

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BERGAMO
Facoltà di Ingegneria

PROGETTAZIONE DEI SISTEMI MECCANICI

Prof. Sergio Baragetti

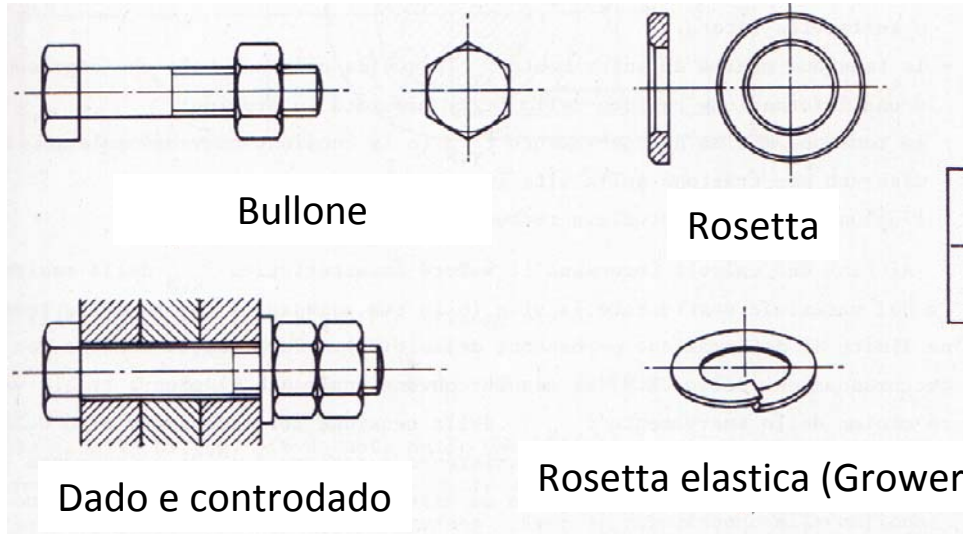
CALCOLO DELLE UNIONI BULLONATE: VERIFICHE AL TAGLIO

RIFERIMENTI NORMATIVI E BIBLIOGRAFIA:

- **BARAGETTI S., TERRANOVA A., PROGETTO E CALCOLO DI SISTEMI MECCANICI, HOEPLI**
- **BALLIO G., MAZZOLANI F.M., STRUTTURE IN ACCIAIO, HOEPLI**
- **CNR-UNI 10011**
- **UNI 3740**

UNIONI BULLONATE

- Classificazione bulloni



| | Normali | | | Ad alta resistenza (AR) | | |
|------|---------|-----|-----|-------------------------|------|------|
| Vite | 4.6 | 5.6 | 6.6 | 8.8 | 10.9 | 12.9 |
| Dado | 4 D | 5 D | 6 D | 6 S | 8 G | 10 K |

[UNI 3740]

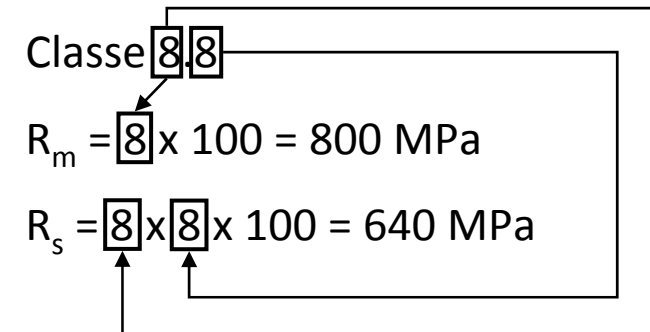
| Tensione ammissibile | | | | | |
|----------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|
| Classe vite | f_t N/mm ² | f_y N/mm ² | $f_{k,N}$ N/mm ² | $\sigma_{b,adm}$ N/mm ² | $\tau_{b,adm}$ N/mm ² |
| 4.6 | 400 | 240 | 240 | 160 | 113 |
| 5.6 | 500 | 300 | 300 | 200 | 141 |
| 6.6 | 600 | 360 | 360 | 240 | 170 |
| 8.8 | 800 | 640 | 560 | 373 | 264 |
| 10.9 | 1 000 | 900 | 700 | 467 | 330 |

$f_{k,N}$ è assunto pari al minore dei due valori $f_{k,N} = 0,7 f_t$, $f_{k,N} = f_y$ essendo f_t ed f_y le tensioni di rottura e di snervamento secondo UNI 3740.

