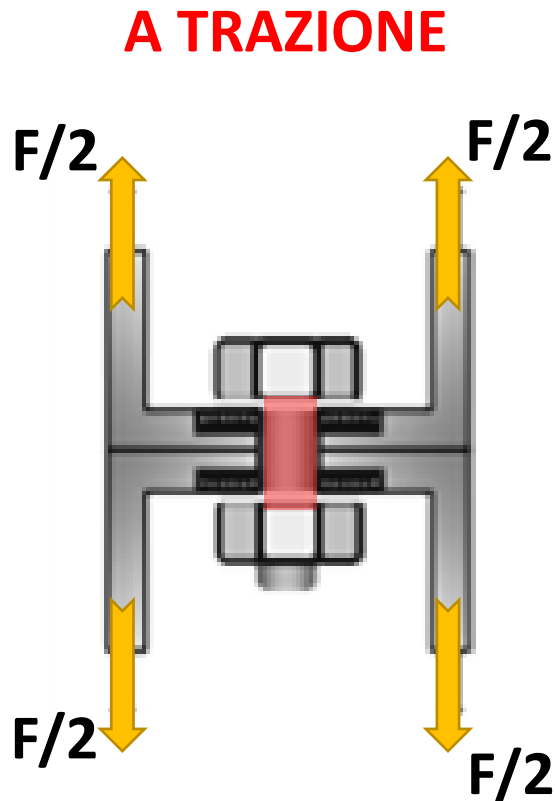




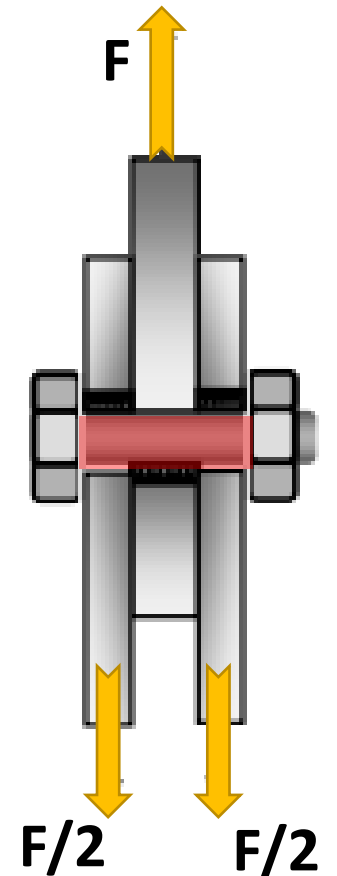
# 041R - ANALISI DELLE STRUTTURE

# Dimensionamento di unioni meccaniche

- ✓ Le normative di progetto per le costruzioni forniscono una serie accurata di formule e verifiche che le unioni bullonate devono poter garantire, in termini di resistenza
- ✓ Questi requisiti di prestazione vengono suddivisi in base alla “tipologia” di unione bullonata
- ✓ Si individuano unioni bullonate che - a seconda della sollecitazione cui sono sottoposte nella struttura - vengono chiamate unioni bullonate **“a trazione”** oppure **“a taglio”**
- ✓ Fin dalla fase iniziale di dimensionamento, è importante rispettare **precisi requisiti geometrici**

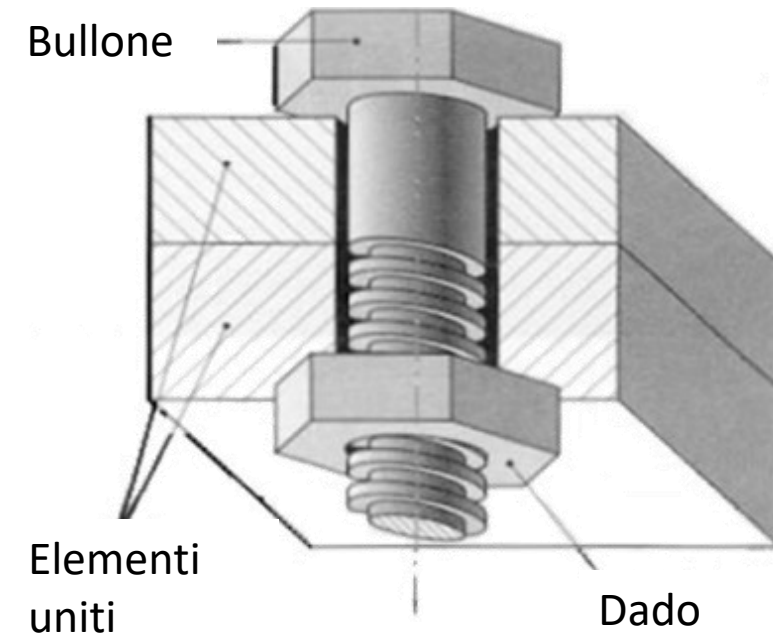
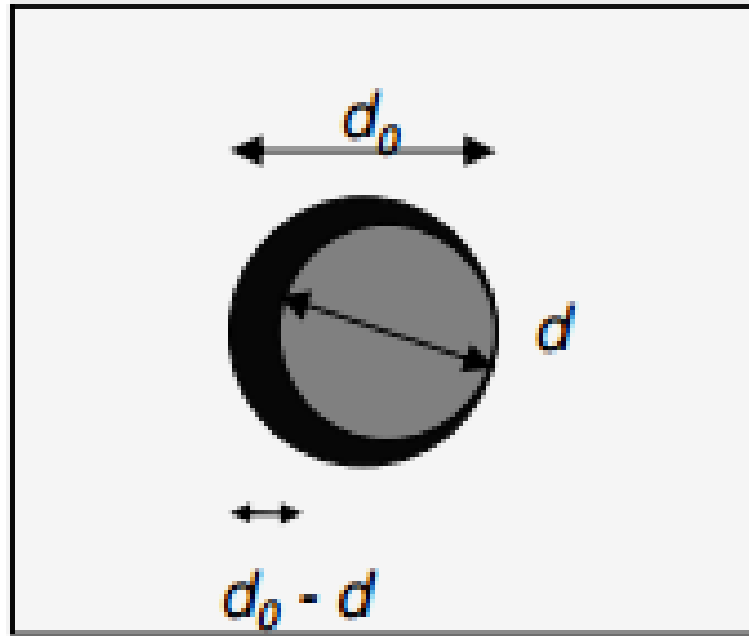


