REGIONE LIGURIA

PROVINCIA di LA SPEZIA
COMUNE di LA SPEZIA

Piattaforma polifunzionale
per la gestione dei rifiuti pericolosi e non
sita nel Porto Mercantile, Molo Garibaldi - 19124 La Spezia (SP)
Valutazione di Impatto Ambientale ai sensi del DLGS 152/2006 e s.m.i.

SEPOR S.p.A.

Sede legale: Via Rigazzara, 90 - 19137 La Spezia (SP)
Nuova sede Operativa: Porto Mercantile, Molo Garibaldi - 19124 La Spezia (SP)
Tel: 0187/511535 - Fax: 0187/511545 - web: www.sepor.it
Partita i.v.a.: 00713770113

IL RICHIEDENTE (timbro e firma)

IL PROGETTISTA (timbro e firma)

NUOVO S.r.l.

Strada Gaglierano, 48 65013 Città Sant'Angelo (PE)
P.Iva 01285910680
mobile (+39) 329.7609789 - (+39) 339.3255861
e-mail: info@nuovosrl.it url: www.nuovosrl.it

FORMA S.r.l.

Vico Santa Caterina, 6 65013 Città Sant'Angelo (PE)
P.Iva 02022390682 tel./fax (+39) 085.9153461
e-mail: info@studioforma.it url: www.studioforma.it

Riferimento commessa:

Nome cliente: SEPOR S.p.A.

Località: La Spezia (SP)

Progetto generale: Piattaforma polifunzionale

Informazione elaborato:

Specifica tecnica bullonatura

Disegni di riferimento N°:

Scala disegno: 1:1

Redatto:	Approvato:	Disegno num.:	Rev.	Pagina
21/06/2018 FORMA S.r.l.	**26/06/2018** Nuovo S.r.l.	18.108.04V.0011		1 di 1

Ultima rev.:

E' vietata la riproduzione, anche parziale, con qualsiasi mezzo effettuata, compresa la fotocopia, anche ad uso interno o didattico

A4

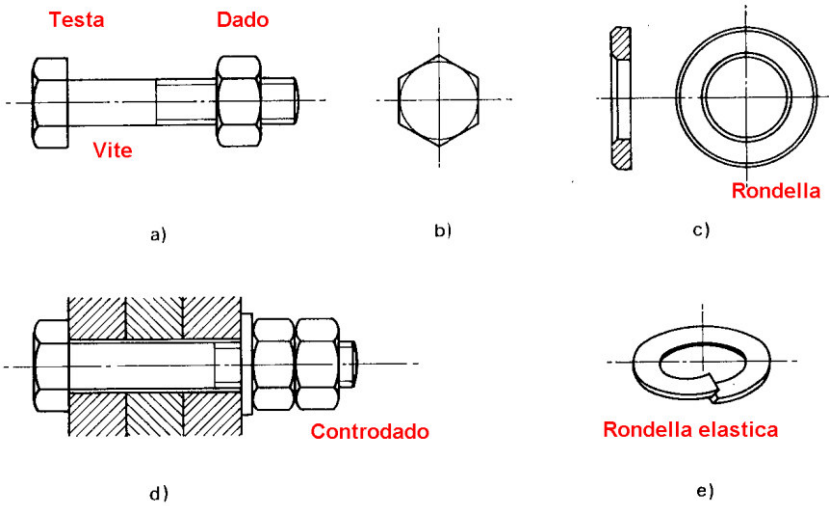
Sommario

1. SPECIFICA TECNICA BULLONATURA 2
1.1. Tecnologia delle unioni bullonate 2
1.1.1. Classificazione dei bulloni 2
1.1.2. Designazione di bulloni e dadi 3
1.1.3. Tolleranze dei bulloni 4
1.1.4. Interasse tra i fori 4
1.1.5. Interasse e distanza dai margini 5
1.1.6. Serraggio 5
1.2. Resistenza dell'unione bullonata 7
1.2.1. Unioni a taglio 7

1. SPECIFICA TECNICA BULLONATURA

1.1.Tecnologia delle unioni bullonate

1.1.1.Classificazione dei bulloni



I bulloni - conformi per le caratteristiche dimensionali alle norme UNI EN ISO 4016:2002 e UNI 5592:1968 devono appartenere alle sotto indicate classi della norma UNI EN ISO 898-1:2001, associate nel modo indicato nella Tabella A (rif. Par. 11.3.4.6 del DM 14/01/08):

	Normali			**Ad alta resistenza**	
Vite	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
Dado	4	5	6	8	10

Tabella A - Classificazione secondo D.M. 14/01/08.