$\sigma_{b,adm}$, $\tau_{b,adm}$ tensioni ammissibili a trazione ed a taglio.

[CNR-UNI 10011]

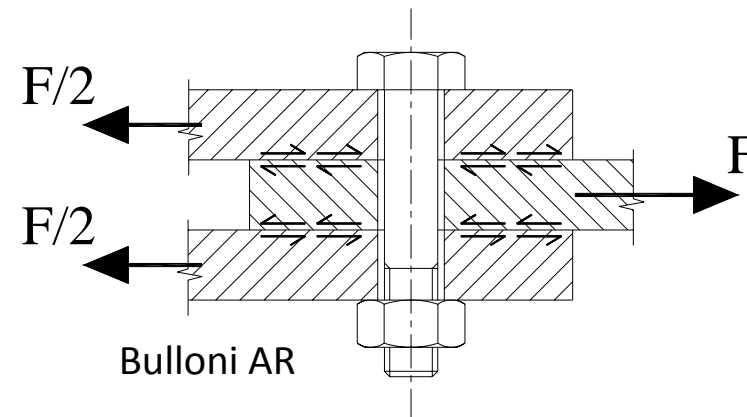
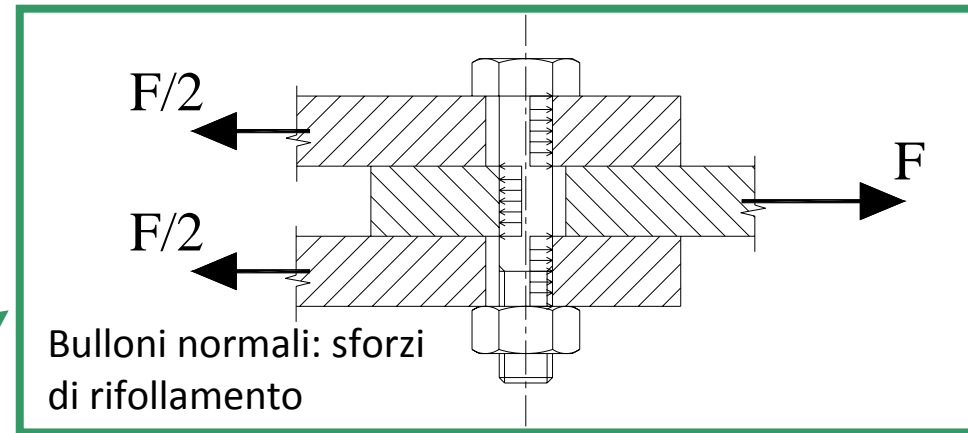
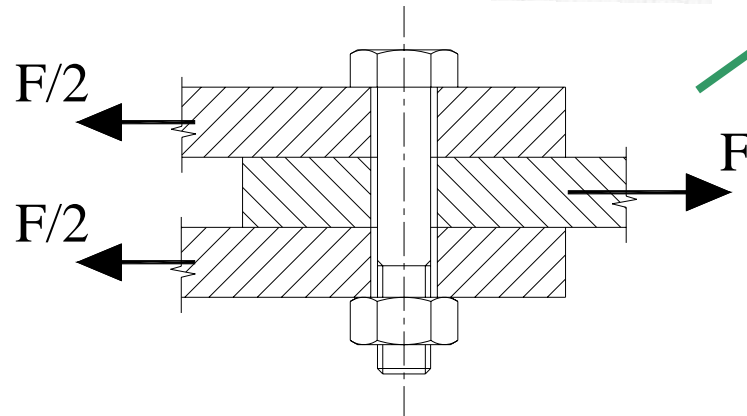
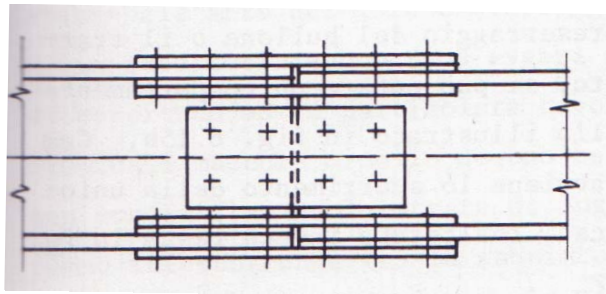
Resistenza vite (esempio):