**A TAGLIO**



# Dimensionamento di unioni A TAGLIO

Diametro	Tolleranza
M12 ÷ M14	1 mm
M16 ÷ M24	2 mm
> M24	3 mm

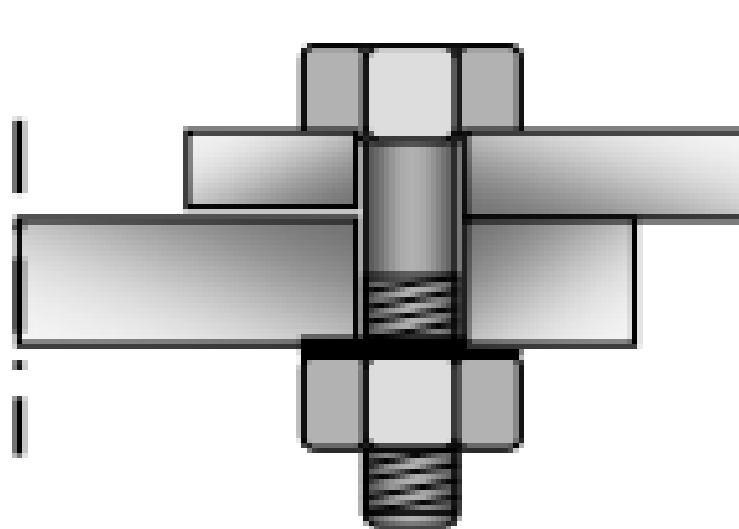


## TOLLERANZA FORO-GAMBO

$d_0$  foro

$d$  gambo

$d_0 - d > 0$  è la tolleranza



# Dimensionamento di unioni A TAGLIO

- ✓ In generale, si possono realizzare collegamenti bullonati con un corretto funzionamento strutturale, ma anche una buona durabilità
- ✓ L'importante è rispettare determinate regole relative alla configurazione geometrica dei particolari costruttivi
- ✓ Le normative in uso per la progettazione delle costruzioni forniscono una serie di raccomandazioni geometriche, da rispettare sempre:

(1)

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

(2)

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

(3)