Le tensioni di snervamento fyb e di rottura ftb delle viti appartenuti alle classi indicate nella precedente tabella A sono riportate nella seguente tabella B (rif. Par. 11.3.4.6 del DM 14/01/08):

Classe vite	**f_{tb} (N/mm^2)**	**f_{yb} (N/mm^2)**
4.6	400	240
5.6	500	300
6.8	600	480
8.8	800	649
10.9	1000	900

Tabella B

Bulloni per giunzioni ad attrito

I bulloni per giunzioni ad attrito devono essere conformi alle prescrizioni della Tab. C Viti e dadi, devono essere associati come indicato nella Tab. 11.3.XII del DM 14/01/08 (rif. Par. 11.3.4.6 del DM 14/01/08).

Elemento	Materiale	Riferimento
Viti	8.8 – 10.9 secondo UNI EN ISO 898-1:2009	UNI EN 14399:2005 parti 3 e 4
Dadi	8 - 10 secondo UNI EN 20898-2 :1994	
Rosette	Acciaio C 50 UNI EN 10083-2: 2006 temperato e rinvenuto HRC 32÷ 40	UNI EN 14399 :2005 parti 5 e 6
Piastrine	Acciaio C 50 UNI EN 10083-2: 2006 temperato e rinvenuto HRC 32÷ 40	

Tabella C – Viti e dadi

Gli elementi di collegamento strutturali ad alta resistenza adatti al precarico devono soddisfare i requisiti previsti dall UNI EN 14399-1, e recare la relativa marcatura CE, con le specificazioni di cui al punto A del par. 11.1.

1.1.2. Designazione di bulloni e dadi

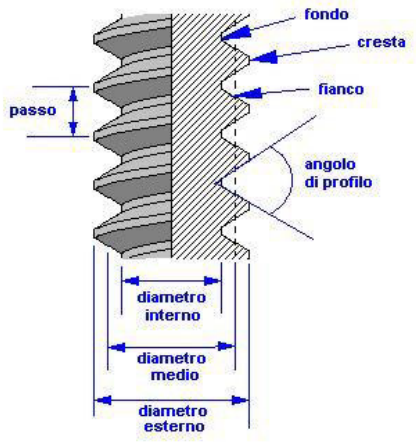


Fig. 1.1.2- A

filettatura esterna destrorsa a profilo triangolare

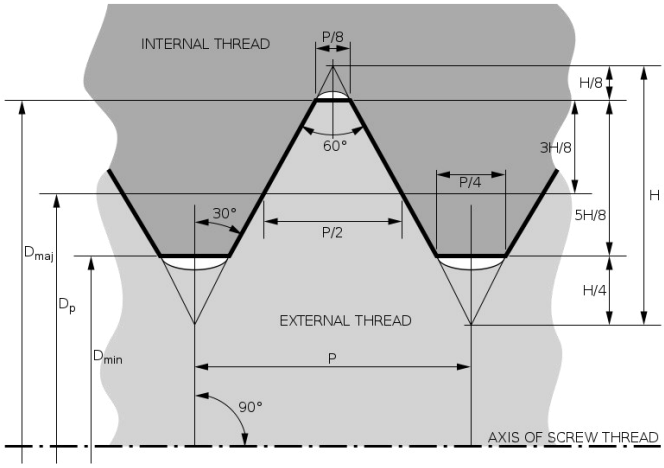


Fig. 1.1.2-B

Profilo di base di tutte le filettature metriche ISO

La designazione di una vite a testa esagonale larga ad alta resistenza per carpenteria avviene secondo il seguente schema:

