

## LA NORMAZIONE DELLA BULLONERIA

### Introduzione

#### 1) CHE COS' E' LA BULLONERIA

Per bulloneria, in senso generale, si intendono tutti gli elementi di collegamento filettati.

Fanno parte, quindi, della bulloneria: le viti, i dadi e, come accessori, le rondelle; il bullone è l'insieme di questi tre elementi (o due se manca la rondella).

Come vedremo, esiste una grande varietà di bulloneria, potendo questa variare per tipo di forme, per misure, per tolleranze dimensionali, per caratteristiche meccaniche, per trattamento superficiale ed anche per livelli qualitativi particolari.

Rimane però sempre presente la sua funzione, che è quella di collegare due o più organi, anche con la sola vite.

La bulloneria può essere ottenuta normalmente con tre procedimenti tecnologici di base:

- 1 - per asportazione di truciolo
- 2 - per deformazione plastica a caldo
- 3 - per deformazione plastica a freddo.

Anche se per alcune produzioni sono necessari procedimenti misti che non rispettano questa suddivisione schematica, si può dire che con il procedimento per asportazione di truciolo si parte da barre che vengono lavorate su torni automatici per ottenere piccole serie o minuterie di forma particolare.

Anche il procedimento per deformazione plastica a caldo ha tuttora il suo campo di applicazione mediante elettrorcalatrici, soprattutto nel caso di bulloneria di grosse dimensioni.

Ma il procedimento che al giorno d'oggi, almeno fino al diametro di 30 mm., ha preso deciso sopravvento è quello per deformazione plastica a freddo del filo di acciaio in rotoli su presse automatiche.

Ciò è dovuto a diversi vantaggi tecnico-economici rispetto agli altri due procedimenti, quali la massima produzione oraria, il minimo consumo di materia prima, le migliori qualità dimensionali e di caratteristiche meccaniche sul prodotto finito.

La normazione della bulloneria tiene conto sempre più anche delle esigenze del processo produttivo proponendo norme con idonee quotature e forme alternative ammesse, senza nulla togliere alla funzionalità dell'elemento di collegamento.

La bulloneria può essere normalizzata o speciale.

Per bulloneria normalizzata devono intendersi quegli elementi di collegamento filettati, le cui caratteristiche tipologiche, dimensionali, di filettatura, di proprietà meccaniche, superficiali, qualitative, sono stabilite da norme unificate in sede nazionale e/o internazionale.

Per bulloneria speciale, quella le cui caratteristiche sono stabilite da un disegno e/o con specifiche particolari del Cliente, la cui produzione è fatta dal Fornitore esclusivamente per commessa.

Anche qui esistono casi intermedi:

dalla vite unificata, ma che per limitate richieste di mercato non viene normalmente prodotta per magazzino ma solo su commessa, alla vite non in tutto e per tutto speciale, cioè che si avvale per alcune caratteristiche ( ad esempio per la filettatura o per le proprietà meccaniche o per altre caratteristiche ) di norme di unificazione.

E' evidente che a parità del peso e delle dimensioni di massima, la vite unificata, prodotta per magazzino secondo norme di unificazione, costa meno della vite speciale, prodotta per commessa secondo un disegno specifico.

Pertanto il progettista, laddove è possibile, deve adottare elementi di collegamento filettati unificati che riducono al minimo anche il lavoro di scelta progettuale e di identificazione nell'acquisto.

Dove ciò non sia possibile, onde ridurre al minimo l'aumento dei costi, è da ricercare la possibilità di prevedere nel disegno l'utilizzazione di norme di unificazione per il maggior numero di caratteristiche: ad esempio adottando filettature unificate ( diametro, passo, profilo, tolleranze), classi di resistenza pure unificate, senza imporre un determinato acciaio; come pure per quanto riguarda l'eventuale trattamento superficiale di fosfatazione, zincatura elettrolitica, ecc.

Occorre fare attenzione, in questa fase, a non disegnare gole di scarico non necessarie, smussi di imbocco a 45°, filettature complete sino a sottoquadri, concentricità tra filettatura e gambo liscio che ignorano le possibilità di elasticità di una vite, ecc.

Sono tutte cose che portano a forti aumenti dei costi senza alcun vantaggio funzionale.

#### 2) LA NORMAZIONE DELLA BULLONERIA

La normazione, in senso generale, può essere definita come quel procedimento che consente di scegliere fra tante possibili soluzioni, di ciò che forma oggetto della ricerca, quella più aderente alla necessità del momento e di determinare, in modo razionale, le sue caratteristiche essenziali, dimensionali e qualitative, le norme cui deve essere conforme e i metodi per controllare la rispondenza alle caratteristiche prescritte.

Come esigenza organizzativa delle attività dell'uomo la normazione ha origini antichissime, ma solo dal secolo scorso, sotto la spinta dello sviluppo dell'industria meccanica e dell'ampliamento dei mercati, ha assunto l'aspetto attuale su basi scientifiche, portando a ridurre il numero dei tipi di un prodotto a quello strettamente indispensabile per coprire determinate necessità, a riunire più prescrizioni in modo che i prodotti ottenuti fossero intercambiabili sia dal punto di vista dimensionale che dal punto di vista funzionale, ad identificare in modo preciso ed inequivocabile, con una sigla, una complessa serie di prescrizioni.

La normazione rendeva così possibile la fabbricazione in grande serie di prodotti "per magazzino" e non "su commessa", senza però giacenze eccessive, dando certezza all'utilizzatore di sapere quello che adopera.

Da qui una drastica diminuzione dei costi di lavorazione, dei costi di gestione e un notevole aumento dell'affidabilità dei prodotti.

La prima norma fu emanata in Inghilterra nel 1841 e riguardava le filettature Whitworth.

Sempre in Inghilterra fu fondato nel 1901 il primo Ente istituzionale preposto all'emanazione di norme.

