



NGT-TEST
Laboratorio sperimentale
Controlli non distruttivi

NGT-TEST S.R.L.
VIA FIUME BUSENTO N.157 88100 CATANZARO (CZ)
TEL: 0961 764755 P.IVA 03257490791
e-mail:ngt.testcz@gmail.com pec:ngttest@pec.it www.ngt-test.it
LABORATORIO DI PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE
AUTORIZZATO DAL MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
C.S.LL.PP. – STC D.M. n. 27 DEL 28/02/2020 Art.59 D.P.R. n.380/2001



INFORMAZIONE TECNICA 04

Dicembre 2022

Al fine di contribuire a diffondere la conoscenza delle prove ed indagini in ambito delle strutture civili, il Laboratorio NGT-TEST ha iniziato questa attività di divulgazione relativa alle prove di laboratorio e prove su strutture esistenti, contestualizzate nel vigente quadro normativo. Il documento si rivolge a tutti i tecnici che operano nel campo delle costruzioni.

PROVE DI LABORATORIO: CONTROLLI DI ACCETTAZIONE IN CANTIERE - BULLONERIA STRUTTURALE



NGT-TEST S.R.L.
VIA FIUME BUSENTO N.157 88100 CATANZARO (CZ)
GESTIONE QUALITA' CERTIFICATA ISO 9001
TECNICI CERTIFICATI CND UNI PDR 56:2019 E UNI 9712:2012

Pag. 1 a 8



SINTESI DELLA BULLONERIA STRUTTURALE

❖ Premessa normativa

Al punto 11 paragrafo 11.3.4.6 le Norme Tecniche 2018 indicano i riferimenti normativi relativi alla classificazione e caratterizzazione degli elementi di collegamento “Bulloni e chiodi”:

- **UNI EN ISO 898-1** *Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento di acciaio - Parte 1: Viti e viti prigioniere con classi di resistenza specificate - Filettature a passo grosso e a passo fine*; Sono individuate due categorie di viti (a bassa ed alta resistenza) e diverse classi di resistenza del materiale;
- **UNI EN ISO 898-2** *Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento di acciaio al carbonio e acciaio legato - Parte 2: Dadi con classi di resistenza specificate - Filettatura a passo grosso e filettatura a passo fine*; Specifica le proprietà meccaniche dei dadi con carichi di prova determinati.

Si applicano a dadi con diametri esterni nominali di filettatura da 8 mm a 39 mm.

Le norme della serie EN ISO 898, forniscono le classi di resistenza per gli elementi di collegamento di acciaio e metodi di prova per le viti 898 (parte 1) e per i dadi 898 (parte 2).

- **UNI EN 14399**: *Assiemi di bulloneria strutturale ad alta resistenza da precarico - Parte 10: Sistema HRC - Assiemi vite e dado con serraggio calibrato*
- **UNI EN 15048**: *Assiemi di bulloneria strutturale non da precarico - Parte 2 : Idoneità all'impiego*

❖ Esposizione del quadro di riferimento delle unioni/assiemi.

Prima di affrontare la questione relativa ai controlli di accettazione è bene definire alcuni concetti esplicitati in parte nella norma NTC 2018.

Si definisce “assieme” il **sistema costituito da una vite con filettatura metrica**, da un dado ed eventualmente da una o più rondelle. Il Tecnico nella progettazione della struttura metallica, per quanto riguarda le unioni bullonate, può scegliere tra assieme SB non a precarico e Assieme HV a precarico. Anzitutto è necessario specificare che la scelta degli **elementi nelle unioni bullonate** per le costruzioni di **carpenteria metallica** deve sempre considerare prodotti dotati di marcatura CE. Non tutte le classi di bulloni sono idonee per essere utilizzate nelle connessioni strutturali.