direzione perpendicolare alla forza

bordo non irrigidito

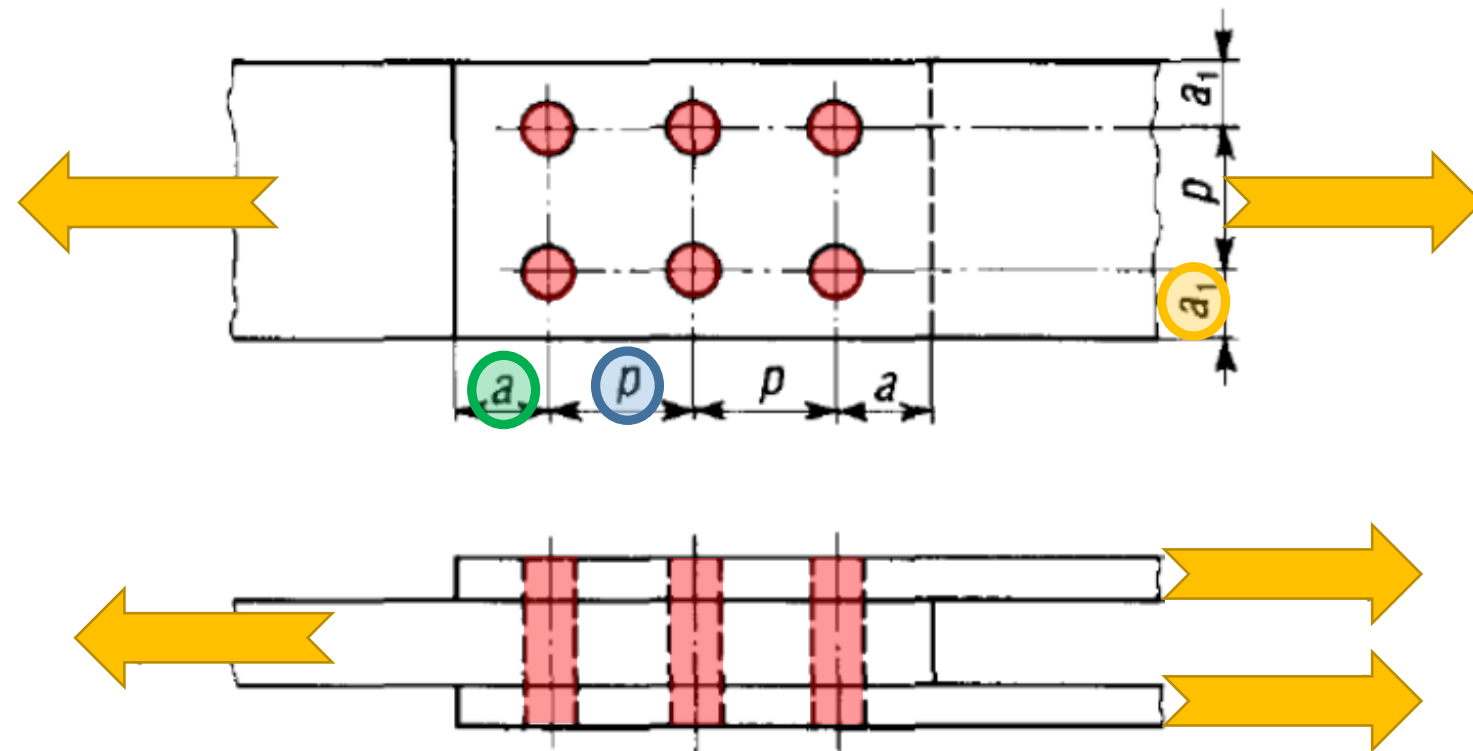
bordo irrigidito

$a_1 \geq 1,5 d$

$a_1 \leq 6 t_{min}$

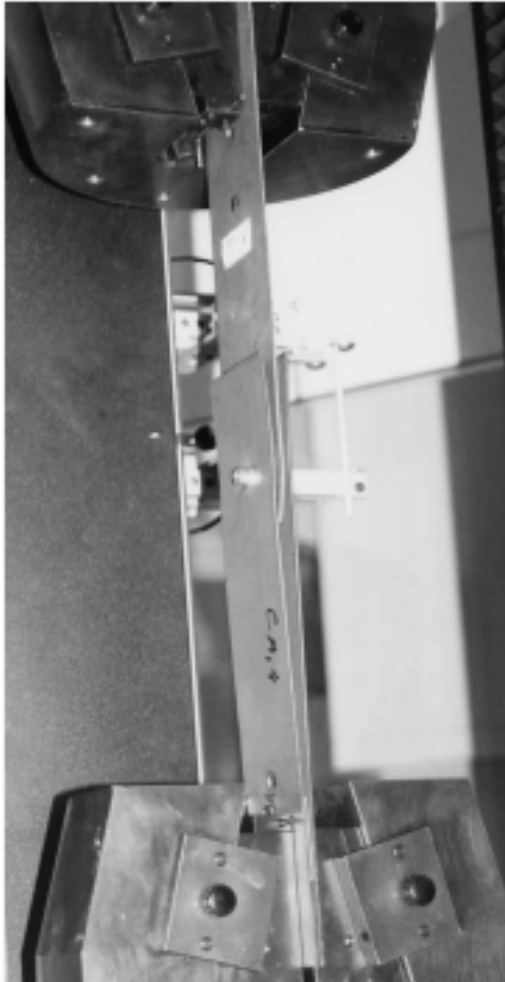
$a_1 \leq 9 t_{min}$

$t_{min}$  = minore tra gli spessori collegati

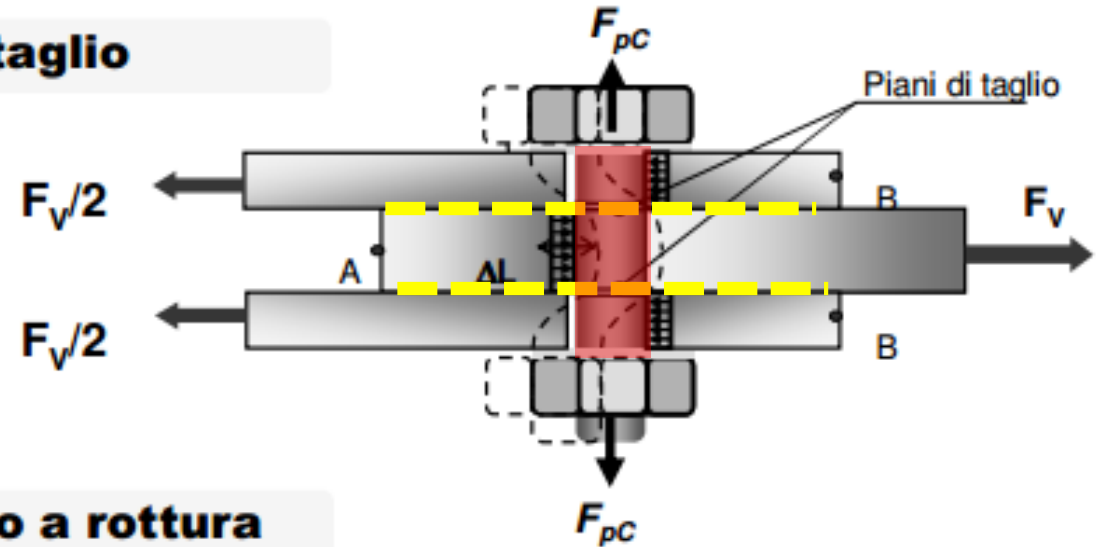


# Dimensionamento di unioni A TAGLIO

## Prova a Taglio (Lap shear test)

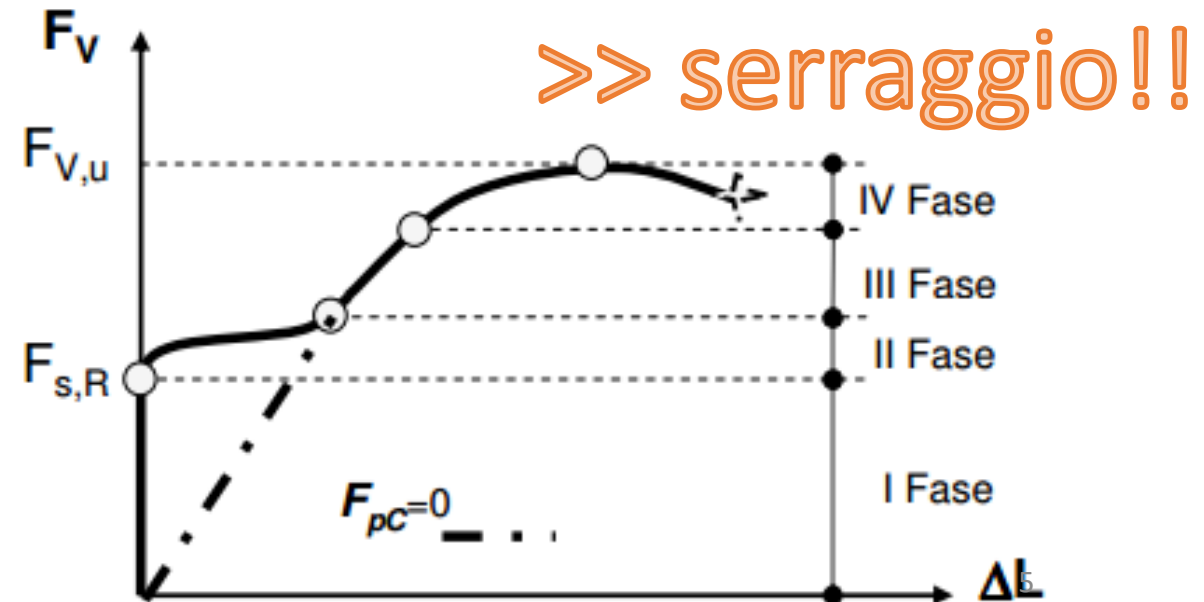


## Unione a taglio



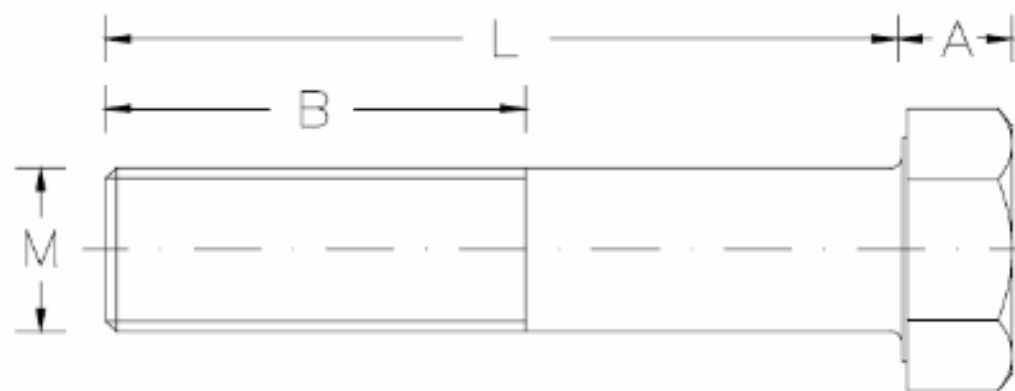
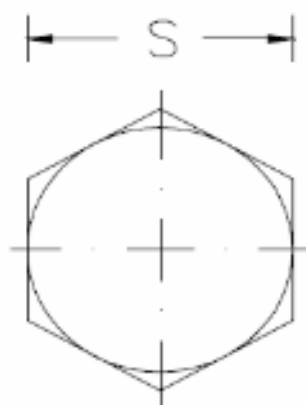
## Comportamento a rottura

- IV Fase**  
*Fase plastica e rottura*
- III Fase**  
*Fase elastica*
- II Fase**  
*Sorrimento gioco foro bullone*
- I Fase**  
*Attrito*



# Alcuni dati

## Area resistente effettiva per bulloni strutturali:



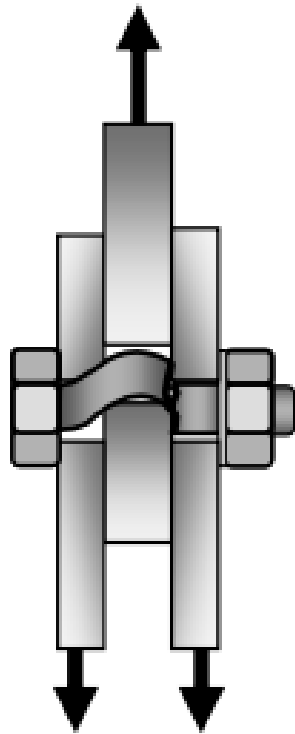
M (mm)	$A_{res}$ (mm <sup>2</sup> )
12	84
14	115
16	157
18	192
20	245
22	303
24	353
27	459
30	561