Nacquero poi altri Enti Nazionali di unificazione, compreso quello italiano l' UNIM nel 1921 trasformatosi nel 1930 nell'attuale UNI.

Anche in campo internazionale la normazione cominciò ad avere una propria organizzazione nel 1926 con l' ISA, organizzazione che fu ricostituita, dopo la seconda guerra mondiale, nel 1946 come ISO ( International Organization for Standardization ).

Sia gli Enti Nazionali che quelli internazionali costituirono fra i primi, i comitati tecnici atti ad emettere norme sulla bulloneria.

Mentre inizialmente l'elaborazione delle norme veniva fatta sostanzialmente nei comitati tecnici nazionali e l'ISO principalmente organizzava il coordinamento e l'unificazione delle norme nazionali, con il passar del tempo l'ISO sviluppava sempre più anche il ruolo di Ente emanante norme: dal 1971 come " Raccomandazioni ISO " e dal 1977 proprio come " Norme Internazionali ISO".

Parallelamente i comitati tecnici nazionali cercarono, nell'emettere le norme nazionali, di aderire il più possibile alle raccomandazioni ISO sino a limitarsi alla semplice adozione e traduzione delle norme internazionali ISO.

In questo caso alcuni Enti Nazionali rinunciavano ad attribuire un proprio numero di classificazione, limitandosi a preporre la propria sigla a quella della norma ISO.

Anche la Comunità Economica Europea ( CEE ) al fine di eliminare ogni ostacolo tecnico alla libera circolazione dei prodotti, ha istituito un Comitato Europeo di Normazione ( CEN ) per emanare norme europee ( EN ). Ciò viene realizzato recependo, in tutto o in parte, norme già esistenti a livello mondiale elaborate dalla ISO o, in mancanza, elaborandone in proprio.

Una volta approvata e pubblicata dalla CEN una norma, tutti gli Enti nazionali di normazione, a differenza di quanto avviene per le norme ISO, sono obbligati a recepirne tale e quale pubblicando una norma nazionale ( per l'Italia UNI-EN... o UNI EN ISO...).

Inoltre la CEE ha stabilito anche alcuni criteri sulla responsabilità del produttore, sull'accertamento della conformità dei prodotti alle corrispondenti norme e sul riconoscimento di tale accertamento da parte degli altri Stati comunitari.

La direttiva CEE n. 85 / 374, relativa al ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari ed amministrative degli stati membri in materia di responsabilità per danno da prodotti difettosi, già recepita in Italia come legge, deve essere attentamente affrontata dalle Aziende non solo con la stipula di una copertura assicurativa ma anche con la messa in atto di "Sistemi Qualità Aziendali" volti a delimitare l'area di responsabilità del produttore.

Per l'armonizzazione di una normativa completa riguardante i Sistemi Qualità e la certificazione dei prodotti il CEN ha fatto sue una serie di norme ISO 9000 che sono state pubblicate in Italia come UNI EN ISO 9000/1/2/3/4. Poiché tali norme verranno prese a riferimento dagli organismi di certificazione per la valutazione dei Sistemi di Qualità Aziendali, è necessario che le Aziende si pongano come obiettivo la realizzazione di una organizzazione aziendale conforme ai criteri delle UNI EN ISO 9000. Sono pure state emesse le norme EN 45000 che riguardano i requisiti, le procedure, l'accreditamento dei laboratori di prova nonché la certificazione dei prodotti, dei sistemi di qualità, del personale per le verifiche ispettive e la dichiarazione di conformità del prodotto alle norme.

Per quanto riguarda la normazione della bulloneria, il CEN ha costituito un apposito Comitato Tecnico TC 185. Tale Comitato, che si è riunito per la prima volta a Berlino il 23-24 novembre 1989, decise di trasformare, più o meno integralmente, in norme EN con carattere di priorità una cinquantina di norme ISO, tra le quali quelle riguardanti le caratteristiche meccaniche, le filettature, le viti a testa esagonale ed i dadi esagonali.

Noi nell'affrontare i contenuti, sia pure in linea generale, della normativa sulla bulloneria, seguiremo le norme emesse dalla UNI con riferimenti alle corrispondenti norme EN e/o ISO.

Per semplicità espositiva, riteniamo opportuno suddividere le norme sulla bulloneria in tre grandi gruppi:

1 - norme sulle filettature e sui relativi strumenti di misura, cioè norme che stabiliscono per le filettature: profili, dimensioni, tolleranze e i relativi calibri di controllo;

2 - norme sulle caratteristiche qualitative, cioè norme che stabiliscono: le tolleranze dimensionali per le parti non filettate, le classi di resistenza, i rivestimenti superficiali, i livelli di qualità e le modalità di controllo nonché i confezionamenti.

3 - norme di prodotto, cioè norme che per ogni tipo di bulloneria stabiliscono forme e dimensioni.

### **3) NORME SULLE FILETTATURE E SUI RELATIVI STRUMENTI DI MISURA**

Le norme UNI più importanti, sulle filettature ed i relativi strumenti di misura, sono le seguenti:

- la UNI 4533 per il profilo di base e i procedimenti di calcolo degli elementi geometrici;
- le UNI 4534-4535-4536 per le serie dei diametri, dei passi e dei valori nominali degli elementi geometrici;
- le UNI 5541 e 7324 per i sistemi di tolleranza per accoppiamenti mobili e per accoppiamenti stabili;
- le UNI dalla 5542 alla 5546 per le dimensioni limite delle filettature, in particolare per la qualità precisa con tolleranza 4H / 3h-4h, per la qualità media con tolleranza 6H / 6g e per la qualità grossolana con tolleranza 7H / 8g;
- la UNI 5870 per i principi fondamentali sugli strumenti di misura, calibri e riscontri;

- le UNI dalla 6971 alla 7010 per calibri, riscontri, anelli, tamponi, forchette, lisci e filettati, da adottarsi per le misure delle filettature;

Facciamo solo alcune osservazioni su questo gruppo di norme, rinviando alla loro consultazione per le notizie di dettaglio.