UNIONI BULLONATE (2)

- Schemi di calcolo:

1. Unioni a taglio (forze parallele al piano di giunzione)

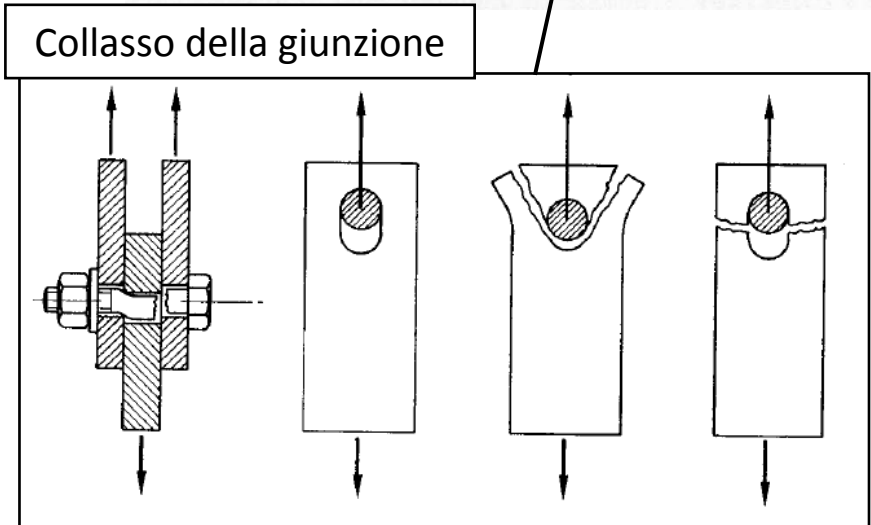
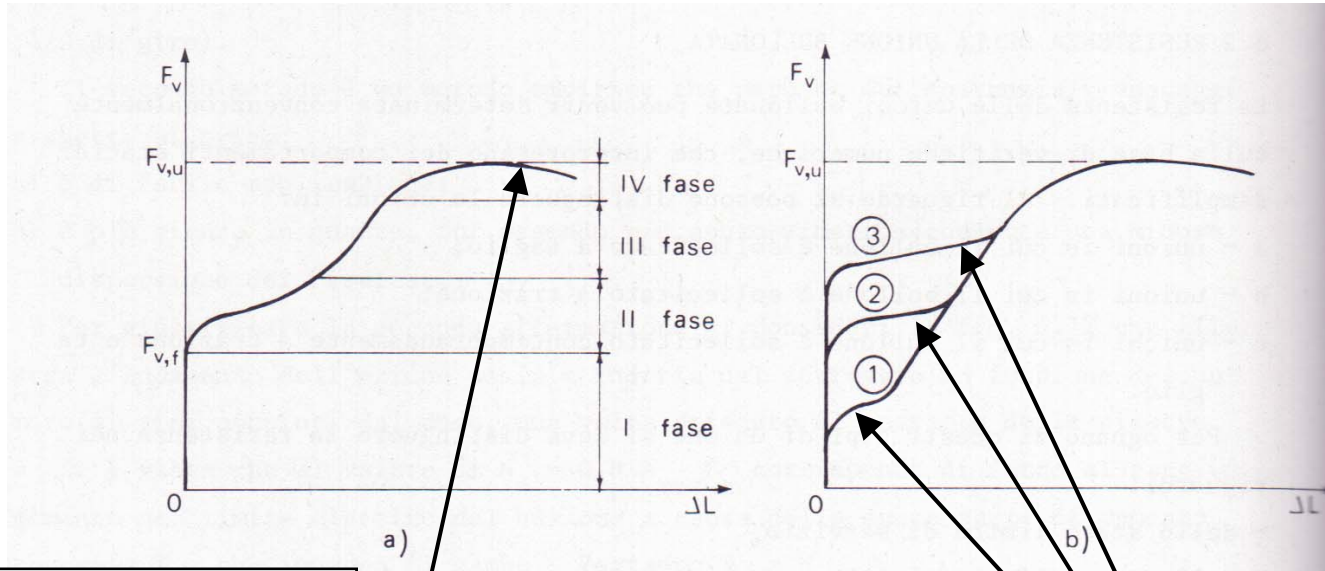