## Valori di resistenza (tensioni ammissibili) per bulloni / viti:

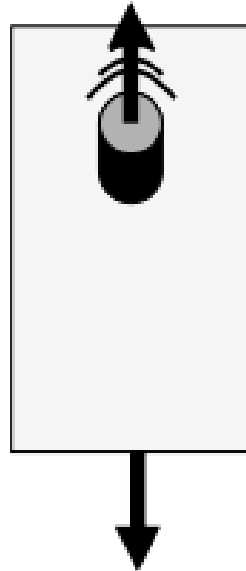
Classe	Tensione di rottura $f_t$ [N/mm <sup>2</sup> ]	Tensione di snervamento $f_y$ [N/mm <sup>2</sup> ]	Tensione caratteristica a trazione $f_{k,N}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	Tensione normale ammissibile $\sigma_{b,amm}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	Tensione tangenziale ammissibile $\tau_{b,amm}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	Materiale
4.6	400	240	240	160	113	Acciaio al C dolce
5.6	500	300	300	200	141	Acciaio al C dolce
6.6	600	360	360	240	170	Acciaio al C dolce
8.8	800	640	560	373	264	Acciaio al C, temprato e rinvenuto
10.9	1000	900	700	467	330	Martensite, temprato e rinvenuto
12.9	1200	1080	840	560	396	Acciaio legato, temprato e rinvenuto

# Dimensionamento di unioni «A TAGLIO»

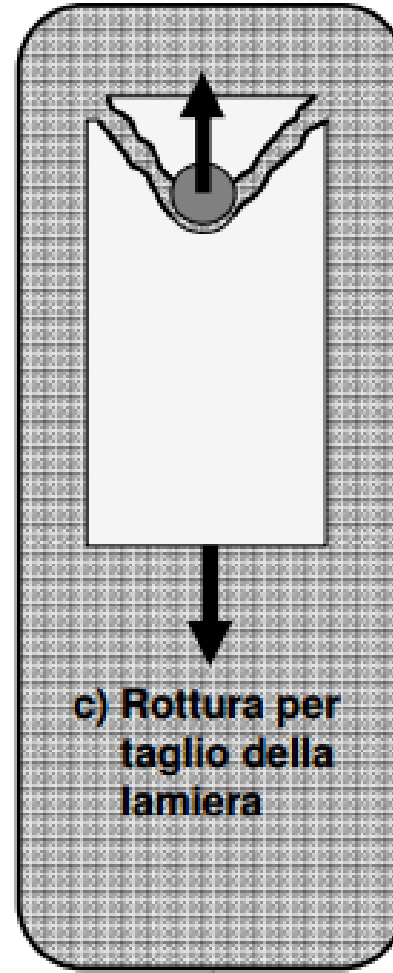
## MECCANISMI DI COLLASSO DELLE UNIONI A TAGLIO



