubi. Si inserisce l'estremità di un tubo in un foro di una piastra e rullando il tubo dall'interno lo si deforma leggermente facendolo aderire al foro della piastra.

La saldatura è la trasformazione di due pezzi in un pezzo solo. Si tratta cioè di fondere, rendere liquide, porzioni di sostanza solida vicine tra loro, ma appartenenti a due pezzi diversi, e di unire le due parti liquide in un unico bagno, detto bagno di fusione e di lasciarlo raffreddare. Una volta solidificato, il bagno si sarà trasformato in un cordone che apparterrà ad entrambi i pezzi, che saranno così diventati un pezzo unico.

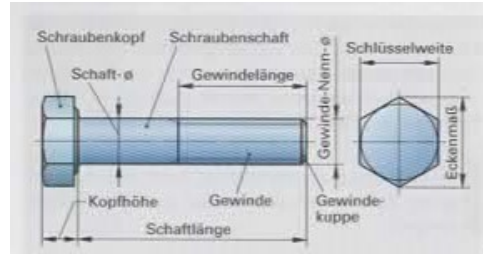
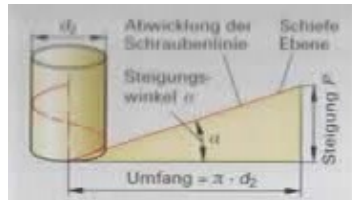
In "altri" possiamo ricomprendere gli incollaggi (tramite sostanze chimiche od adesivi) e gli assemblaggi che sfruttano la dilatazione termica (si assemblano dei particolari a temperature anche molto diverse in maniera che al raffreddamento e/o riscaldamento a temperatura ambiente si realizzi un collegamento permanente).



## COLLEGAMENTI SMONTABILI

La bulloneria. Alla base della bulloneria c'è il filetto, una sorta di piano inclinato avvolto su un cilindro che consente di convertire forze radiali in forze assiali; l'inversione della forza radiale applicata consente lo smontaggio del collegamento. La testa della vite assume una grande importanza in quanto deve poter ricevere e sopportare la coppia applicata senza deformarsi. Nei collegamenti filettati l'attrito è l'altro elemento chiave che consente la stabilità nel tempo del collegamento.

Accorgimenti particolari impediscono lo svitamento anche in presenza di vibrazioni od altre sollecitazioni.



## COLLEGAMENTI ARTICOLATI

Le cerniere sono quei collegamenti che uniscono i particolari del complessivo consentendo però il movimento di un pezzo rispetto ad un altro. Esempi sono i bracci degli escavatori, le porte, le leve dei macchinari, le ruote.

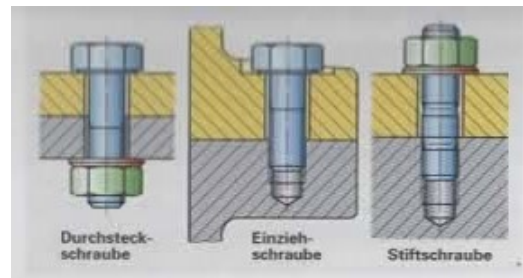
## Viti e filetti

### Le tre principali famiglie di viti

Passanti: sono quelle viti che passano in fori non filettati dei particolari da unire e fuori dal foro si accoppiano con un dado.

Mordenti: sono quelle viti che uniscono, ad esempio, due particolari passando in un foro non filettato nel primo particolare ed avvitandosi in un filetto femmina (madrevite) presente nel secondo particolare.

Prigioniere: sono delle barrette filettate (una sorta di viti senza testa) avvitate in un particolare e sporgenti da esso. Accostando il particolare da unire al primo si opera il fissaggio avvitando un dado nella parte sporgente del prigioniero.



## Il filetto e le sue grandezze

Il diametro esterno ( $d$  in figura) è il principale identificatore di una vite. Da esso dipende, in genere, anche il numero della chiave necessaria.