Nella UNI 4533 si noti come tutti gli elementi geometrici del profilo sono dati in funzione del passo.

Non sfugga inoltre l'importanza, ai fini della tenacità della vite, dell'aumento del valore nominale del raggio di arrotondamento del fondo filetto a  $r = 0,144 / 0,125 p$  anziché  $r = 0,108 p$ .

Vale molto di più, sotto l'aspetto dell'affidabilità, prescrivere e verificare questo dettaglio che non, ad esempio, prescrivere costosi acciai legati al posto di acciai al carbonio correnti.

Importante è pure la UNI 5541 dove vengono illustrati gli elementi del sistema di tolleranze, le influenze degli errori di filettatura, le posizioni delle tolleranze e i gradi di precisione per diametri esterni, medi e di nocciolo, nonché le relative designazioni. Mentre la UNI 5541 si riferisce agli accoppiamenti mobili, cioè viti e madrevite si accoppiano con gioco, la UNI 7324 si riferisce agli accoppiamenti stabili, cioè agli accoppiamenti con interferenza tra la radice di una vite prigioniera ed una madrevite. Anche per queste due norme sarebbe opportuna una maggiore attenzione da parte degli utilizzatori sull'uso più appropriato dei diversi strumenti di misura adottabili, al fine di verificare realmente ciò che interessa circa la funzionalità degli accoppiamenti.

Per quanto riguarda le norme UNI sugli strumenti di misura delle filettature, gli unificatori, hanno prodotto un gran numero di norme che definiscono perfettamente ogni tipo di strumento; è però necessario anche qui che gli utilizzatori scelgano oculatamente lo strumento di misura più idoneo per controllare la funzione fondamentale che si vuole verificare. Ad esempio, un anello filettato passa è senz'altro lo strumento di misura più idoneo per verificare i valori massimi dei diametri di filettature durante la produzione di viti di qualità media ( 6g ) o grossolana ( 8g ).

Non lo è più per controllare il diametro medio di filettatura delle radici di viti prigioniere, per la cui tolleranza molto precisa ( 2 m ) è più idoneo uno strumento a due o tre rulli filettati.

Non lo è nemmeno per decidere se una vite finita ha effettivamente uno o più diametri di filettatura maggiorati, per il quale scopo occorrono strumenti di misura diversi ( ad esempio calibro a forchetta liscio per diametro esterno e calibro a forchetta profilato per diametro medio e di nocciolo ) onde non essere tratti in errore da eventuali ammaccature sul filetto, sempre possibili in produzioni di massa soprattutto su viti bonificate e/o con trattamento superficiale, che sono difetti di tipo diverso e, come vedremo più avanti, giudicabili con criteri diversi.

In sede internazionale sono state emesse successivamente ( nel 1973 ) le seguenti norme equivalenti:

- la ISO 68 per il profilo di base;
- le ISO 261-262-724 per la serie dei diametri, dei passi e dei valori nominali degli elementi geometrici;
- la ISO 965 parte 1a - 2a - 3a per i sistemi di tolleranze negli accoppiamenti mobili e per le dimensioni limite delle filettature;
- la ISO 1502 per i calibri di controllo.

#### 4) NORME SULLE CARATTERISTICHE QUALITATIVE

a ) La prima norma di questo gruppo è la UNI-EN-ISO 4759 parte 1<sup>a</sup> che tratta in generale delle tolleranze dimensionali per elementi di fissaggio, classificate in categorie A, B e C a seconda della qualità del prodotto e delle tolleranze di fabbricazione, essendo la A la categoria più precisa e la C la meno precisa.

Nelle norme di prodotto non sono ammesse variazioni rispetto alle tolleranze specificate nella presente norma, se non per valide ragioni tecniche.

In questa norma vengono date le tolleranze sulle lunghezze, sulla geometria delle superfici di manovra, sulle altezze delle teste o dei dadi, sui diametri lisci, sulla coassialità, sulla perpendicolarità e sulla rettilineità fra gli elementi geometrici della bulloneria.

b ) Le norme che definiscono le prescrizioni tecniche della bulloneria, in aggiunta a quanto è prescritto per le tolleranze dimensionali dalla UNI-EN-ISO 4759 parte 1<sup>a</sup>, sono:

- UNI 3740 parte 1<sup>a</sup>: generalità;
- UNI-EN-ISO 4759 parte 1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup>: tolleranze per elementi di fissaggio;
- UNI EN ISO 898 parte 1<sup>a</sup>: classi di resistenza e metodi di prova delle viti;
- UNI EN ISO 898 parte 2<sup>a</sup>: classi di resistenza e modalità di prova per dadi;
- UNI-EN-ISO 4042: bulloneria di acciaio. Prescrizioni tecniche. Rivestimenti protettivi.
- UNI-EN-ISO 3269: collaudo;
- UNI 3740 parte 9<sup>a</sup>: confezionamento e tolleranza di fornitura;
- UNI 3740 parte 10<sup>a</sup>: difetti superficiali sulle viti, per diametri  $\leq$  a 5 mm <sup>(1)</sup>
- UNI 3740 parte 11<sup>a</sup>: difetti superficiali sui dadi;
- UNI 7323 parte 1<sup>a</sup>: generalità ( in corso di revisione );
- UNI 7323 parte 2<sup>a</sup>: viti per impieghi impegnativi nell'automobile;
- UNI EN ISO 2702: viti autofilettanti d'acciaio;
- UNI 7323 parte 4<sup>a</sup>: rivetti autofilettanti d'acciaio;

<sup>(1)</sup> - UNI EN 26157 /1 per viti con diametro > di 5 mm e UNI EN 26157 /3 per viti prigioniere

- UNI EN ISO 2320: dadi autofrenanti d'acciaio ( in corso di elaborazione );
  - UNI-EN-ISO 7085: viti autofornanti;
  - UNI-EN-ISO 10666: viti autopercoranti;
  - UNI EN ISO 3506-1-2-3: bulloneria d'acciaio inossidabile resistente alla corrosione;
  - UNI-EN-ISO 898-5: classi di resistenza e modalità di prova per viti senza testa e particolari similari non soggetti a trazione;
  - UNI 7323 parte 12<sup>a</sup>: viti autofilettanti con filettatura a due filetti per materie plastiche;
- Alcune osservazioni particolarmente importanti su queste norme:  
Nella UNI EN ISO 898 parte 1<sup>a</sup> sono previste diverse classi di resistenza.