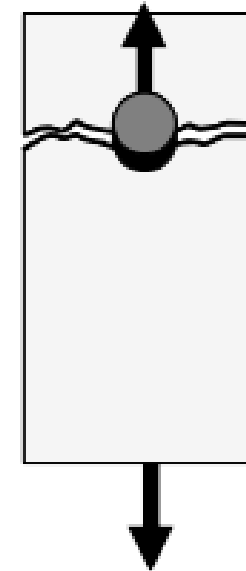
a) Rottura per taglio del bullone o chiodo



b) Rottura per rifollamento della lamiera



c) Rottura per taglio della lamiera



d) Rottura per trazione della lamiera nella sezione netta

**N.B.** Meccanismo evitato dal rispetto delle distanze dai margini

# Dimensionamento di unioni A TAGLIO

$$\tau_b = \frac{4 F}{n \cdot n_b \cdot \pi \cdot d^2} \leq \tau_{b,adm}$$

$$A = \pi d^2/4$$
$$A_{res} = \pi d_{res}^2/4$$

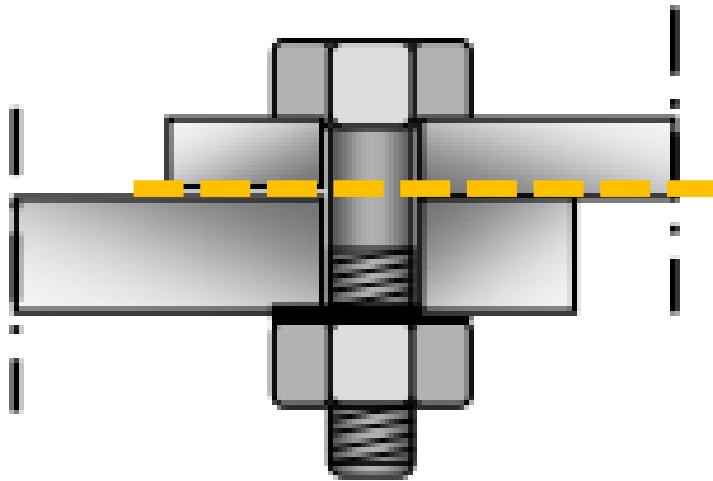
(a) Verifica a taglio del bullone

dove:  $F$  = sforzo di taglio che sollecita il collegamento

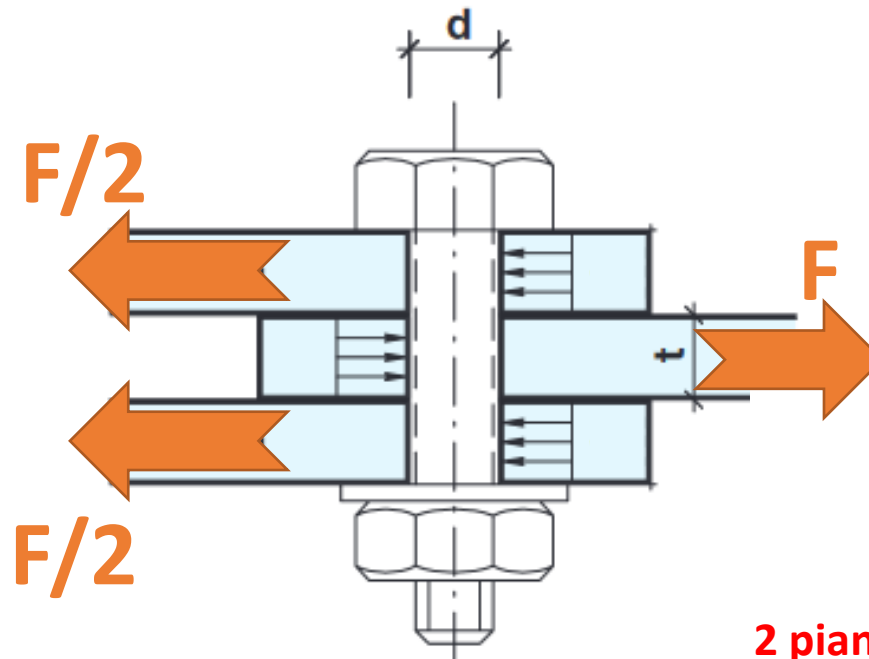
$n$  = numero dei piani di taglio

$n_b$  = numero dei bulloni

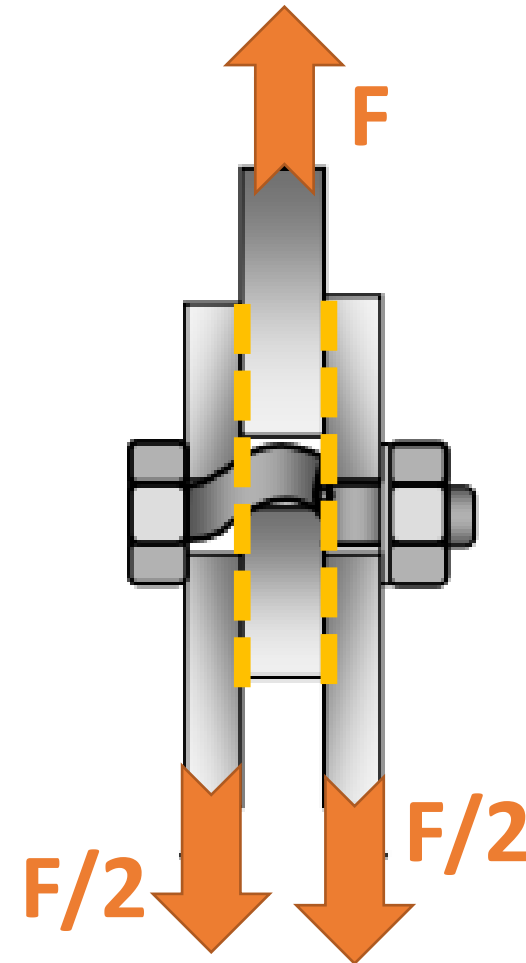
Attenzione: è una verifica dei bulloni,  
non degli elementi collegati!