UNI EN 14399 M12x80 – 8.8

- La lettera iniziale indica il tipo di filettatura, in questo caso M sta per Metrica ISO. Esistono tra l'altro altre filettature triangolari come la filettatura Whitworth (es. di designazione 1/2 W dove il numero indica il diametro nominale in pollici) e la filettatura GAS (es. di designazione G 1 1/2 dove il numero indica il diametro nominale in pollici) che può essere cilindrica o conica.
- Il primo numero indica il diametro esterno della filettatura (che coincide con il diametro del tratto di stelo non filettato) - diametro nominale.
- Il secondo numero indica la lunghezza della parte filettata (da non confondere con quello del passo del filetto).
- il terzo numero è la classe di resistenza

Nel caso di vite a passo fine di indica anche il passo della filettatura:
UNI EN 14399 M12x1,75x80 – 8.8
La designazione di dado esagonale largo ad alta resistenza per carpenteria avviene secondo il seguente schema:

UNI EN 14399 M16 – 8.0

- La lettera iniziale indica il tipo di filettatura, in questo caso M sta per Metrica ISO.
- Il primo numero indica il diametro esterno della filettatura - diametro nominale.
- il secondo numero è la classe di resistenza

La famiglia di norme UNI EN 14399 rappresenta la normativa di riferimento.

Nel caso di bullone a passo fine di indica anche il passo della filettatura:
UNI EN 14399 M16x2,00 – 8.0

Per quanto riguarda le caratteristiche dimensionali di filettature metriche a profilo triangolare (bulloneria "a passo grosso" usata in carpenteria e indicata con M es. bullone M20) si deve fare riferimento a quanto previsto dalla UNI EN 14399-3 (Sistema HR) e dalla UNI EN 14399-4 (Sistema HV).

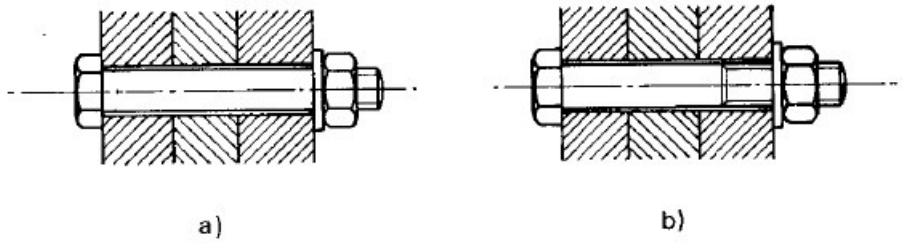
1.1.3. Tolleranze dei bulloni

Gioco foro-bullone:

ϕ - d ≤ 2 mm per ϕ ≤ 24 mm

ϕ - d > 2 mm per ϕ > 24 mm

Fori "calibrati": gioco = 0.1-0.2 mm



a) la filettatura inizia nello spessore della rondella: si usa l'area del bullone.

b) la filettatura inizia nello spessore delle piastre: si usa l'area resistente del bullone.

1.1.4.Interasse tra i fori

Da rispettare perché siano validi i metodi di calcolo basati sulla ridistribuzione.

Valori minimi → resistenza e ingombro avvitatori,

Valori massimi → compattezza per ridistribuzione, instabilità piastre compresse, corrosione.