2. Unioni a trazione

3. Unioni miste

UNIONI BULLONATE A TAGLIO

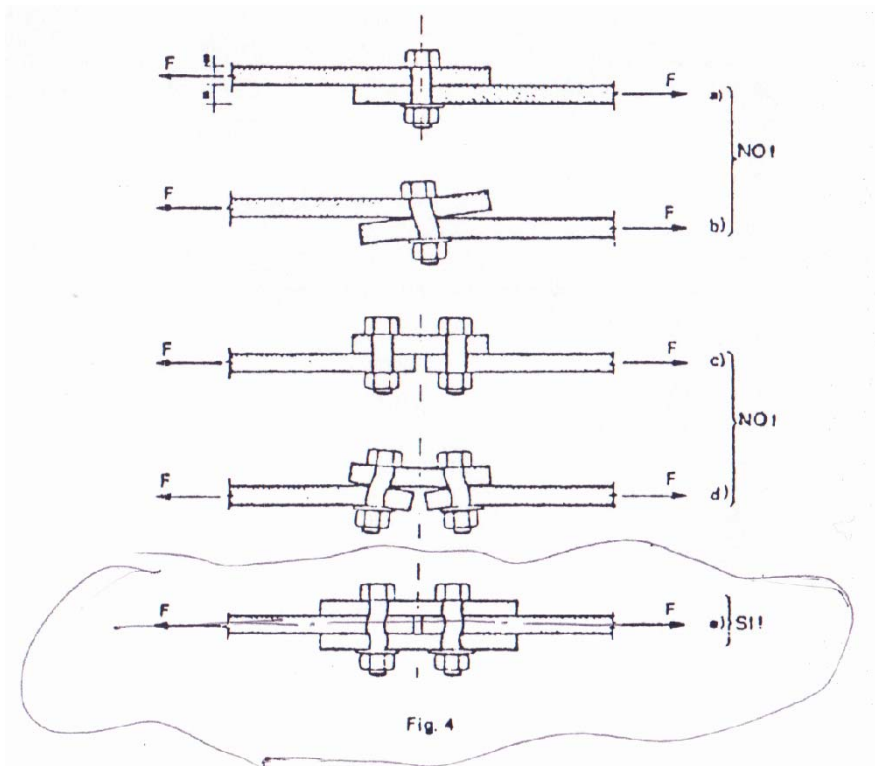
- **Comportamento:**



Variazione del preserraggio o della preparazione delle superfici a contatto

UNIONI BULLONATE A TAGLIO (2)

- Ipotesi per il calcolo (BULLONI NORMALI):
 - Comportamento perfettamente elastico di bulloni e lamiere
 - Non è possibile trasmettere il carico per attrito tra le lamiere a contatto
 - Il gambo è sottoposto solo ad azioni di taglio

