

# Tecnica delle costruzioni

## mod. A - Acciaio

Catania, 2019/20

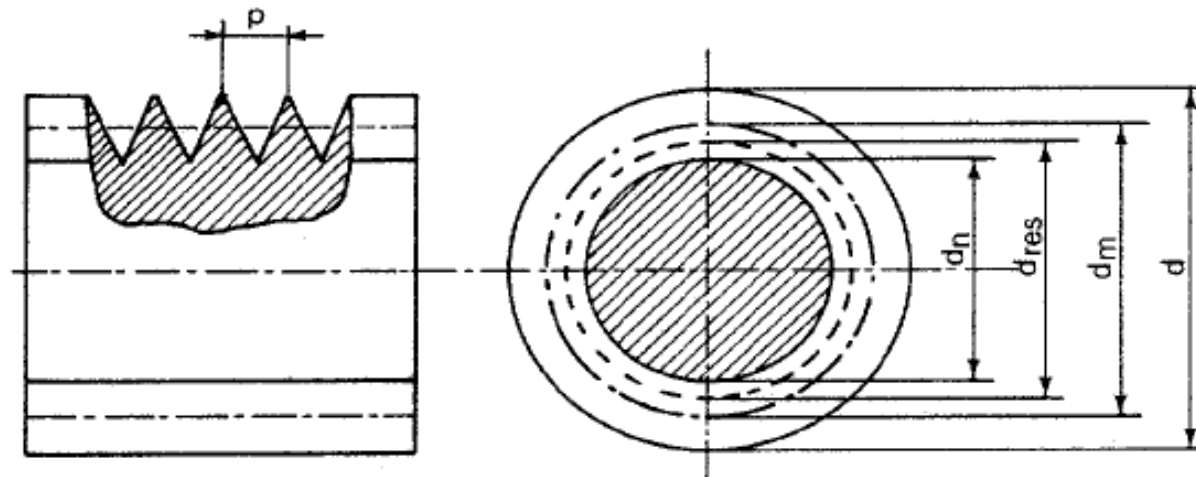
12 – Collegamenti bullonati

Aurelio Gherzi

# Diametro dei bulloni

## area nominale e area resistente

CNR 10011-86	12	14	16	18	20	22	24	27	30
Eurocodice 3	M12	M14	M16	M18	M20	M22	M24	M27	M30



Filettatura, diametro nominale e resistente del bullone<sup>1</sup>

Passo della filettatura  $p$  (mm) e area nominale  $A$  e resistente  $A_{res}$  (mm<sup>2</sup>)

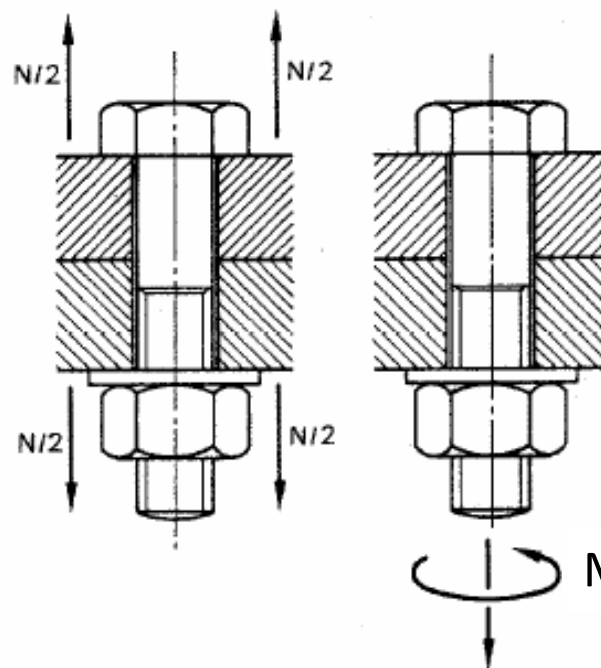
diametro $d$	12	14	16	18	20	22	24	27	30
passo $p$	1.75	2.00	2.00	2.50	2.50	2.50	3.00	3.00	3.50
$A$	113	154	201	254	314	380	452	573	707
$A_{res}$	84.3	115	157	192	245	303	353	459	581
$A_{res} / A$	0.75	0.75	0.78	0.75	0.78	0.80	0.78	0.80	0.82