1.1.5.Interasse e distanza dai margini

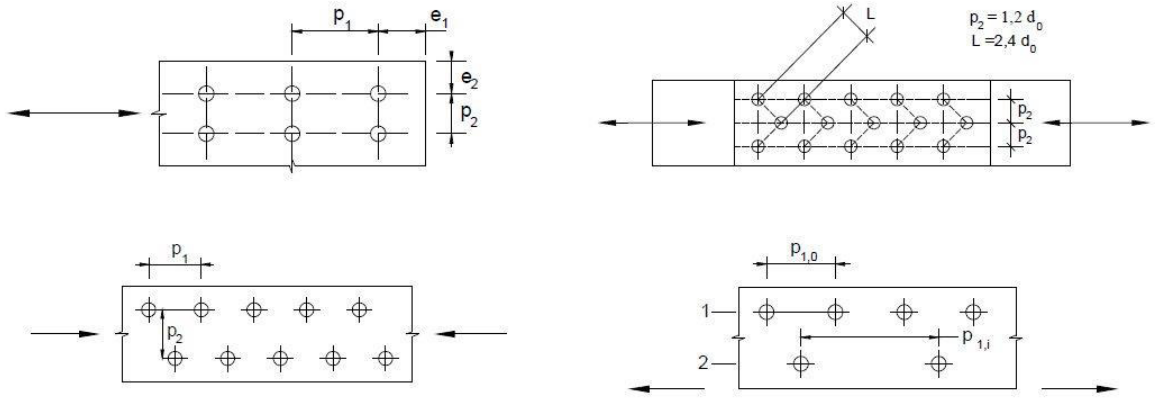


Fig. 1.1.5-A Disposizione dei fori per la realizzazione delle unioni bullonate

La posizione dei fori per le unioni bullonate deve rispettare le limitazioni previste nella tabella D, facendo riferimento agli schemi riportati nella fig. 1.1.5-A.

Distanze e interassi (fig. 1.1.5-A)	Minimo	Massimo		
		Unioni esposte a fenomeni corrosivi o ambientali	Unioni non esposte a fenomeni corrosivi o ambientali	Unioni di elementi in acciaio resistente alla corrosione (EN 10025-5)
e_1	1,2 d_0	4 t + 40 mm	-	max (8 t; 125 mm)
e_2	1,2 d_0	4 t + 40 mm	-	max (8 t; 125 mm)
p_1	2,2 d_0	min (14 t; 200 mm)	min (14 t; 200 mm)	min (14 t; 175 mm)
$p_{1,0}$	-	min (14 t; 200 mm)	-	-
$p_{1,i}$	-	min (28 t; 400 mm)	-	-
p_2	2,4 d_0	min (14 t; 200 mm)	min (14 t; 200 mm)	min (14 t; 175 mm)
L'instabilità locale del piatto posto tra i bulloni non deve essere considerata se $(p1/t<[9(235/fy)^{0,5}]$: in caso contrario si assumerà una lunghezza di libera inflessione pari a 0,6 p_1. t è lo spessore minimo degli elementi esterni collegati.				

I fori devono avere diametro uguale a quello del bullone maggiorato al massimo di 1 mm, per bulloni sino a 20 mm di diametro, e di 1.5 mm per bulloni di diametro maggiore di 20 mm.

Si può derogare da tali limiti quando eventuali assestamenti sotto i carichi di servizio non comportino il superamento dei limiti di deformabilità o di servizio. Quando necessario, è possibile adottare "accoppiamenti di precisione" in cui il gioco foro-bullone non dovrà superare 0,3 mm per bulloni sino a 20 mm di diametro e 0,5 mm per5 bulloni di diametro superiore, o altri accorgimenti di riconosciuta validità.

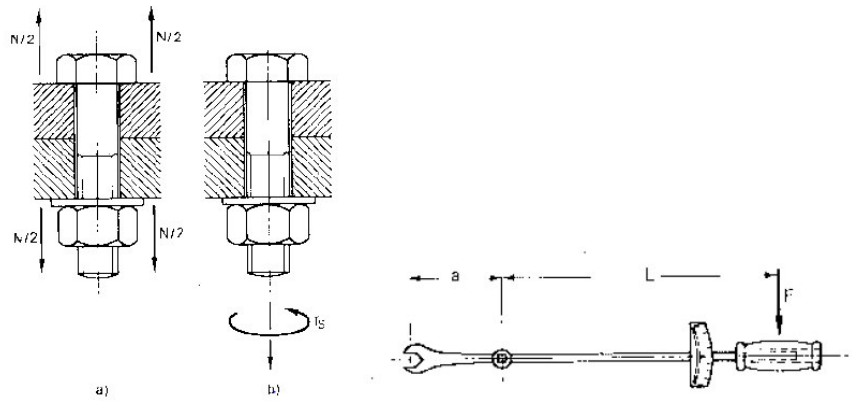
1.1.6.Serraggio

Il serraggio è benefico:

- ostacola lo scorrimento delle piastre (ripresa dei giochi);
- ostacola il distacco delle piastre nelle unioni a trazione.

Il serraggio induce:

- pretrazione del bullone equilibrata dalla precompressione delle piastre;
- torsione del bullone equilibrata dall'attrito.