Il passo ( $p$  in figura) è la distanza tra due creste e rappresenta anche la distanza che la vite percorre con una rotazione completa. Il passo può essere normale o fino (con varie possibilità) e determina anche il diametro di nocciolo ( $d_n$  in figura), cioè quel diametro che non viene coinvolto dalla realizzazione del filetto e che determina, la sezione resistente della vite e, assieme al tipo di materiale utilizzato, anche la sua resistenza. Più fino è il passo e maggiore è il diametro di nocciolo. I filetti più comuni sono quelli metrici e quelli Withworth.

Il filetto metrico è caratterizzato dalle misure in mm e da un angolo del filetto di  $60^\circ$ .

Il filetto Withworth è caratterizzato dalle misure in pollici e da un angolo di filetto di  $55^\circ$ .

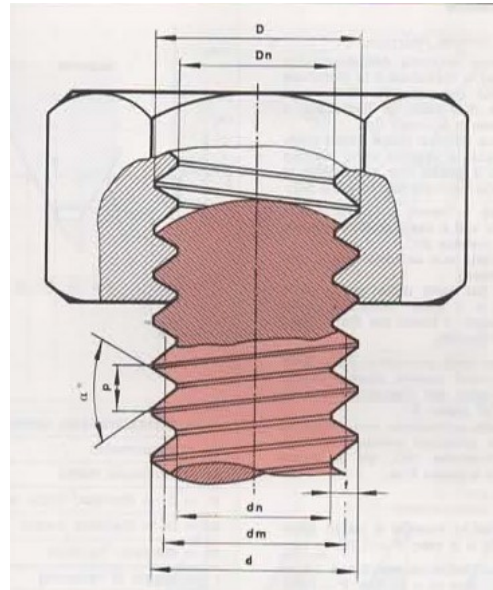
Esempio filetto metrico: M6x1, che significa: diametro esterno 6 mm e passo 1 mm.

Esempio filetto Withworth: W1/4"x20, che significa: diametro esterno 1/4 di pollice e 20 filetti (creste) per pollice.

**Nota:** al crescere del numero identificativo del passo nei filetti M il passo cresce, mentre nei filetti W diminuisce.

Filetti M più comuni:

M4x0,7	chiave da 7 mm
M5x0,8	chiave da 8 mm
M6x1	chiave da 10 mm
M8x1,25	chiave da 13 mm
M10x1,5	chiave da 17 mm
M12x1,75	chiave da 19 mm



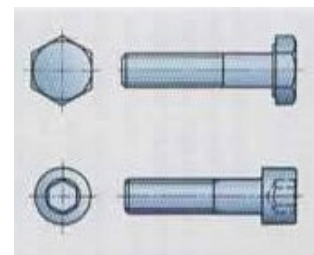
## Il preforo e la regola pratica

Per realizzare un filetto femmina è necessario eseguire un preforo. Esistono dettagliate tabelle che riportano le misure esatte dei prefori in base al tipo e misura del filetto.

In assenza di tali tabelle, un metodo pratico, semplice anche se approssimativo, per determinare il diametro del preforo è  $d - p$  (il diametro meno il passo).

## Le teste delle viti

Le più comuni teste in uso per le costruzioni meccaniche sono le teste esagonali ( $h = 0,8 d$  - standard -, ma possibile da  $0,6 d$  sottile a  $1,0 d$  costruzioni pesanti) o cilindriche con esagono incassato, chiamate anche a brugola. Di comune uso. Da vari anni, sono anche le viti "torx", che sono simili alle viti a brugola, ma riducono il rischio di deformazione dell'esagono (immagine piccola).



## Sistemi antisvitamento

Vibrazioni, sollecitazioni e variazioni di temperatura possono indurre lo svitamento di viti e dadi. Sono stati sviluppati molti sistemi per impedire questo svitamento ed i principali sono quelli illustrati nelle figure.

A destra dall'alto: rondelle spezzare per uso meccanico e dentellate per assicurare, oltre al freno meccanico, anche un buon contatto elettrico.

Rondella incorporata nella testa della vite.

