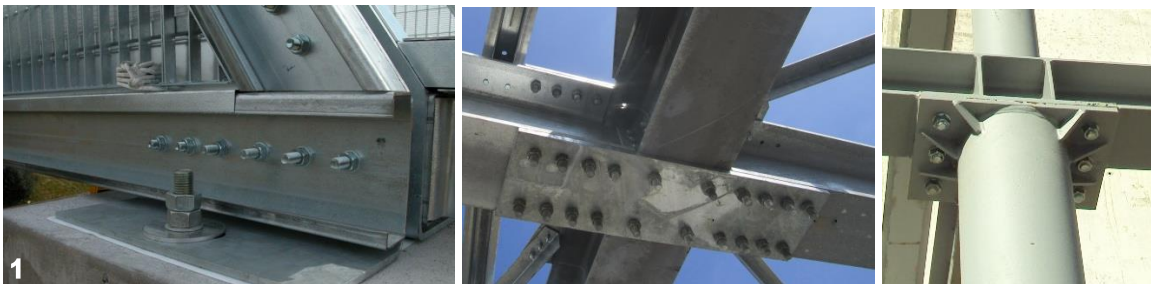


## COLLEGAMENTI BULLONATI, MODALITÀ DI SERRAGGIO IN CONFORMITÀ ALLA EN 1090-2

La norma armonizzata EN 1090-2 “*Requisiti tecnici per strutture di acciaio*” fornisce specifiche regole per i controlli da eseguire sui collegamenti bullonati. Dopo il preliminare assemblaggio è necessario effettuare dei controlli visivi, verificando il corretto posizionamento delle rondelle ed accertando l’avvenuta certificazione di accuratezza dell’avvitatore, per poi procedere alle operazioni di **serraggio** di seguito descritte.

I controlli da effettuare, durante e dopo il **serraggio**, dipendono dalla modalità stessa di serraggio utilizzata.



### NORMA EN 1090-2

- Descrive le modalità di preparazione della giunzione (§8.5);
- Definisce l’accuratezza degli avvitatori;
- Descrive la modalità di serraggio specificando le fasi operative;
- Definisce le modalità di controllo del serraggio per ciascuna delle fasi previste;
- Fornisce metodi alternativi di calibrazione della giunzione.

*NB:* La EN 1090-2 fornisce indicazioni per il serraggio mediante rotazione del dado. Nel caso di modalità operative differenti si rimanda all’*annesso H* della stessa norma.



## BULLONERIA DA PRECARICO

Modalità di serraggio per EN 14399:

**Table 20 – k-classes for tightening methods**

Tightening method	k-classes
Torque method	K2
Combined method	K2 or K1
HRC tightening method	K0 with HRD nut only or K2
Direct tension indicator (DTI) method	K2, K1 or K0

Il serraggio deve garantire il raggiungimento del precarico previsto dalle norme armonizzate:

$$F_{pc} = 0,7 \cdot f_{ub} \cdot A_s$$

Dove:

$f_{ub}$  È la resistenza nominale della vite (Mpa);  
 $A_s$  È la sezione resistente della vite (filettatura).

- Per la classe K1 il metodo di serraggio più utilizzato è il metodo combinato:  
**precoppia + angolo**
- Per la classe K2 il metodo di serraggio più utilizzato è il metodo con controllo della coppia:  
**precoppia + coppia**



### *Metodo di serraggio combinato (coppia di avvitamento iniziale più angolo)*

Si realizza in due fasi, applicando una specificata coppia iniziale e successivamente imponendo un opportuno angolo di rotazione all'elemento rotante:

#### *1 - coppia di avvitamento iniziale*

Avvitare, con un idoneo avvitatore (capace di un'accuratezza di  $\pm 10\%$ ), fino al raggiungimento del valore di coppia di avvitamento iniziale  $M_{ini}$  di circa:

$$M_{ini} = 0,75 \cdot M_{r,1}$$

Questa prima operazione deve essere conclusa per tutte le viti della giunzione prima di iniziare la fase successiva.