Il serraggio non diminuisce la resistenza ultima del bullone purché sia limitato e controllato. Il serraggio dovrebbe indurre nel gambo del bullone una tensione pari a 0.8 f_y, cioè una forza di trazione N_S = 0.8 Ares f_y. La coppia di serraggio varia con l'attrito e vale mediamente:

$$TS = 0.2\ N_S\ d$$

Serraggio con chiave dinamometrica

Non del tutto affidabile (variabilità attrito).

Per controllo svitare di circa 60° e riavvitare.

d	T_s $(N \cdot m)$					
	4.6	5.6	6.6	8.8	10.9	12.9
10	19	26	31	51	64	76
12	33	44	54	89	110	132
14	53	71	86	142	176	211
16	82	111	135	221	275	330
18	113	152	185	304	379	453
20	161	216	263	431	537	643
22	219	293	357	587	731	875
24	278	373	454	746	929	1112
27	406	545	664	1091	1358	1626
30	572	767	934	1534	1910	2287
33	751	1008	1228	2015	2510	3005
36	965	1294	1576	2588	3224	3859
39	1248	1675	2040	3350	4172	4994

d	N_s (kN)					
	4.6	5.6	6.6	8.8	10.9	12.9
10	10	13	16	26	32	38
12	14	18	23	37	46	55
14	19	25	31	51	63	75
16	26	35	42	69	86	103
18	31	42	51	84	105	126
20	40	54	66	108	134	161
22	50	67	81	133	166	199
24	58	78	95	155	193	232
27	75	101	123	202	252	301
30	95	128	156	256	318	381
33	114	153	186	305	380	455
36	134	180	219	359	448	536
39	160	215	262	429	535	640

Coppie di serraggio.

1.2.Resistenza dell'unione bullonata

a) unioni a taglio

b) unioni a trazione

c) azioni combinate

Riferimenti normativi:
• Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al DM 14.01.2008
• Eurocodice 3: UNI EN 1993

Unioni con bulloni:
1. Non precaricati: si possono impiegare viti d p p p g i tutte le classi (da 4.6 a 10.9).
2. Precaricati: si devono impiegare bulloni ad alta resistenza (8.8, 10.9).

1.2.1.Unioni a taglio

VERIFICHE AGLI STATI LIMITE: BULLONI NON PRECARICATI

Verifica delle viti a taglio

$$F_{v,ed} \leq F_{v,rd}$$

$F_{v.ed}$: forza scambiata tra vite e piastra sul piano di taglio considerato

$F_{v,rd}$: resistenza calcolo al taglio per la vite considerata

$F_{v,rd} = (0,6*f_{tb}* A_{res})/\Upsilon_{m2}$ - (bulloni classi 4.6, 5.6, 8.8)

$F_{v,rd} = (0,5*f_{tb}* A_{res})/\Upsilon_{m2}$ - (bulloni classi 6.8 e 10.9)

$F_{v,rd} = (0,6*f_{tb}* A)/\Upsilon_{m2}$ - (se il piano taglio interessa la parte non filettata della vite)

f_{tb}: resistenza a rottura del materiale impiegato per realizzare il bullone

$\Upsilon_{m2:}$ coefficiente di sicurezza pari a 1,25

A_{res}: sezione resistente della parte filettata della vite

A: sezione resistente della parte non filettata della vite

Verifica a trazione degli elementi connessi (piastre)

VERIFICA A TRAZIONE DEGLI ELEMENTI CONNESSI (PIASTRE)

$$N_{Ed} \le N_{t,Rd} = \min\left(N_{pl,Rd}; N_{u,Rd}\right) = \min\left(\frac{A \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}}; \frac{0.9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}\right)$$

N_{Ed} = forza di trazione agente sull'elemento strutturale (azione assiale di calcolo)

$N_{t,Rd}$ = resistenza di calcolo a trazione dell'elemento

$N_{pl,Rd}$ = resistenza plastica della sezione lorda dell'elemento (senza depurarla dai fori)

$N_{u,Rd}$ = resistenza a rottura della sezione netta dell'elemento (depurandola dai fori)