La marcatura CE deve essere apposta su quei prodotti da costruzione per i quali il produttore abbia rilasciato una Dichiarazione di Prestazione DoP. A tale scopo è necessario che il produttore fornisca nella DoP le informazioni relative alle caratteristiche essenziali del prodotto, assumendosi così la responsabilità della conformità alla dichiarazione stessa. Senza questo documento non può essere apposta la marcatura CE. La DoP sostituisce la “Dichiarazione di Conformità” prevista dalla norma precedente (Direttiva 89/106/CEE). L’utente in base alle informazioni contenute, si assume la responsabilità di utilizzo del prodotto. Alla luce di quanto sopra esposto, i bulloni utilizzati per la carpenteria metallica sono suddivisi in due distinte categorie (a bassa ed alta resistenza), in relazione al tipo di *assieme* da realizzare:

assiemi non da precarico, denominati *SB*;

assiemi da precarico, realizzati con *sistemi HV, HR, HRC*.

❖ ASSIEMI DA NON PRECARICO - SISTEMA SB

Gli assiemi non da precarico (**sistema SB**) vengono utilizzati per le unioni a taglio, nelle quali la resistenza del collegamento è demandata al contatto tra il gambo della vite e la superficie interna della lamiera forata che accoglie la vite. Ai fini della correttezza del montaggio dell’assieme, la vite deve sporgere con almeno un filetto completo dalla faccia del dado. Ciascun assieme (vite, dado e rondella) deve essere comunque opportunamente serrato, sebbene con operazioni manuali, raggiungendo la cosiddetta condizione di “*ADERENZA*” (condizione di serraggio raggiungibile mediante l’impegno di un operatore che usi una chiave di manovra normale senza nessuna estensione del braccio e corrisponde al punto in cui una chiave ad impulsi inizia a “martellare”). Durante le operazioni di assemblaggio, tale condizione deve essere eseguita per ciascun bullone, partendo dalle parti più rigide della giunzione, muovendosi progressivamente verso le parti meno rigide; si segnala che, al fine di raggiungere una condizione di serraggio uniforme, possono essere necessari più cicli di avvitamento. Particolare cura va posta nell’evitare sovra-serraggi specialmente nel caso di viti corte e bulloni di piccolo diametro. Per il ridotto precarico applicato mediante il serraggio manuale, è possibile far ricorso a viti di tutte le classi di resistenza, considerando sia quelle a bassa che ad alta resistenza. Per i singoli prodotti costituenti l’assieme (vite e dado) risulta obbligatoria la marcatura CE, con marchio del produttore dell’assieme e del marchio speciale “SB” (Bulloni Strutturali).



- Giunzioni soggette a carico di taglio

I giunti caricati a taglio vengono spesso utilizzati per collegare piastre o lamiere e di solito presentano più elementi di fissaggio. Questi tipi di giunti trasmettono carichi di taglio longitudinalmente nelle viti, sull'asse perpendicolare a quello centrale della vite stessa.

Un giunto di taglio tipico è illustrato nella figura seguente.

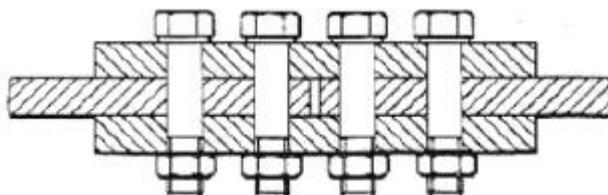


Fig.1- Giunto di taglio

La tipologia di assieme da impiegare nel collegamento dipende dal tipo di meccanismo prescelto. Nel caso in cui il collegamento sia stato pensato come composto da bulloni resistenti a taglio, per cui la resistenza del fissaggio è dovuta alle forze di contatto che si sviluppano tra le lamiere collegate e il gambo delle viti, allora sono sufficienti gli assiemi non da precarico. Gli assiemi SB sono idonei per questo tipo di impiego e le loro caratteristiche devono rispettare le norme armonizzate UNI EN 15048-1 e UNI EN 15048-2; le normative definiscono i requisiti generali e specifici dell'assieme (vite, dado, rondelle) per la bulloneria strutturale non a serraggio controllato e per gli assiemi stessi. Non sono definiti requisiti geometrici e non sono specificate particolari tipologie di rivestimento. Gli assiemi di bulloneria in accordo con la presente norma europea (UNI EN 15048) sono progettati per essere utilizzati nelle giunzioni di bulloneria strutturale sollecitate a taglio o a trazione. L'utilizzo previsto di assiemi strutturali in accordo con la presente norma europea è per opere metalliche strutturali.