# Classi di bulloni e caratteristiche meccaniche

classe del bullone	$f_{ub}$ (N mm <sup>-2</sup> )	$f_{yb}$ (N mm <sup>-2</sup> )	D.M. 9/1/96	CNR 10011-86	Eurocodice 3	NTC08
4.6	400	240	sì	sì	sì	sì
4.8	400	320	—	—	sì	—
5.6	500	300	sì	sì	sì	sì
5.8	500	400	—	—	sì	—
6.6	600	360	—	sì	—	—
6.8	600	480	sì <sup>(1)</sup>	—	sì	sì
8.8	800	640	sì	sì	sì	sì
10.9	1000	900	sì	sì	sì	sì

<sup>(1)</sup> ma con resistenza di calcolo uguale alla classe 6.6

# Serraggio



$$M = k d F_{p.C}$$

$$F_{p.Cd} = A_{res} \frac{0.7 f_{ub}}{\gamma_{M7}}$$

$$F_{p.C} = 0.7 f_{ub} A_{res}$$

$\gamma_{M7} = 1.0$  serraggio controllato

$\gamma_{M7} = 1.1$  serraggio non controllato

# Serraggio

## NTC 18

Viti 8.8 – Momento di serraggio M [N m]						
Vite	k=0.10	k=0.12	k=0.14	k=0.16	$F_{p,C}$ [kN]	$A_{res}$ [mm <sup>2</sup> ]
M12	56.6	68.0	79.3	90.6	47.2	84.3
M14	90.2	108	126	144	64.4	115
M16	141	169	197	225	87.9	157
M18	194	232	271	310	108	192
M20	274	329	384	439	137	245
M22	373	448	523	597	170	303
M24	474	569	664	759	198	353
M27	694	833	972	1110	257	459
M30	942	1131	1319	1508	314	561
M36	1647	1976	2306	2635	457	817

$$\begin{aligned}
 F_{p,C} &= 0.7 f_{ub} A_{res} = \\
 &= 0.7 \times 800 \times 245 \times 10^{-3} = \\
 &= 137.2 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Viti 10.9 – Momento di serraggio M [N m]						
Vite	k=0.10	k=0.12	k=0.14	k=0.16	$F_{p,C}$ [kN]	$A_{res}$ [mm <sup>2</sup> ]
M12	70.8	85.0	99.1	113	59.0	84.3
M14	113	135	158	180	80.5	115
M16	176	211	246	281	110	157
M18	242	290	339	387	134	192
M20	343	412	480	549	172	245
M22	467	560	653	747	212	303
M24	593	712	830	949	247	353
M27	868	1041	1215	1388	321	459
M30	1178	1414	1649	1885	393	561
M36	2059	2471	2882	3294	572	817

# Diametro fori

diametro bullone	12	14	16	18	20	22	24	27	30
NTC 2018	1	1	1	1	1	1.5	1.5	1.5	1.5
Eurocodice 3	1	1	2	2	2	2	2	3	3