Si noti che con la classe di resistenza non si definiscono le caratteristiche meccaniche dell'acciaio di partenza, bensì le caratteristiche della vite finita.

Per ottenere una determinata classe di resistenza occorre quindi a volte tener presente anche il ciclo tecnologico di produzione della vite nella scelta dell'acciaio di partenza.

Ad esempio per le classi 4.8, 5.8 e 6.8 per le quali non è prescritto alcun trattamento termico finale, se le viti sono stampate a freddo o a caldo, è necessario scegliere un acciaio che dopo stampatura presenti sulla vite le caratteristiche richieste;

mentre se le viti vengono ottenute da barra per asportazione di truciolo, poiché in questo caso non si alterano le caratteristiche meccaniche dell'acciaio, è necessario verificarle sul materiale di partenza.

Per le classi 4.6 e 5.6, che prevedono un più alto grado di plasticità rispetto alle classi 4.8 e 5.8, pur non essendo obbligatorio un trattamento, nel caso dello stampaggio a freddo sarà necessario eliminare gli incrudimenti con un trattamento di distensione delle viti.

Per le classi 8.8, 10.9 e 12.9, per le quali è obbligatorio il trattamento termico di bonifica, questo deve essere necessariamente fatto sulle viti se queste sono stampate a caldo o a freddo, mentre può essere fatto sulle barre di partenza nel caso della lavorazione per asportazione di truciolo.

Prosegue giustamente la tendenza della normativa nazionale ed internazionale di prescrivere sempre più completamente le caratteristiche meccaniche per ogni classe di resistenza e, nel contempo, di lasciare sempre più la facoltà di scelta del tipo di acciaio al produttore, onde non precludere l'impiego di nuovi acciai.

Al riguardo mi sia permesso segnalare, come esempio, la nostra introduzione in Italia, per primi fin dal 1970, degli acciai a basso tenore di carbonio al boro nel campo della bulloneria, non senza contrasti, ma ora in fase di superamento, anche in sede internazionale.

Ancora oggi, infatti, deve essere meglio precisata ed articolata la prescrizione della temperatura minima di rinvenimento per le classi 8.8, 10.9 e 12.9.

E' invece importante stabilire per le singole classi i valori minimi del carico unitario di snervamento per temperature d'esercizio superiori a quella ambiente fino a 300° C e i valori minimi della resilienza per temperature d'esercizio inferiori a quella ambiente fino a - 50° C.

Per quanto riguarda la norma sulle classi di resistenza e le modalità di prova per dadi, la UNI EN ISO 898 parte 2<sup>a</sup>, ricordiamo che due possono essere i criteri di classificazione dei dadi: secondo la durezza o secondo il carico di prova. Il primo criterio, un tempo l'unico, classifica i dadi solo secondo durezza ed è indipendente dalle caratteristiche dimensionali del dado; il secondo criterio, nella normativa internazionale con la UNI EN ISO 898 parte 2<sup>a</sup>, fa dipendere la classe dei dadi, oltre che dalla durezza anche dalle sue dimensioni quali: l'altezza, il passo, la larghezza in chiave, le tolleranze e le condizioni superficiali della filettatura.

Questo secondo criterio, che in sostanza normalizza la progettazione di un bullone in modo che sotto carico eccessivo deve sempre rompersi la vite, nei filetti non in presa, e mai il dado, è migliore del primo in quanto evita al progettista di un collegamento filettato la verifica dell'idoneità del dado all'accoppiamento con una determinata vite, rimanendogli solo il corretto calcolo di quest' ultima.

Le UNI-EN-ISO 4042 e le UNI 3740-6 stabiliscono le prescrizioni tecniche sui trattamenti superficiali e rivestimenti metallici della bulloneria.

Particolare attenzione va posta sia sull'eventuale adozione di diverse tolleranze sulla filettatura per tener conto degli spessori dei rivestimenti, sia sugli eventuali trattamenti supplementari onde evitare infragilimento da idrogeno.

La UNI-EN-ISO 3269 stabilisce i criteri di accettazione o di rifiuto delle forniture di bulloneria.

Essa affronta la verifica dei livelli di qualità prescritti per le forniture di bulloneria, basandosi su metodi di campionamento statistico per attributi ( la bulloneria di sicurezza e le procedure attinenti all'affidabilità sono problemi affrontati con norme specifiche).

Dove il livello di qualità accettabile richiede una numerosità "n" elevata del campione da sottoporre a prove distruttive, a volte anche di lunga durata, pur di non rinunciare alla corretta valutazione statistica del livello di qualità accettabile prescritto, è stato previsto un controllo preliminare con mezzi magnetici su tutto il campione di "n" unità, con il quale individuare poche unità, segnalate ai limiti della variabilità della caratteristica in esame, da sottoporre alle prove distruttive richieste.

Molto importanti sono anche le UNI 3740 parte 10<sup>a</sup> e 11<sup>a</sup> ( e UNI EN 26157 parte 1<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> ) sui difetti superficiali delle viti e dei dadi.

Vengono descritti accuratamente i vari tipi di difetti superficiali che possono presentarsi e per ciascuno vengono dati i limiti di accettabilità.