1 piano / superficie di taglio (rottura)  
per il bullone  
( $n = 1$ )



2 piani / superfici di taglio  
( $n = 2$ )

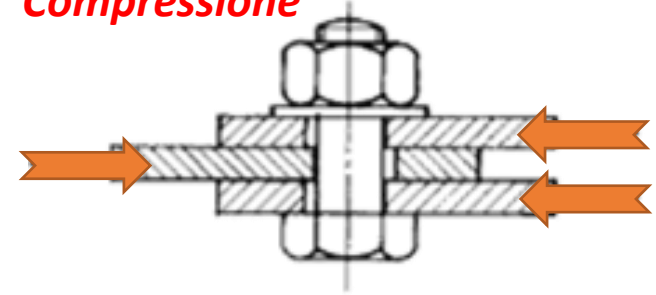




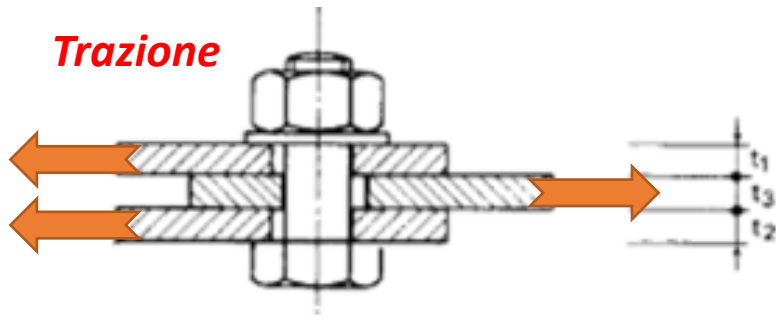
# Dimensionamento di unioni A TAGLIO

(b) Verifica a rifollamento della lamiera

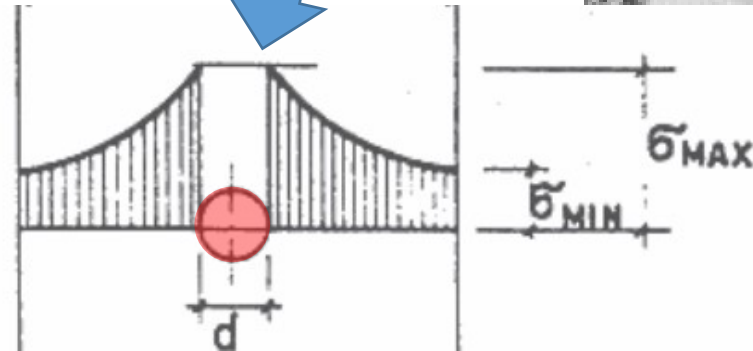
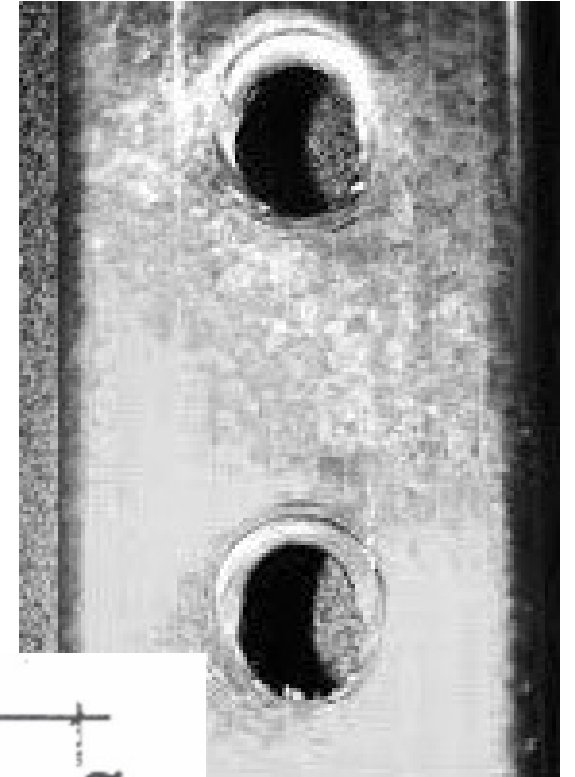
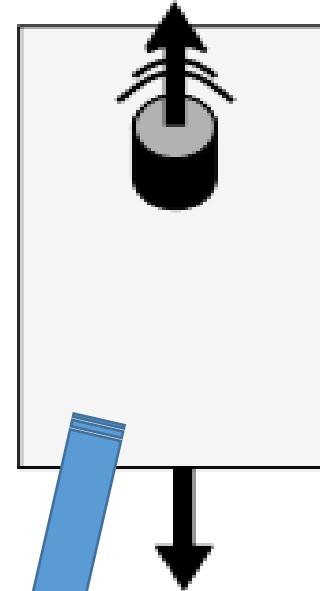
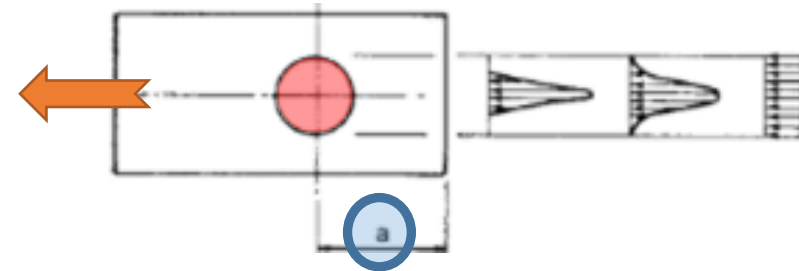
Compressione



Trazione



$$\sigma_{rif} = \frac{F_i}{d t} \leq \alpha \sigma_{adm}$$



- $F_i$  forza agente sul piatto
- $d$  diametro del bullone
- $t$  spessore del piatto
- $\sigma_{adm}$  tensione ammissibile del materiale base
- $\alpha = a / d$  È buona norma assumere  $\alpha = 2.5 \max$