I valori di riferimento della coppia,  $M_{r,1}$ , per la classe K1 (normalmente utilizzata per questa modalità di serraggio), in accordo con le norme EN 14399, sono determinati attraverso la relazione:

$$M_{r,1} = k_m \cdot d \cdot F_{p,C}$$

Dove  $k_m$  = fattore compreso nei limiti prescritti per la classe K1 ( $0,10 \leq k_m \leq 0,16$ ).

Per semplificazione, se non diversamente specificato, può essere considerato il seguente valore di  $M_{r,1}$ :

$$M_{r,1} = 0,13 \cdot d \cdot F_{p,C}$$

I valori del minimo precarico nominale,  $F_{p,C}$  ed i valori della coppia di avvitamento iniziale,  $M_{ini}$  sono specificati in Tabella 1.

1	2	3
Filettatura	Minimo precarico nominale, $F_{p,C}$ [kN]	Coppia di avvitamento iniziale, $M_{ini} = 0,75 \cdot M_{r,1}$ [Nm], per $k_m = 0,13$
M12	59	69
M16	110	171
M20	172	334
M22	212	455
M24	247	578
M27	321	846
M30	393	1149
M36	572	2007

Tabella 1: Metodo combinato. Valori di coppia di avvitamento iniziale.

- *Angolo di rotazione finale*

Ruotare di un angolo, il cui valore è specificato in Tabella 2, l'elemento rotante dell'assieme (il dado, salvo eccezioni che richiedono speciali precauzioni). L'angolo di rotazione relativa tra gli elementi dell'assieme deve essere facilmente identificabile al termine del serraggio, ad esempio utilizzando opportuni contrassegni e riferimenti.



4

Lunghezza di serraggio $\sum t$ d = diametro nominale della vite	Rotazione ulteriore da applicare, durante la seconda fase di serraggio	
	Gradi	Frazione di giro
$\sum t < 2d$	60	1/6
$2d \leq \sum t < 6d$	90	1/4
$6d \leq \sum t < 10d$	120	1/3

NOTA: nel caso in cui la superficie sotto la testa della vite o sotto il dado non è perpendicolare all'asse della vite, l'angolo di rotazione richiesto deve essere determinato da opportuni test.

Tabella 2: Metodo combinato. Rotazione aggiuntiva.



## Metodo di serraggio con controllo della coppia

### 1 - coppia di avvitamento iniziale

Avvitare, con un idoneo avvitatore (capace di un'accuratezza di  $\pm 4\%$ , in accordo alla norma EN ISO 6789), fino al raggiungimento del valore di coppia di avvitamento iniziale,  $M_{ini}$  di circa:

$$M_{ini} = 0,75 \cdot M_{r,2}$$

Questa prima operazione deve essere conclusa per tutte le viti della giunzione prima di iniziare la fase successiva.

I valori di riferimento della coppia di serraggio,  $M_{r,2}$ , per la classe K2, in accordo con le norme EN 14399, sono determinati attraverso la relazione:

$$M_{r,2} = k_m \cdot d \cdot F_{p,c}$$

Dove  $k_m$  = valor medio del fattore-k di ciascun singolo lotto d'assieme, dichiarato dal produttore sull'etichetta ( $0,10 \leq k_m \leq 0,23$ ).

L'utilizzatore deve far riferimento a questo valore di fattore-k che è caratteristico per ogni lotto, per calcolare i valori corretti della coppia di serraggio.



Coppia di avvitamento finale:

Applicare la coppia di serraggio finale  $M_{fin}$ , definita come:

$$M_{fin} = 1,10 \cdot M_{r,2}$$

Utilizzando un idoneo avvitatore (capace di un'accuratezza di  $\pm 4\%$ , in accordo alla norma EN ISO 6789).

NB: con questo metodo si garantisce nominalmente un precarico superiore del 10% a quello minimo richiesto.