Fra questi va segnalato il criterio introdotto per l'accettabilità delle ammaccature sui filetti, purtroppo difficilmente evitabili nella produzione di massa di bulloneria di medie-grosse dimensioni, a passo fine, bonificata e a volte anche trattata in rotogalvanica.

Difettosità che, come abbiamo già avuto modo di accennare, non può essere considerata sbrigativamente come se la filettatura fosse maggiorata ( o minorata per dadi ) in base al controllo con l'anello ( o tampone ) filettato passa, ma richiede uno specifico controllo basato su criteri diversi.

Viene, pertanto, precisato che le ammaccature e incisioni sulla filettatura delle viti e sugli imbocchi della filettatura dei dadi sono ammesse se sono di dimensioni e numero tale da permettere l'avvitamento di un calibro filettato passa corrispondente alla classe di tolleranza della filettatura richiesta, mediante l'applicazione di una coppia, espressa in newton per metro, non maggiore di 0,001 d<sub>3</sub> ( essendo "d" il diametro esterno di filettatura espresso in mm).

E' facile verificare che il valore di tale coppia varia all'incirca dal 4%, per la classe a più bassa resistenza, all'1% per la classe a più alta resistenza, rispetto alla normale coppia di serraggio della vite e pertanto l'errore che si commette nel serraggio è trascurabile rispetto a quelli introdotti dagli altri parametri in gioco.

La UNI 7323-2 tratta delle caratteristiche particolari che le viti definite per impieghi impegnativi nell'automobile devono avere.

Norme di questo tipo, pur con contenuti diversi, sono emanate anche in altre nazioni da associazioni settoriali ( ad esempio la tedesca VDA 231 ), ma non naturalmente dalla ISO.

Esse tendono generalmente a ridurre la possibilità di scelta del produttore, sono più prudenti nell'introdurre innovazioni e richiedono livelli qualitativi superiori.

Riteniamo queste norme di carattere transitorio destinate ad estinguersi con il perfezionarsi delle norme generali corrispondenti.

Altre esigenze piuttosto saranno da prendere in esame come, ad esempio, la bulloneria destinata ai montaggi automatici, soprattutto nell'industria automobilistica, dove la presenza di pezzi estranei od incompleti crea problemi non risolvibili con gli attuali controlli statistici della produzione, ma richiedono sempre più l'introduzione di controlli automatici al 100%.

## 5) NORME DI PRODOTTO

Sono quelle che definiscono i tipi di bulloneria, dei quali le famiglie più importanti sono:

- viti a testa esagonale - categoria A;
- viti e bulloni - categoria C;
- viti, dadi e rondelle ad alta resistenza per carpenteria;
- viti a testa quadra - categoria A;
- viti con esagono incassato;
- viti a testa con impronta a croce;
- viti a testa con intaglio;
- viti a testa zigrinata;
- bulloni a testa svasata per macchine agricole;
- viti prigioniere - categoria A;
- viti autofilettanti;
- viti autoformanti;
- viti autopercoranti;
- dadi esagonali;
- dadi quadri;
- dadi esagonali ad intagli;
- dadi esagonali ciechi;
- dadi cilindrici;
- rondelle piane;
- rondelle elastiche;

Una completa terminologia e nomenclatura delle viti, dei dadi e degli accessori si trova nella UNI-ISO 1891.

Ogni famiglia di bulloneria è costituita da più norme, in quanto ogni norma contiene un solo tipo di bulloneria: ciò rende semplice individuare completamente ed univocamente le dimensioni del prodotto voluto, indicando il numero della norma e pochissimi altri elementi ( ad esempio: diametro di filettatura e lunghezza per le viti; diametro di filettatura per dadi; diametro del foro per le rondelle ).

Non potendo illustrare in questa sede tutte queste norme di prodotto, ci limiteremo a quelle riguardanti le viti a testa esagonale ed i dadi esagonali.

Le norme in questione sono le seguenti:

- UNI EN ISO 4014 (UNI EN 24014): viti a testa esagonale con gambo parzialmente filettato, filettatura metrica ISO a passo grosso - categoria A;
- UNI EN ISO 8705: viti a testa esagonale con gambo parzialmente filettato, filettatura metrica ISO a passo fine - categoria A;
- UNI EN ISO 4017 (UNI EN 24017): viti a testa esagonale con gambo interamente filettato, filettatura metrica ISO a passo grosso - categoria A;



- UNI EN ISO 8676 (UNI EN 28676): viti a testa esagonale con gambo interamente filettato, filettatura metrica ISO a passo fine - categoria A;

- UNI EN ISO 4033 (UNI EN 24033): dadi esagonali tipo 2, filettatura metrica ISO a passo grosso - categoria A e B;

- UNI EN ISO 8674 (UNI EN 28674): dadi esagonali tipo 2, filettatura metrica ISO a passo fine - categoria A e B;

- UNI EN ISO 4032 (UNI EN 24032): dadi esagonali tipo 1, filettatura metrica ISO a passo grosso - categoria A e B;

- UNI EN ISO 8673 (UNI EN 28673): dadi esagonali tipo 1, filettatura metrica ISO a passo fine - categoria A e B;

- UNI EN ISO 4035 (UNI EN 24035): dadi esagonali bassi, filettatura metrica ISO a passo grosso - categoria A e B;

- UNI EN ISO 8675 (UNI EN 28675): dadi esagonali bassi, filettatura metrica ISO a passo fine - categoria A e B;

Per queste norme, le più importanti modifiche introdotte sono le seguenti:

Dopo aver studiato molti rapporti tecnici analizzanti gli aspetti della progettazione che influenzano la messa a punto della miglior serie di larghezza in chiave per le viti e per i dadi esagonali, ravvisando uno degli obiettivi tecnici essenziali quello di ottenere un rapporto logico tra la superficie della faccia d'appoggio della vite, del dado e la sezione resistente della filettatura della vite, il comitato tecnico ISO / TC2 ha stabilito alcuni cambiamenti, soprattutto per alcune larghezze in chiave onde migliorare la progettazione dei prodotti e l'utilizzazione del materiale.