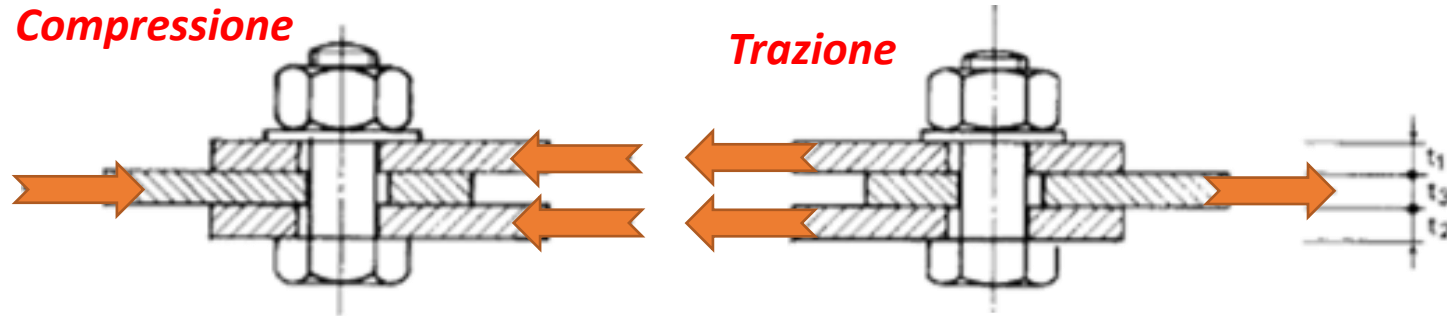
Ⓐ distanza del centro del foro dall'estremità del piatto nella direzione della forza

# Dimensionamento di unioni A TAGLIO

(b) Verifica a rifollamento della lamiera

Compressione

Trazione



$$\sigma_{rif} = \frac{F_l}{d t} \leq \alpha \sigma_{adm}$$

Tensione ammissibile		
Materiale	$\sigma_{adm}$ N/mm <sup>2</sup>	
	$t \leq 40$	$t > 40$
Fe 360	160	140
Fe 430	190	170
Fe 510	240	210

$t$  = spessore in mm.

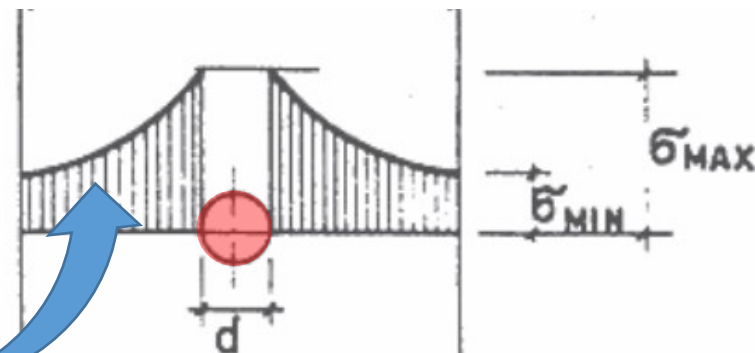
Attenzione: è una verifica degli elementi collegati, non dei bulloni!

$t$

spessore del piatto

$\sigma_{adm}$

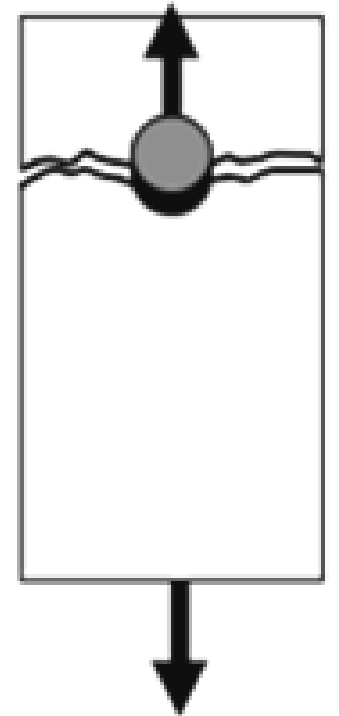
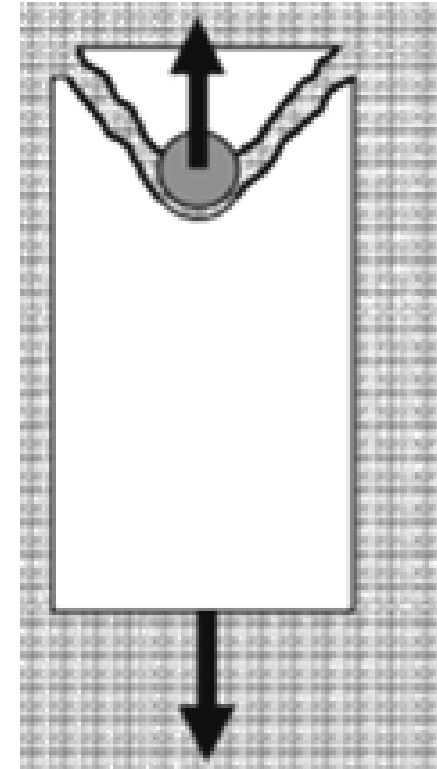
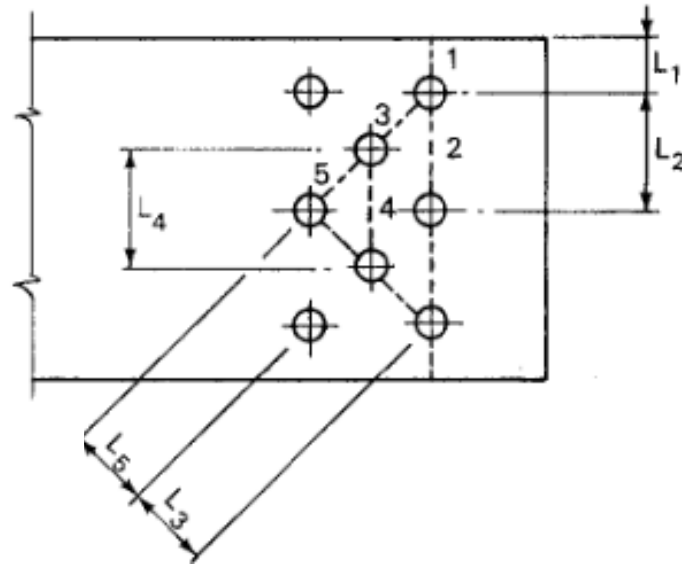
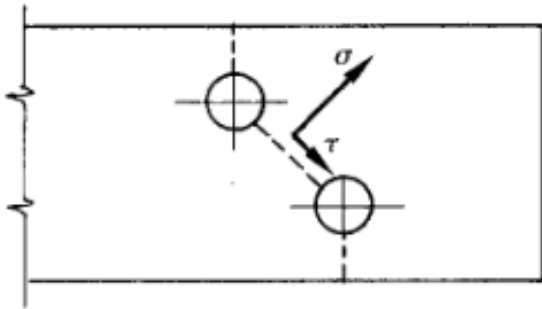
tensione ammissibile del materiale base