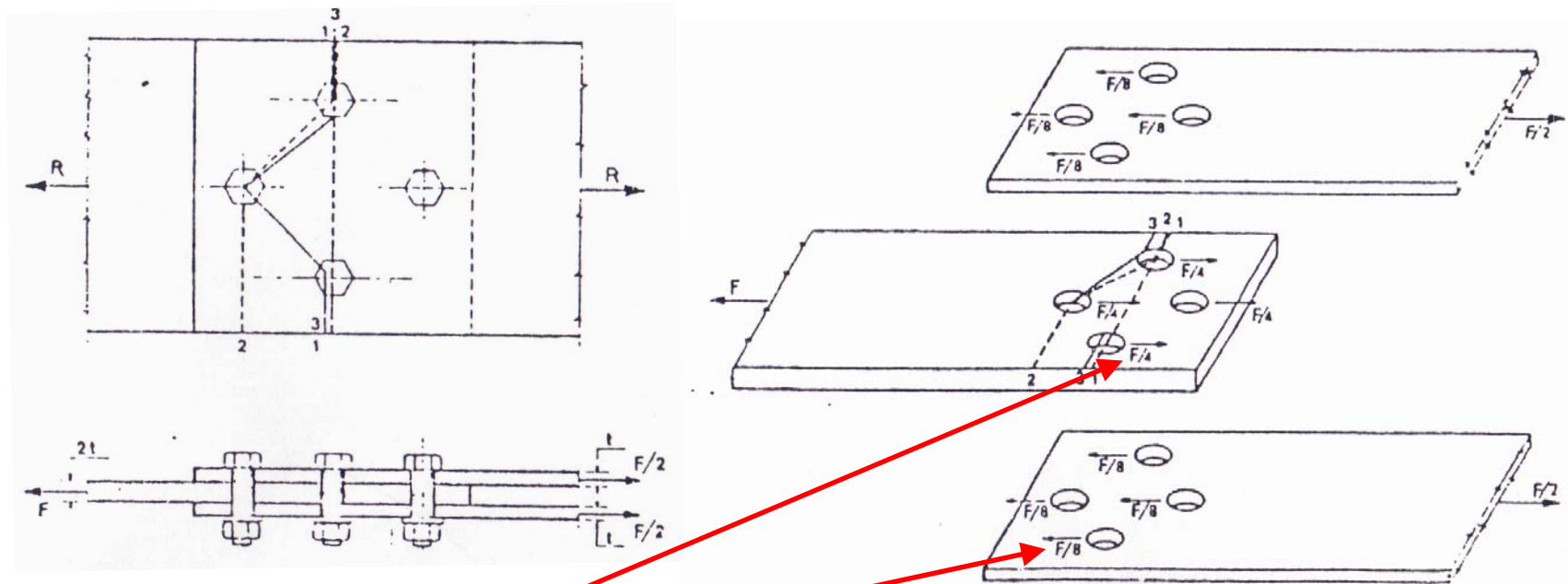


Per non indurre momenti flettenti nei bulloni e provocare eccessive deformazioni locali, è bene realizzare il giunto simmetricamente.

UNIONI BULLONATE A TAGLIO (3)

1. VERIFICA A TAGLIO DEI BULLONI

- Si considera un uguale impegno statico dei bulloni (forza ripartita equamente tra i bulloni) se la forza è applicata nel baricentro della bullonatura



$$\tau_b = \frac{R_b}{n \cdot A_{r,b}} \leq \tau_{b,adm}$$

n = numero dei piani di taglio della piastra considerata

$A_{r,b}$ = area resistente della vite

R_b = forza scambiata tra vite e piastra considerata

$\tau_{b,adm}$ = sforzo tangenziale ammissibile della vite

UNIONI BULLONATE A TAGLIO (4)

1. VERIFICA A TAGLIO DEI BULLONI (2)

$$\tau_b = \frac{R_b}{n \cdot A_{r,b}} \leq \tau_{b,adm}$$

dove:

n = numero dei piani di taglio della piastra considerata

$A_{r,b}$ = area resistente della vite

R_b = forza scambiata tra vite e piastra considerata

$\tau_{b,adm}$ = sforzo tangenziale ammissibile della vite

$$A_{r,b} = \begin{cases} \frac{\pi \cdot d^2}{4} & \text{se la sezione resistente è la parte non filettata del gambo} \\ \frac{\pi \cdot d_{res}^2}{4} & \text{se la sezione resistente è la parte filettata del gambo} \end{cases}$$