I diametri di filettatura interessati ai cambiamenti della chiave sono il 10, il 12, il 14 e il 22 le cui larghezze in chiave passano rispettivamente da 17, 19, 22 e 32 mm. a: 16, 18, 21 e 34 mm.

Modifiche che sono pure state introdotte sulle altezze delle teste delle viti e sulle altezze dei dadi, nonché sulle superfici d'appoggio.

E' stata introdotta la categoria B sulle tolleranze delle viti con lunghezze maggiori di 10 diametri o 150 mm. o diametri maggiori di 24 mm. e sulle tolleranze dei dadi con diametri superiori a 16 mm.

Sono stati soppressi i diametri 7, 18, 22, 27, 33 mm. e limitato il campo di applicazione da M3 a M36 per i passi grossi e da M8x1 a M36x3 per i passi fini.

Tutte queste norme ISO riportano al paragrafo "4" le caratteristiche qualitative preferenziali, con le relative norme di riferimento: per il materiale, la filettatura, le caratteristiche meccaniche, le tolleranze, la condizione superficiale e il collaudo; al paragrafo "5" abbiamo, invece, esemplificata la designazione.

Un'altra importante modifica, di cui va segnalata la maggiore funzionalità e che riguarda tutte le viti a gambo parzialmente filettato, è il modo di quotare alcune lunghezze: anziché dare la lunghezza di filettatura utile "b" e la lunghezza di filettatura incompleta "Z", vengono date la lunghezza massima di serraggio "lg", cioè la distanza massima del sottotesta dall'inizio del filetto utile, e la lunghezza minima del gambo liscio cilindrico "ls", ponendo "lg max. = ls min. + 5p.".

Infine è anche da segnalare come nelle nuove norme ISO non siano stati mescolati in una sola norma i dadi a passo grosso con quelli a passo fine evitando, quindi, possibili errori nella loro designazione.

L'introduzione nelle singole nazioni delle norme EN ISO comporta problemi tecnici, organizzativi ed economici non indifferenti, come è facile intuire, sia per gli utilizzatori che per i produttori di bulloneria.

Riteniamo comunque questo disagio inevitabile, ma utile al fine di pervenire ad una unificazione veramente mondiale superando anche una alla volta le ultime diversità che ancora purtroppo sussistono fra le normative del sistema metrico e quelle del sistema in pollici ( seppure in lenta estinzione ) in uso in alcune grandi nazioni industriali.

## 6) TRATTAMENTI TERMICI

### a) tempra

Il trattamento di tempra consiste in un brusco raffreddamento del metallo dopo averlo portato ad alta temperatura; l'elevata velocità di raffreddamento inibisce l'azione diffusiva atta al ripristino dell'equilibrio e il numero di vacanze (e quindi di cluster, cioè raggruppamenti di difetti puntuali) che compete alla temperatura di tempra è conservato a temperatura ambiente. Più in generale si può dire che la tempra, inibendo i processi diffusivi necessari alla stabilizzazione termodinamica, trasferisce a temperatura ambiente uno stato termodinamicamente competente a temperatura maggiore.

Un monocristallo così trattato ha resistenza meccanica maggiore rispetto al monocristallo raffreddato lentamente.

Di seguito vengono descritte le variazioni delle proprietà tecnologiche degli acciai in seguito alla tempra:

- **aumento della durezza** in base al grado di carburazione dell'acciaio;
- **aumento della resistenza** a trazione di circa il 50%;
- **aumento del limite elastico** di circa il 100%;

Un tipo di Tempra molto importante è la **tempra bainitica**. Questo trattamento, viene eseguito su tutta la minuteria metallica E' generalmente applicato agli **acciai da bonifica**. Consiste nel riscaldare i particolari da trattare alla temperatura d'austenitizzazione, entro un forno a muffola con avanzamento automatico ed in atmosfera di gas neutro, lasciarli a questa temperatura il tempo necessario per raggiungere un'omogeneità strutturale accettabile, quindi raffreddarli con una velocità superiore alla "velocità critica di tempra" in un bagno mantenuto a temperatura compresa tra i 250 ed i 450°C. Il trattamento è poi completato lasciando raffreddare i pezzi in acqua od aria fino alla temperatura ambiente.

Lo scopo del processo è di impartire ai particolari trattati determinate proprietà d'impiego:

- Resistenza all'usura
- Resistenza alla fatica
- Aumento della resistenza meccanica in genere
- Aumento della resilienza
- Aumento dell'elasticità

Le migliorie non intaccano in ogni modo il valore della durezza desiderata.

Il processo si applica a tutti gli acciai da bonifica ed in particolare: C30-C45-C50-C60-C70-38NiCrMo4-50CrV4-100Cr6 ecc..

#### b) cementazione

Il trattamento termico di cementazione è un trattamento termico di diffusione mediante il quale si arricchisce di carbonio la superficie dell'acciaio; alla diffusione che avviene in fase austenitica (e cioè nel ferro gamma, avente il reticolo cubico a facce centrate), segue la tempra dell'acciaio. Lo scopo del processo è di ottenere la superficie dei pezzi con un'elevata durezza, resistenti all'usura, ed un cuore tenero.

Le temperature raggiunte in forno sono variabili in funzione delle caratteristiche degli acciai trattati e delle proprietà di fine trattamento che s'intende conseguire.

Raggiunta la temperatura di riscaldamento desiderata, i particolari vengono fatti permanere per il tempo necessario finché vi sia uniformità di temperatura in ogni loro parte ed avvenga il trasferimento di carbonio dall'atmosfera del forno agli strati superficiali dei particolari trattati.