❖ ASSIEMI DA PRECARICO – SISTEMI HV-HR-HRC

Durante la fase di serraggio viene trasmesso il precarico iniziale: si tratta di un carico assiale dato al bullone, mediante l'applicazione di una coppia, prima di sottoporre il contatto tra le due flange alle forze innescate da carichi esterni.

- Giunzioni ad attrito

Le unioni ad attrito assicurano, almeno nelle fasi iniziali del carico, una rigidità senz'altro maggiore rispetto alle normali giunzioni e risultano più adatte in tutti quei casi in cui le sollecitazioni hanno caratteristiche dinamiche, con repentine variazioni di valore, ad esempio in presenza di vibrazioni, urti o oscillazioni sismiche. Il funzionamento di questi giunti si basa sull'attrito delle flange per trasmettere i carichi di taglio e funzionano fino a quando il carico trasversale non assume valori troppo elevati e si verifica il fenomeno di scivolamento. Le giunzioni ad attrito vengono spesso utilizzate per strutture spaziali in quanto non procurano frizione delle flange, facilitano l'assemblaggio, sono facili da implementare in quanto il precarico nella vite non è critico ed infine possono essere considerate sicure per la verifica di ultima rottura. Inoltre, possono assicurare un migliore controllo della resistenza, grazie alla eliminazione dei picchi di tensione dovuti ai fenomeni di contatto localizzati all'interfaccia bullone lamiera. Tra l'altro, la precompressione trasversale ha un benefico effetto di riduzione dei picchi di tensione che si registrano in corrispondenza del bordo dei fori. In assenza di carichi esterni, la resistenza allo slittamento è data dalla somma dei precarichi, invece con la presenza dei carichi esterni è necessario che sia superiore ai carichi di taglio. Nel caso in cui invece il progettista abbia considerato un collegamento con maggiore rigidità, privo di scorrimenti sotto carico, allora è necessario prevedere un collegamento ad attrito. In questo caso devono essere impiegati assieme a precarico, cioè bulloni ad alta resistenza, la cui portata è dovuta all'attrito tra le lamiere, causato dal precarico indotto dalla coppia di serraggio. Questo tipo di collegamento offre prestazioni maggiori in caso di vibrazioni, sollecitazioni dinamiche, sismiche e presenta una migliore distribuzione delle resistenze tra gli assiami che compongono il fissaggio. Essi possono essere utilizzati anche per giunzioni a taglio. Gli assiami HV sono idonei per questo tipo di impiego, in cui HV significa *hochfest vorgespannt*, cioè ad alta resistenza e a precarico le cui caratteristiche devono rispettare la norma armonizzata UNI EN 14399-1. Nella pratica corrente è consuetudine l'utilizzo nelle carpenterie metalliche di collegamenti strutturali composti da assiami a precarico, la cui resistenza ad attrito,



inferiore rispetto a quella che può offrire a taglio, sia sfruttata in condizioni di esercizio (progettazione agli Stati Limite di Esercizio SLE). Una volta superata la resistenza ad attrito, con conseguente scorrimento del collegamento, la portata a rottura del fissaggio è affidata alla resistenza a taglio (progettazione agli Stati Limite Ultimi SLU). In accordo con UNI 898-1, sono individuate due categorie di vite (a bassa ed alta resistenza) e diverse classi di resistenza del materiale. La sigla caratterizzante la classe di resistenza è costituita da due numeri: il primo numero rappresenta 1/100 del valore nominale del carico unitario di rottura, R_m espresso in N/mm^2 ; il secondo numero rappresenta 10 volte il rapporto tra il carico nominale unitario di snervamento.