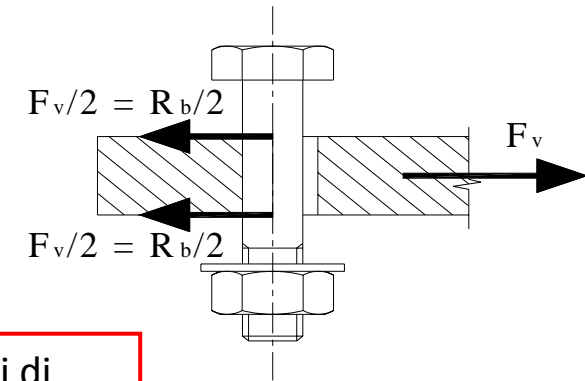
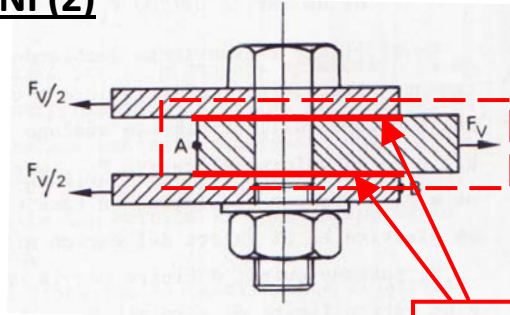
d = diametro nominale della vite

d_n = diametro di nocciolo della vite

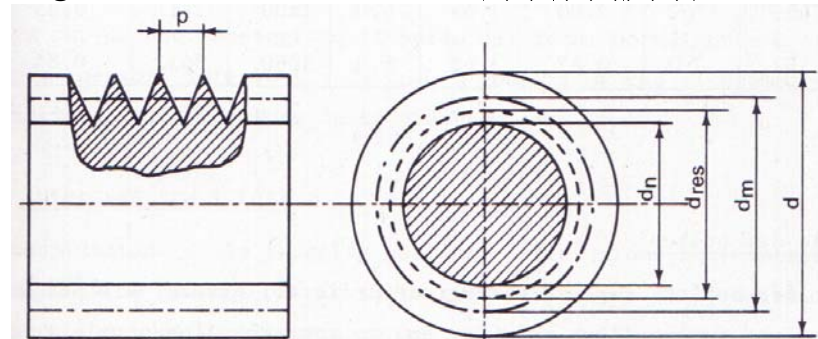
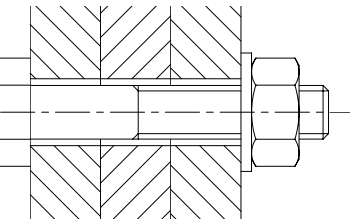
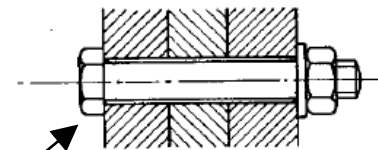
d_m = diametro medio della vite

$d_{res} = (d_n + d_m) / 2$ = diametro della sezione resistente

[BALLIO G., MAZZOLANIF.M., STRUTTURE IN ACCIAIO, HOEPLI]



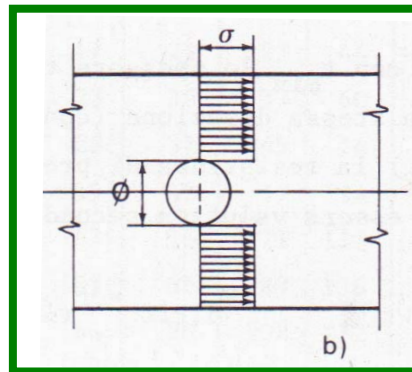
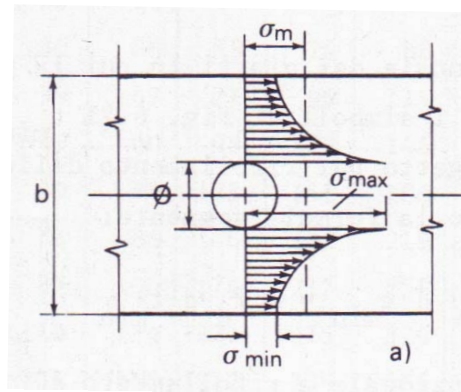
n. 2 piani di taglio $\Rightarrow n = 2$