Terminato il processo d'assorbimento del carbonio, i pezzi sottoposti a trattamento vengono bruscamente raffreddati in bagno di sale, d'olio oppure d'acqua.

I forni usati per il suddetto trattamento sono impianti in atmosfera controllata in cui sono regolate la temperatura ed il tempo di permanenza che sono parametri fondamentali per controllare la profondità di cementazione e la durezza.

#### c) rinvenimento

Allo stato temprato l'acciaio presenta un'elevata durezza e basse caratteristiche di tenacità. Per la maggior parte degli impieghi, l'acciaio temprato risulterebbe pertanto troppo fragile. E' necessario quindi ricorrere ad un successivo trattamento che ne modifichi la struttura martensitica di tempra, annullandone le tensioni e la fragilità. Questo trattamento, denominato rinvenimento, comprende un riscaldamento ad una temperatura inferiore a AC1, un mantenimento per un certo tempo a questa temperatura, ed infine un raffreddamento in un mezzo appropriato fino a temperatura ambiente. In tal modo viene favorita la diffusione degli atomi di carbonio che abbandonano lentamente il "reticolo martensitico" per assumere la normale forma della cementite, determinando con ciò una notevole riduzione della durezza ed un contestuale aumento della tenacità.

Il rinvenimento deve essere eseguito immediatamente dopo la tempra, per evitare il pericolo di cricche causa l'elevato stato tensionale in cui si trovano i pezzi temprati. La temperatura di rinvenimento va scelta in modo da ottenere il miglior compromesso tra le caratteristiche di durezza e di tenacità. E' noto infatti che con l'aumentare della temperatura si ha un progressivo incremento della tenacità, dell'allungamento e della contrazione e, corrispondentemente, una diminuzione della durezza, della resistenza a trazione e dello snervamento.

Quando la temperatura di rinvenimento è intorno ai 600°C, il trattamento che ne deriva (tempra e rinvenimento) viene chiamato bonifica e permette di conferire all'acciaio un buon compromesso tra tenacità e resistenza.

Negli acciai per molle il rinvenimento viene effettuato nell'intervallo 400-600°C in modo da garantire elevate caratteristiche di elasticità.

La permanenza alla temperatura di rinvenimento viene stabilita in base alle dimensioni dei pezzi ed al tipo di forno impiegato, e dovrebbe comunque non essere inferiore alle 2 ore. A titolo informativo riportiamo l'effetto sulla resistenza a trazione mediamente riscontrato sull'acciaio 39NiCrMo3 temprato e rinvenuto a 600°C per tempi variabili da 30 minuti a 10 ore, espresso in incrementi positivi o negativi, ponendo uguale a zero la resistenza ottenuta dopo 2 ore.

durata del rinvenimento	30'	1h	2h	3h	4h	5h	7h	10h
Rm (N/mm <sup>2</sup> )	+70	+30	0	-20	-35	-45	-60	-80

Questi valori possono essere ritenuti validi, con buona approssimazione, per quasi tutti i tipi di acciai da bonifica. Il raffreddamento finale viene fatto generalmente in aria, ma per gli acciai da bonifica al Mn, Cr, Cr-Mn e Ni-Cr, che risentono del fenomeno della fragilità di rinvenimento, è necessario ricorrere al raffreddamento rapido (acqua od olio). La fragilità di rinvenimento si manifesta con forti cadute dei valori di tenacità negli acciai già citati raffreddando lentamente, dopo rinvenimento, nell'intervallo 500-400°C.

#### d) bonifica

E' un trattamento termico applicato agli acciai che consiste in una tempra martensitica seguita da un opportuno rinvenimento, che viene utilizzato per ottenere un compromesso tra tenacità e durezza.

La struttura dell'acciaio bonificato dipende sia dalla temperatura di rinvenimento adottata, che dalla struttura più o meno grossolana della martensite di tempra, quindi è necessario adottare una temperatura di tempra più bassa possibile.

Inoltre è necessario che la tempra martensitica raggiunga il cuore del pezzo da temprare.

In conclusione, la bonifica degli acciai è un complesso di operazioni che richiedono un'attenta valutazione di tutte le condizioni: tipo di acciaio, composizione dell'acciaio, dimensioni del pezzo, temperatura e durata del rinvenimento, ecc.

#### e) distensione

La distensione è un trattamento termico consistente in un riscaldamento ed una permanenza adeguata a temperatura notevolmente inferiore ad AC1, seguita da un raffreddamento generalmente lento. La distensione di un acciaio cementato ha lo scopo di ridurre le tensioni interne senza degradare sensibilmente la durezza.

In generale il trattamento di distensione viene eseguito a 150-180°C per gli acciai al carbonio o debolmente legati, ed a 170-210 °C per gli acciai da cementazione più ricchi in lega.

### 7) IL PRODOTTO SPECIALE

Il prodotto speciale è già stato oggetto di una chiara e garbata osservazione in un altro intervento di questo manuale; ci nonostante ritengo opportuno tentare di evidenziare ed approfondire il concetto: cosa dovrebbe e cosa non dovrebbe essere il prodotto speciale.

Il prodotto speciale è quello le cui caratteristiche sono stabilite da un disegno, con specifiche particolari del Cliente, la cui produzione è fatta dal Fornitore esclusivamente su commessa.

"..specifiche particolari del Cliente.." significa che il prodotto richiesto avrà caratteristiche che si discostano in tutto o in parte da prodotti normati e/o reperibili usualmente sul mercato.

Pretendere che quanto richiesto venga eseguito correttamente e a "regola d'arte" è doveroso e legittimo. Spesso tuttavia si determinano situazioni tecniche ed economiche insoddisfacenti sia per il Cliente che per il Fornitore, causate da diverse interpretazioni tecnico-realizzative.