CONTROLLI DI ACCETTAZIONE

❖ PROVE MECCANICHE SU BULLONI, DADI E RONDELLE

Come previsto dalle **NTC 2018 -C11.3.4.6**, per **bulloni e chiodi**, *“il Direttore dei lavori deve effettuare i controlli di accettazione su almeno 3 campioni ogni 1500 pezzi impiegati; il numero di campioni, prelevati e provati nell’ambito di una stessa opera, non può comunque essere inferiore a tre. Per opere per la cui realizzazione è previsto l’impiego di una quantità di pezzi non superiore a 100, il numero di campioni da prelevare è stabilito dal Direttore dei Lavori. Sui 3 campioni devono in genere eseguite prove a strappo sul bullone; qualora i risultati dovessero presentare qualche criticità, si consiglia di estendere le prove prelevando ulteriori 4 campioni sui quali eseguire:*

- *su tre viti: una prova di trazione verticale, una prova di taglio o rescissione, una prova di tenacità;*
- *su tre dadi: una prova di carico, una prova di durezza, una prova di allargamento;*
- *sul quarto bullone: una ulteriore prova di strappo.”*

Prova di strappo -UNI EN 15048-2

La prova si esegue su un **assieme bullone/dado** senza rondelle e si configura come una prova di trazione a rottura. La finalità della prova è quella verificare il valore massimo raggiunto durante la prova a strappo dell’assieme confrontandolo con la minima resistenza a trazione di cui alle tabelle 1-2-3 UNI 15048-1. Inoltre, la prova è finalizzata a verificare l’ubicazione della rottura che deve avvenire nella lunghezza della filettatura o alla spelatura delle filettature impegnate.

Trazione su vite -UNI EN ISO 898-1

La prova avviene sottoponendo una vite ad uno sforzo di trazione fino a rottura, allo scopo di determinare le caratteristiche meccaniche del materiale. Si determina il carico di rottura a trazione e può essere combinata con la prova di allungamento.

Prova di carico su vite UNI EN ISO 898-1

La prova avviene sottoponendo una vite ad uno sforzo di trazione predefinito e misurazione di eventuale allungamento. Affinchè la prova abbia esito positivo, la vite non deve subire danni e nessun allungamento.



Prova di carico su dado UNI EN ISO 898-2

Lo scopo di questa prova è quello di sottoporre a trazione un dado ad un precarico per mezzo di un mandrino di prova. La prova avrà esito positivo se il dado verrà rimosso utilizzando le dita o se necessario dopo un massimo di un mezzo giro con una chiave. Il dado deve resistere al carico senza cedimenti o strappamenti della filettatura.

Prove di durezza

Le prove di durezza sono menzionate dalla NTC 2018 relativamente alla caratterizzazione delle rondelle:

Prova di durezza su dado e rondella UNI EN ISO 898-2

La prova di durezza avente carattere decisivo è quella Vickers; sono consentite le prove di durezza Brinell e Rockwell utilizzando la conversione. Lo scopo di questa prova è quello di sottoporre tutti gli elementi di collegamento a prova di carico per determinare la durezza.

La prova di durezza viene eseguita sulla superficie di appoggio del dado o della rondella. Il valore medio viene calcolato a partire da tre misurazioni.

Prova di durezza UNI EN ISO 898-1

Lo scopo di questa prova è quello di sottoporre tutti gli elementi di collegamento che non possono essere testati con la prova di trazione a causa delle ridotte dimensioni dei campioni.

Per gli elementi di collegamento che possono essere sottoposti a prova di trazione, si determina la durezza dell'elemento di collegamento allo scopo di controllare la durezza massima.

Si specifica che:

- il laboratorio NGT-TEST è autorizzato dal MIT C.S.LL.PP/Servizio Tecnico Centrale con apposito decreto autorizzativo ad eseguire ed emettere certificazione (non rapporto di prova) relativa alle prove su elementi di collegamento (bulloneria strutturale);
- considerata la complessità degli argomenti si consiglia sempre di verificare il contenuto esposto, il laboratorio NGT-TEST srl declina ogni responsabilità.

A cura del LABORATORIO NGT-TEST srl