Adesivo a media (frena, ma consente lo smontaggio) o forte adesione (blocca senza considerare la possibilità di futuro smontaggio).

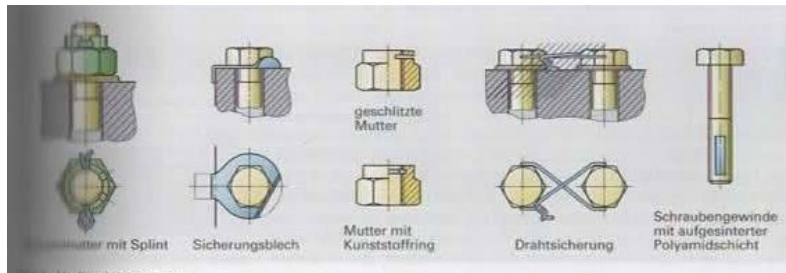
In figura sotto altri sistemi meccanici:

Con copiglia (dado apposito e vite forata).

Con grande rondella da piegare bloccata da un dente.

Dado autobloccante, contiene un anello in materiale plastico. Questo tipo di dadi andrebbero sostituiti ad ogni smontaggio.

Frenatura con filo di ferro: utilizzatissima in campo aeronautico consente di ispezionare a vista in modo semplicissimo che non vi siano stati svitamenti.



## Classi di bulloneria

I numeri che appaiono sulla bulloneria di qualità, hanno il seguente significato:

Il primo numero indica il carico unitario di rottura dell'acciaio che costituisce la vite.

Il secondo numero indica la percentuale (divisa per 10) rispetto al carico unitario di rottura alla quale avviene lo snervamento.

Esempio:

8.8 significa: carico unitario di rottura  $800 \text{ N/mm}^2$ , carico unitario di snervamento l'80% del carico di rottura. In questo caso  $800 \times 80 / 100 = 640 \text{ N/mm}^2$

Le classi di bulloneria più diffuse sono la 4.8 e la 8.8, ma esistono anche la 3.8 e le molto più performanti 10.9 e 12.09 in acciaio legato.

Esistono anche viti di vari materiali diversi dall'acciaio, quali ad esempio l'acciaio inox (uso marino) od il bronzo.

### Esempio di dimensionamento

Calcolare il carico massimo che non determini deformazioni plastiche (cioè oltre il limite di snervamento e quindi permanenti) applicabile ad una vite M8x1,25 di classe 8.8.

Dati:

Vite M8x1,25

Classe di bulloneria 8.8

Quindi:

$$\sigma_r = 800 \text{ N/mm}^2$$

$$d_n = 6,466 \text{ mm (da tabella)}$$

Aiutino:

$$\text{Formula dell'area del cerchio partendo dal diametro: } A = \pi d^2/4$$

Trovare:

Carico massimo applicabile alla vite F

Soluzione:

Trovo il carico unitario di snervamento  $\sigma_s$

$$\sigma_r = 800 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_s = 80 \% \sigma_r$$

$$\sigma_s = 800 \times 80 / 100 = 640$$

$$\sigma_s = \mathbf{640 \text{ N/mm}^2}$$

Calcolo area sezione resistente, quella determinata dal diametro di nocciolo.

$$A = \pi d_n^2/4 = 3,14 \times 6,466^2/4 = 3,14 \times 41,81/4 = 32,82 \text{ mm}^2$$

Calcolo del carico massimo F applicabile alla vite.

$$F = A \times \sigma_s$$

$$F = 32,82 \times 640 = 21.004,8$$

$$\text{Controllo dimensionale: } [\text{mm}^2] \times [\text{N} / \text{mm}^2] = [\text{N}]$$

$$F = \mathbf{21.004,8 \text{ N} = 21 \text{ kN (oltre 2 tonnellate!)}$$

**Fonti bibliografiche:**

Europa Lehrmittel Fachkunde Metall Europa Verlag

Disegno tecnico Principato editore

Tecnologia meccanica e laboratorio tecnologico Giunti editore