Data l'impossibilità di eliminare totalmente gli imprevisti, per minimizzare gli eventi negativi è necessario disporre delle adeguate risorse (umane e materiali), anche relativamente all'ambiente di lavoro in cui si opera, e responsabilizzare i collaboratori circa le difficoltà da affrontare.

La prima cosa che concorre a garantire l'accettabilità o meno di un prodotto è la corretta ed avveduta esecuzione della fase di progettazione che si concretizza con la realizzazione del disegno.

Il disegno ha la funzione di trasferire le informazioni necessarie alla realizzazione del prodotto oltre che il concetto tecnico ed intellettuale per cui il prodotto stesso è stato studiato.

Quanto più tale aspetto risulta carente tanto maggiori saranno le probabilità che si verifichino situazioni indesiderate.

Il progettista dovrebbe quindi adottare gli accorgimenti tecnici e le soluzioni realizzative riconducibili il più possibile a modelli normati che riducono al minimo anche il lavoro di scelta progettuale e di identificazione del prodotto in fase d'acquisto.

Anche i costi risulterebbero contenuti; basti pensare alla riduzione di lavoro e tempo derivante dall'adozione di materiali, diametri, lunghezze, filettature, tolleranze, rivestimenti protettivi ed altro che richiamino prodotti normati di facile reperibilità sul mercato.

Al di là di queste semplici osservazioni, non va dimenticato che esistono realtà in cui la realizzazione del prodotto speciale richiede interventi consistenti, solo in minima parte riconducibili a modelli normati. In questo caso è necessario rivolgersi ad aziende adeguatamente attrezzate ed a Fornitori Qualificati, ossia organizzazioni industriali, artigianali o commerciali che devono, a mio avviso, possedere una qualità, peraltro non diffusa, in grado di conferire loro il riconoscimento, il rispetto e la collaborazione da parte del Cliente: la serietà. D'altro canto lo spessore qualitativo, l'esperienza e la competenza del Fornitore, soprattutto se Azienda Certificata, rappresenta per il Cliente un'irrinunciabile opportunità di supporto all'acquisto o nella soluzione di problemi.

In taluni casi il costruttivo rapporto Cliente-Fornitore è ostacolato da atteggiamenti come la disinformazione, la superficialità, la sottovalutazione di aspetti critici, che impediscono il reciproco instaurarsi di stima, fiducia e trasparenza: in una parola "cultura aziendale".

Altre volte il disegno è realizzato o trasmesso al Fornitore in maniera incompleta, non considerando adeguatamente alcuni importanti aspetti di seguito riportati ad esempio:

Le norme: quelle che regolamentano la realizzazione dei prodotti sono molte e dovrebbero essere, con buon senso, osservate, anche se alcuni progetti sono redatti senza la loro citazione o, peggio, con una loro sommaria indicazione.

Le norme ed il disegno: al cospetto di alcuni disegni sorge il dubbio che l'esecutore ignorasse le norme, non le sapesse interpretare o che non disponesse di una fonte presso cui reperirle.



Il disegno: dovrebbe essere realizzato soprattutto in funzione di coloro che dovranno realizzare in tutto o in parte il prodotto.

A volte si ha la sensazione che il progettista presuma di costituire "il riferimento", ignorando l'opportunità di collaborazione Cliente-Fornitore. Altre volte pur disponendo delle conoscenze normative e tecnologiche, non tiene in giusta considerazione che il destinatario non possiede lo stesso livello professionale.

La quotatura del disegno dovrebbe tener conto anche dei mezzi di produzione e della capacità produttiva dell'esecutore. Sono per esempio da evitare:

- tolleranze estremamente ristrette quando non necessarie,
- raggi o smussi particolarmente impegnativi,
- altre indicazioni contrastanti con limiti imposti dai mezzi costruttivi.

Tali elementi potrebbero aumentare i costi e restringere il numero dei probabili fornitori.

Alcuni disegni riportano la dicitura "NON INTERPRETATE, CHIEDETE", doveroso ed importante avviso, che potrebbe tuttavia sottintendere negligenza o eccessiva severità in fase di realizzazione del disegno.

L'esecutore: assolutamente pericoloso è colui che a suo modo interpreta il disegno ed ha la convinzione di essere nel giusto asserendo che "in passato il particolare è stato più volte realizzato ed accettato dal Cliente; non è mai stato reso perché ritenuto conforme e quindi non sussiste motivo di considerare quanto indicato nel disegno".

Le motivazioni che hanno spinto il Cliente ad accettare il materiale possono essere le più disparate: certamente non devono interessare il Fornitore. Nuove esigenze, diverse direttive, maggiori attenzioni nella gestione, ecc. possono indurre il Cliente a considerare inaccettabili le difformità del disegno.

Di sicuro il particolare speciale realizzato con "libertà interpretative" sarà, presto o tardi, oggetto di non conformità.

I materiali: è necessario porre attenzione alle sigle od ai riferimenti dei materiali da impiegare per la costruzione dei particolari. Citare norme UNI, ISO, DIN o altre, sigle di produttori o commercianti, indicare materiali comunque non conosciuti normalmente sul mercato, può mettere in seria difficoltà l'esecutore ed indurlo all'interpretazione.

La chiarezza è necessaria ed altresì auspicabile concedere, quando possibile, alternative o scelte più ampie.

Le tabelle: nel riferirsi a materiali, tolleranze, ed altre specifiche tecniche, si citano tabelle e norme di cui è doveroso disporre, nella versione aggiornata, per la consultazione.

Diversamente si rischia di dare adito ad un rapporto "viziato" che quasi certamente conduce all'errore.

L'atteggiamento auspicabile è il coinvolgimento del Fornitore: dal semplice consiglio sino all'attività di co-design. La costruttiva discussione dei problemi da affrontare sicuramente limita errori e danni.

La collaborazione, in senso lato, non è cosa di poco conto se si considera che essa è condizione necessaria per il raggiungimento della reciproca soddisfazione.