# Dimensionamento di unioni A TAGLIO

## (c) Verifica a taglio della lamiera

Attenzione: è una verifica degli elementi collegati,  
non dei bulloni!



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

dove:

$F_v$  = risultante dei carichi applicato nella sezione di verifica considerata

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

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

## (d) Verifica a trazione della sezione netta

# Dimensionamento di unioni A TAGLIO

Fig. a

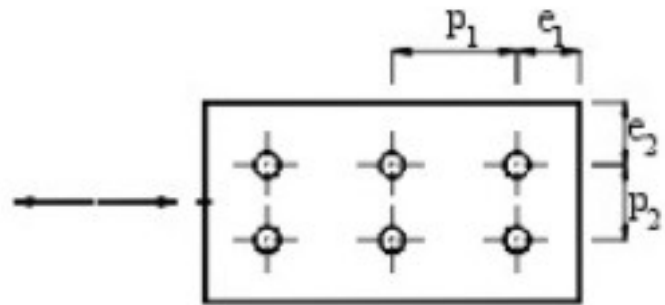
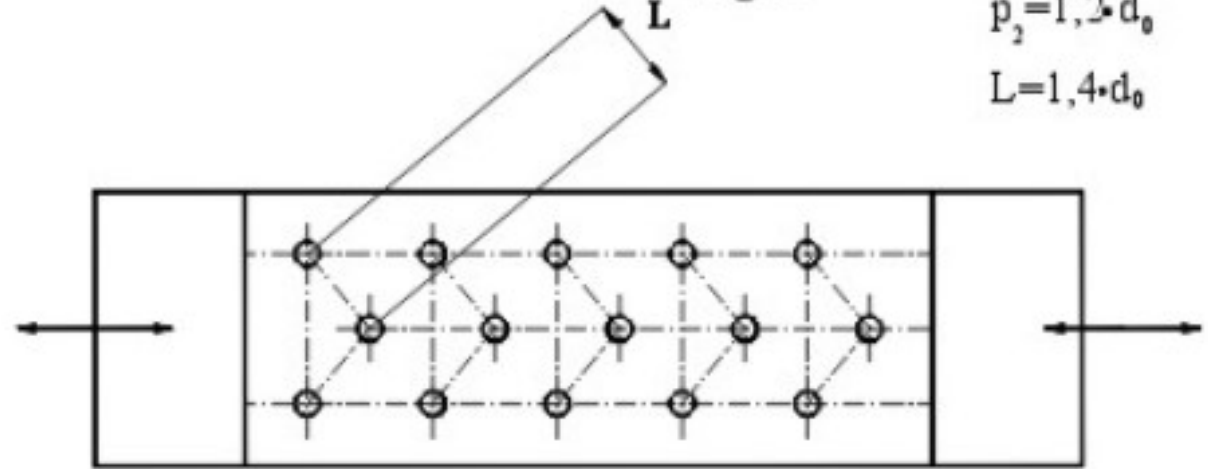


Fig. b



$$p_2 = 1,2 \cdot d_0$$

$$L = 1,4 \cdot d_0$$

Fig. c

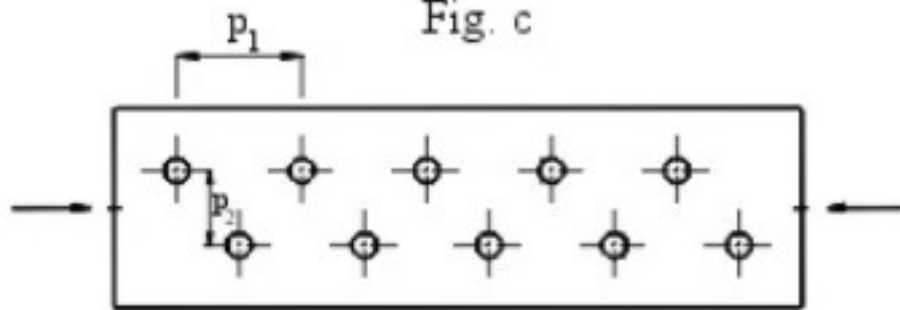
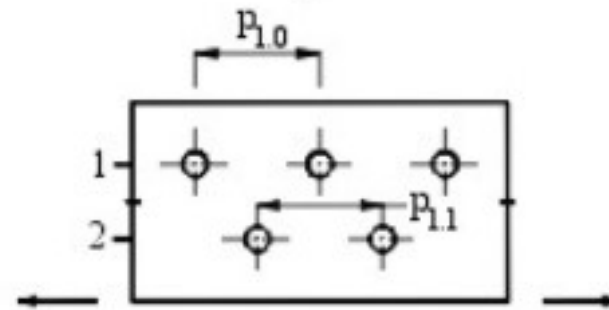


Fig. d



# Dimensionamento di unioni meccaniche

## Attenzione!!!

Ulteriori verifiche di resistenza che possono essere molto importanti nella progettazione finale di unioni meccaniche sono:

- Verifica a **trazione** dei bulloni
- Verifica a **punzonamento** della piastra (per effetto della pressione dovuta alla testa del bullone)
- Verifica **combinata taglio-trazione** per i bulloni
- Verifica delle **squadrette**
- Ecc.

>> esercizi svolti...