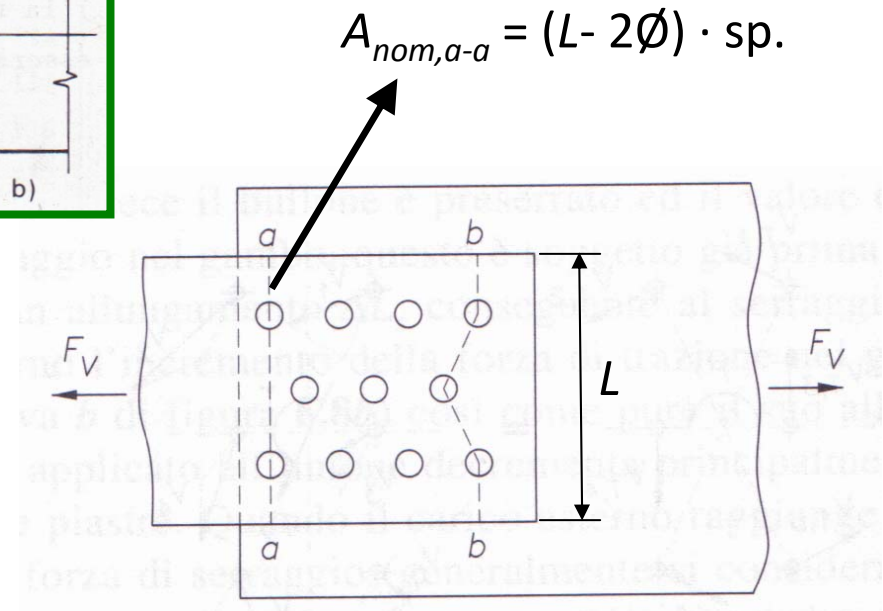
UNIONI BULLONATE A TAGLIO (5)

2. VERIFICA ELEMENTI INDEBOLITI DAI FORI

- Si considera una distribuzione uniforme delle tensioni nelle sezioni degli elementi connessi (piastre)



$$\sigma = \frac{F_v}{A_{nom}} \leq \sigma_{adm}$$



dove:

F_v = risultante dei carichi applicato nella sezione di verifica considerata

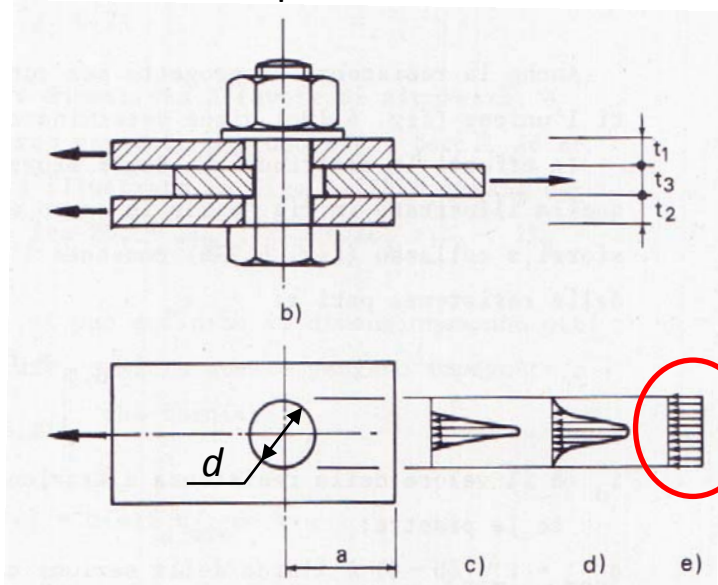
A_{nom} = area della sezione resistente depurata dai fori

($\phi = d + 1$ mm per $d \leq 20$ mm; $\phi = d + 1.5$ mm per $d > 20$ mm)