Fori calibrati

0.3

0.5

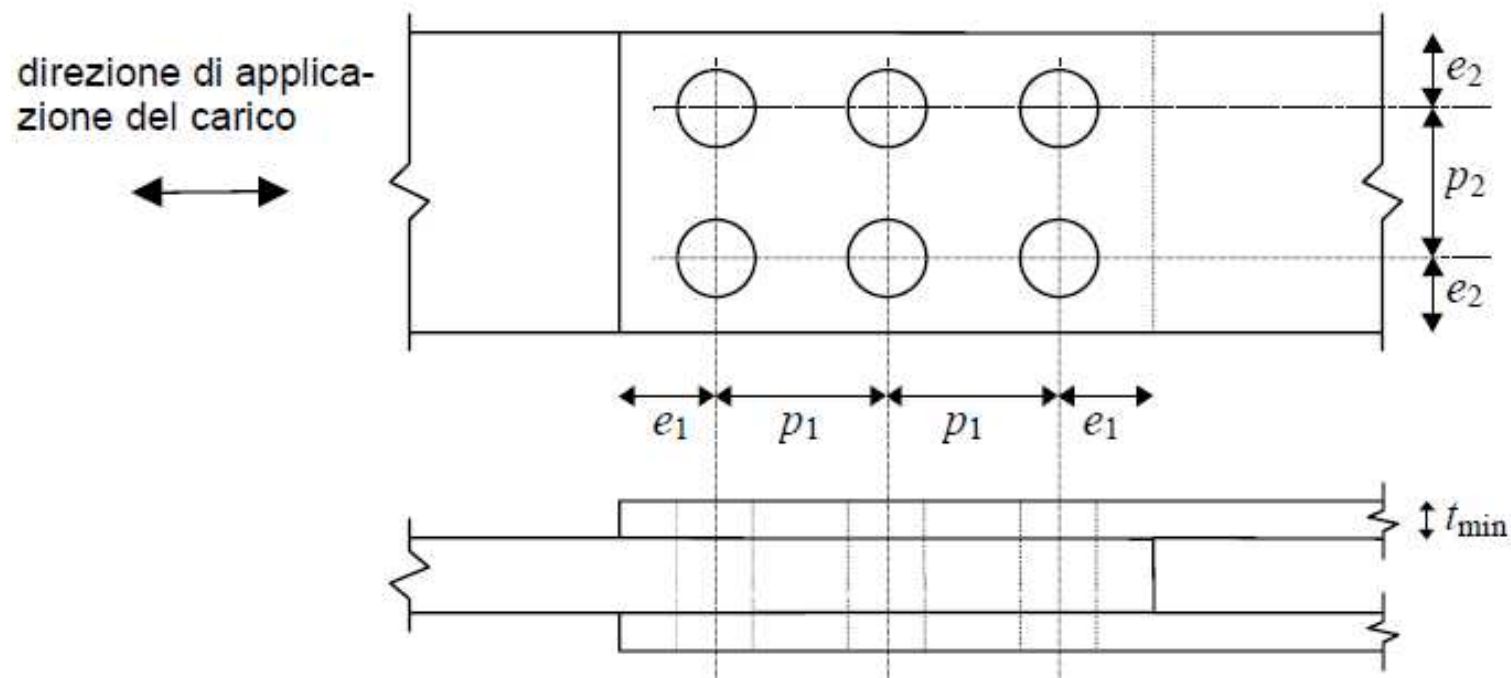
Simboli:

$d$  diametro del bullone

$d_0$  diametro del foro

# Distanze minime

## tra i fori e tra foro e bordo



	$p_1$	$p_2$	$e_1$	$e_2$
Precedente norma italiana	$3 d$	$3 d$	$1.5 d$	$1.5 d$
NTC08 e Eurocodice 3	$2.2 d_0$	$2.4 d_0^{(1)}$	$1.2 d_0$	$1.2 d_0^{(1)}$
<sup>(1)</sup> adottando il valore minimo $2.4 d_0$ e $1.2 d_0$ si riduce la resistenza a rifollamento				