**BULLONERIA NON ADATTA A PRECARICO**

Modalità di serraggio per EN 15048



- Le parti da collegare devono essere posizionate in contatto stabile;
- Ciascun assieme bullonato deve essere serrato raggiungendo le condizioni di “*snug-tight*” (condizione di serraggio raggiungibile mediante l’impegno di un uomo che usi una chiave di manovra normale senza nessuna estensione del braccio e corrisponde al punto in cui una chiave a impulsi inizia a “martellare”);
- Una particolare cura deve essere posta nell’evitare sovra-serraggi, specialmente nel caso di viti corte e M12;
- La procedura di serraggio fino alle condizioni di “*snug-tight*” deve essere eseguita partendo dalle parti più rigide della giunzione, muovendosi progressivamente verso le parti meno rigide;
- Per raggiungere una condizione di serraggio uniforme possono essere necessari più cicli di avvitamento;
- La vite deve sporgere con almeno un filetto completo dalla faccia non appoggiata del dado.

## BIBLIOGRAFIA:

- Antonio Ripamonti e Luca Casartelli (Agrati Group) “Collegamenti bullonati nelle strutture metalliche” Convegno “Progettazione esecutiva di strutture in acciaio: unioni bullonate e saldate”- Macerata 10/05/2013.
- UNI EN 1090-2, “Esecuzione di strutture di acciaio e di alluminio - Parte 2: Requisiti tecnici per strutture di acciaio”
- UNI EN 14399-1 “Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato - Parte 1: Requisiti generali”
- UNI EN 14399-2 “Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato - Parte 2: Prova di idoneità all'impiego”
- UNI EN 14399-3 “Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato Parte 3: Sistema HR - Assieme vite e dado esagonali”
- UNI EN 14399-4 “Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato - Parte 4: Sistema HV - Assieme vite e dado esagonali”
- UNI EN 14399-5 “Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato - Parte 5: Rondelle piane”
- UNI EN 14399-6 “Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato - Parte 6: Rondelle piane smussate”
- UNI EN 14399-7 “Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato - Parte 7: Sistema HR - Assieme vite con testa svasata piana e dado”
- UNI EN 14399-8 “Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato - Parte 8: Sistema HV - Assieme vite a testa esagonale con gambo calibrato e dado”
- UNI EN 14399-9 “Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato - Parte 9: Sistema HR o HV - Rondelle con indicazione di carico per assiami vite e dado”
- UNI EN 14399-10 “Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato - Parte 10: Sistema HRC - Assiami vite e dado con serraggio calibrato”
- UNI EN 15048-1 “Bulloneria strutturale non a serraggio controllato - Parte 1: Requisiti generali”
- UNI EN 15048-2 “Bulloneria strutturale non a serraggio controllato - Parte 2: Prova di idoneità all'impiego”

## LINK UTILI:

- [La norma EN 1090](#)
- [I collegamenti: unioni bullonate](#)
- [La bulloneria adatta a precarico](#)
- [La bulloneria non adatta a precarico](#)
- [Sagomario bulloneria strutturale](#)

## RINGRAZIAMENTI:

Si ringrazia U.P.I.V.E.B. (Unione Produttori Italiani Viteria E Bulloneria) - [www.upiveb.org](http://www.upiveb.org) - per la documentazione fornita.

## CREDITS FOTOGRAFICI:

1: Da sinistra a destra: © Profilsider srl, © Effebi srl, © Stahlbau Pichler srl  
2: © Fondazione Promozione Acciaio  
3, 4, 8: © “La marcatura CE degli elementi di collegamento strutturale” - Ing. Sante Costa – U.P.I.V.E.B. – convegno “REGOLAMENTO UE 305/2011 e MARCATURA CE: FOCUS STRUTTURE IN ACCIAIO”, Modena 25/09/14  
5: © Studio di Ingegneria Marzio e Alessandro Monti  
6: © Buonomo Veglia  
7: © AIACE

© Documento di proprietà di Fondazione Promozione Acciaio. Diritti di riproduzione riservati