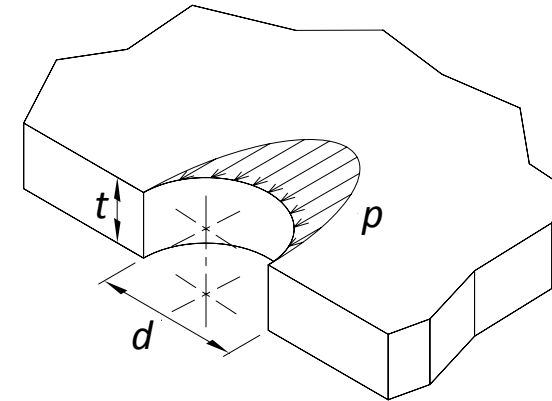
UNIONI BULLONATE A TAGLIO (6)

3. VERIFICA A RIFOLLAMENTO DEGLI ELEMENTI CONNESSI (PIASTRE)

- Si considera una distribuzione uniforme della pressione di contatto tra il gambo della vite e la superficie di contorno foro



σ_{rif} = valore normale medio della pressione di contatto



$$\sigma_{rif} = \frac{R_b}{t \cdot d} \leq \sigma_{rif,adm} = \alpha \cdot \sigma_{adm}$$

dove:

$\alpha = a/d$ e comunque non maggiore di 2.5 (se i piatti lavorano a trazione); tipicamente $\alpha = 2$

R_b = forza scambiata tra vite e piastra considerata

$t \cdot d$ = area della proiezione diametrale della superficie cilindrica del gambo della vite per un tratto pari allo spessore della piastra considerata

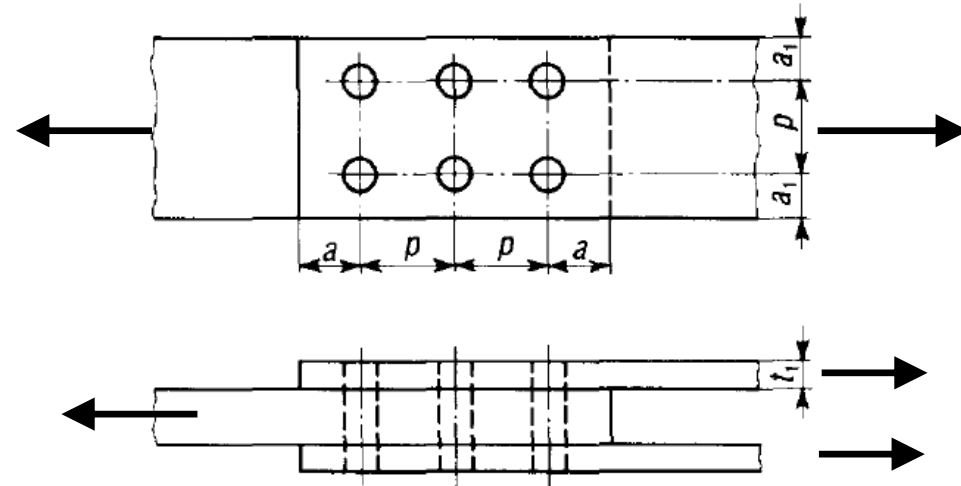
d = diametro nominale del bullone

UNIONI BULLONATE A TAGLIO (7)

4. VERIFICA DELLE DISPOSIZIONI COSTRUTTIVE

- Perché siano applicabili i criteri di verifica precedenti e per garantire, nel contempo, compattezza della bullonatura e facilità per le operazioni di serraggio è necessario rispettare le seguenti limitazioni:

- interasse fori in direzione della forza
 - elementi compressi $15 t_{min} \geq p \geq 3 d$
 - elementi tesi $25 t_{min} \geq p \geq 3 d$
- distanza fori dal bordo libero in
 - direzione della forza $a \geq 2 d$
 - bordo non irrigidito $a \leq 6 t_{min}$
 - bordo irrigidito $a \leq 9 t_{min}$
- distanza fori dal bordo libero in
 - direzione perpendicolare alla forza $a_1 \geq 1,5 d$
 - bordo non irrigidito $a_1 \leq 6 t_{min}$
 - bordo irrigidito $a_1 \leq 9 t_{min}$



dove:

t_{min} = minore tra gli spessori degli elementi collegati