# Distanze massime

## tra i fori e tra foro e bordo

		Norma italiana	Eurocodice-3
$p_1$	per elementi tesi	$25 t_{\min}$	<sup>(1)</sup> <sup>(2)</sup> il minore tra $28 t_{\min}$ e 400 mm
	per elementi compressi	$15 t_{\min}$	<sup>(2)</sup> il minore tra $14 t_{\min}$ e 200 mm
$p_2$	per elementi tesi	$25 t_{\min}$	<sup>(2)</sup> il minore tra $14 t_{\min}$ e 200 mm
	per elementi compressi	$15 t_{\min}$	<sup>(2)</sup> il minore tra $14 t_{\min}$ e 200 mm
$e_1 \quad e_2$	normalmente	$6 t_{\min}$	$4 t_{\min} + 40 \text{ mm}$
	se il bordo è irrigidito	$9 t_{\min}$	
	se l'elemento non è esposto alle intemperie	$12 t_{\min}$	il maggiore tra $12 t_{\min}$ e 150 mm
<sup>(1)</sup> solo se disposti in una fila interna (altrimenti vale lo stesso limite che per elementi compressi) <sup>(2)</sup> se l'elemento non è esposto alle intemperie il limite è incrementato per 1.5			



Bulloni che lavorano a taglio

# Resistenza del bullone a taglio

$$F_{V,Rd} = A \frac{0.6 f_{ub}}{\gamma_{M2}}$$

se la rottura a taglio avviene in zona  
non filettata

$$F_{V,Rd} = A_{res} \frac{0.6 f_{ub}}{\gamma_{M2}}$$

se la rottura a taglio avviene in zona  
filettata (classi 4.6, 5.6, 8.8)

$$F_{V,Rd} = A_{res} \frac{0.5 f_{ub}}{\gamma_{M2}}$$

se la rottura a taglio avviene in zona  
filettata (classi 6.8, 10.9)

# Resistenza della lamiera a rifollamento

$$F_{b,Rd} = d t \frac{k \alpha f_u}{\gamma_{M2}}$$

$$k = \text{MIN} \left( \frac{2.8 e_2}{d_0} - 1.7; \frac{1.4 p_2}{d_0} - 1.7; 2.5 \right)$$

$$\alpha = \text{MIN} \left( \frac{e_1}{3 d_0}; \frac{p_1}{3 d_0} - 0.25; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1 \right)$$

**Bulloni che lavorano a trazione**

# Resistenza del bullone a trazione

$$F_{t,Rd} = A_{res} \frac{0.9 f_{ub}}{\gamma_{M2}}$$

# Resistenza della lamiera a punzonamento

$$B_{p,Rd} = \pi d_m t_p \frac{0.6 f_u}{\gamma_{M2}}$$

Bulloni che lavorano a taglio e trazione

# Resistenza del bullone

## a taglio e trazione

$$\frac{F_{V,Ed}}{F_{V,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4 F_{t,Rd}} \leq 1$$

$$\frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}} \leq 1$$



Bulloni che lavorano ad attrito

# Resistenza del bullone ad attrito

- Sono bulloni che lavorerebbero a taglio, ma l'attrito è tale da evitare scorrimento tra i piatti

$$F_{s,Rd} = n \mu \frac{F_{p.Cd}}{\gamma_{M3}}$$

$$\gamma_{M3} = 1.25 \quad \text{per SLU}$$

$$\gamma_{M3} = 1.10 \quad \text{per SLE}$$

- |             |  |
|-------------|--|
| $\mu = 0,5$ | – superfici sabbiate meccanicamente o a graniglia, esenti da incrostazioni di ruggine e da vaiolature;   |
| $\mu = 0,4$ | – superfici sabbiate meccanicamente o a graniglia, e verniciate a spruzzo con prodotti a base di alluminio o di zinco.<br>– superfici sabbiate meccanicamente o a graniglia, e verniciate con silicato di zinco alcalino applicando uno spessore dello strato di 50-80 $\mu\text{m}$ ; |
| $\mu = 0,3$ | – superfici pulite mediante spazzolatura o alla fiamma, esenti da incrostazioni di ruggine;  |
| $\mu = 0,2$ | – superfici non trattate.  |