A = area della sezione resistente lorda dell'elemento

A_{net} = area della sezione resistente netta dell'elemento

f_{yk} = carico di snervamento del materiale di cui è costituito l'elemento

f_{tk} = resistenza a rottura del materiale di cui è costituito l'elemento

γ_{M0} = coefficiente di sicurezza = 1.05

γ_{M2} = coefficiente di sicurezza = 1.25

Verifica a rifollamento degli elementi connessi

VERIFICA A RIFOLLAMENTO DEGLI ELEMENTI CONNESSI

$$F_{v,Ed} \le F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

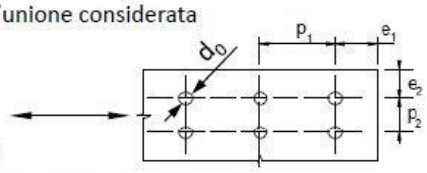
$F_{v,Ed}$ = forza scambiata tra vite e piastra considerata

$F_{b,Rd}$ = resistenza di calcolo a rifollamento della piastra dell'unione considerata

f_{tk} = resistenza a rottura del materiale della piastra

γ_{M2} = coefficiente di sicurezza = 1.25

t = spessore della piastra; d = diametro nominale della vite



α = min $\{e_1/(3d_0); f_{tb}/f_{tk}; 1\}$ per bulloni di bordo nella direzione del carico applicato

α = min $\{p_1/(3d_0) - 0.25 ; f_{tb}/f_{tk}; 1\}$ per bulloni interni nella direzione del carico applicato

k = min $\{2.8\ e_2/d_0 - 1.7; 2.5\}$ per bulloni di bordo nella direzione perpendicolare al carico

k = min $\{1.4\ p_2/d_0 - 1.7; 2.5\}$ per bulloni interni nella direzione perpendicolare al carico

Verifica a trazione dei bulloni

VERIFICA A TRAZIONE DEI BULLONI

$$F_{t,Ed} \leq F_{t,Rd} = \frac{0.9 \cdot A_{res} \cdot f_{tb}}{\gamma_{M2}}$$

$F_{t,Ed}$ = forza di trazione agente sul bullone

$F_{t,Rd}$ = resistenza di calcolo a trazione del bullone

A_{res} = area della sezione di nocciolo della vite

f_{tb} = resistenza a rottura del materiale della vite

γ_{M2} = coefficiente di sicurezza = 1.25

Verifica a punzonamento degli elementi connessi

VERIFICA A PUNZONAMENTO DEGLI ELEMENTI CONNESSI (PIASTRE)

$$F_{t,Ed} \leq B_{p,Rd} = \frac{0.6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_p \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$F_{t,Ed}$ = forza di trazione applicata alla vite

$B_{p,Rd}$ = resistenza a punzonamento del piatto collegato

f_{tk} = resistenza a rottura del materiale della piastra

γ_{M2} = coefficiente di sicurezza = 1.25

t_p = spessore della piastra

d_m = minimo tra il diametro del dado e il diametro medio della testa del bullone

Verifica dei bulloni con stato di sollecitazione composto

VERIFICA DEI BULLONI CON STATO DI SOLLECITAZIONE COMPOSTO

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

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

$F_{t,Ed}$ = forza di trazione agente sulla vite

$F_{v,Ed}$ = forza di taglio agente sulla vite

$F_{t,Rd}$ = resistenza a trazione della vite

$F_{v,Rd}$ = resistenza a taglio della vite

VERIFICHE AGLI STATI LIMITE: BULLONI PRECARICATI

UNIONI A TAGLIO PER ATTRITO CON BULLONI AD ALTA RESISTENZA: RESISTENZA DI CALCOLO ALLO SCORRIMENTO

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

n = numero delle superfici di attrito

μ = coefficiente di attrito tra le piastre a contatto nelle unioni precaricate: pari a 0.45 quando le giunzioni sono sabbiate al metallo bianco e protette sino al serraggio dei bulloni, pari a 0.30 in tutti gli altri casi

$F_{p,Cd}$ = forza di precarico del bullone: pari a 0.7 f_{tb} A_{res} in caso di serraggio controllato, altrimenti pari a 0.7 f_{tb} A_{res}/γ_{M7}

γ_{M3} = coefficiente di sicurezza = 1.25 (stati limite ultimi)

γ_{M7} = coefficiente di sicurezza = 1.10