DISPOSITIVI ANTISVITAMENTO

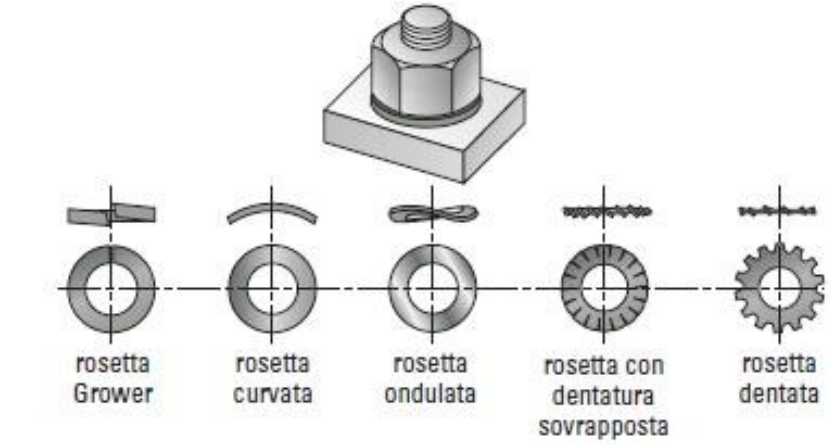
I collegamenti realizzati con bulloni sono soggetti a svitamento per effetto delle sollecitazioni dinamiche o vibrazioni. Per evitare questo si ricorre ai seguenti *dispositivi ausiliari*:

• **rosetta di sicurezza e rondella piana** **[fig. 1]**: è un anello metallico interposto tra dado e componente che ha il compito principale di garantire la planarità e aumentare la superficie di appoggio per uniformare le tensioni di compressione; non ha funzione di antisvitamento; un po' più efficace è la *rosetta Grower*, il cui comportamento elastico è dovuto alla sua particolare conformazione con un taglio diagonale sullo spessore della sua corona e alla sua elasticità.

Altre forme di rosetta elastica sono: *rosetta curvata*, *ondulata*, *con dentatura sovrapposta*, *dentata (internamente o esternamente)*.

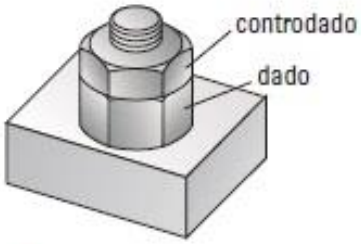
• **controdado**: un secondo dado, generalmente più basso, è sovrapposto al dado di serraggio **[fig. 2]**. Con il serraggio di questo, vengono ulteriormente sollecitati i filetti del primo dado contro lo svitamento;

• **copiglia** e **spina**: sono elementi di forma diversa, che vengono inseriti in un foro passante praticato trasversalmente all'estremità della vite; per evitarne lo sfilamento, le copiglie sono ripiegate attorno al filetto o sugli intagli del dado dentellato (**dadi a corona**) **[fig. 3]**, le spine sfruttano l'attrito dovuto alla loro conicità;

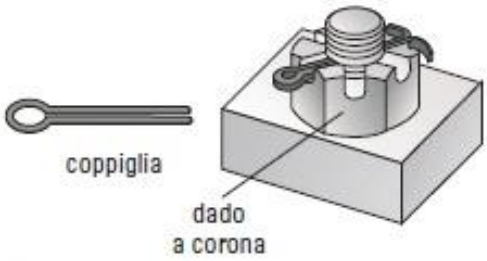


1 Vari tipi di rosette elastiche.

• **piastra d'arresto**: costituita da materiale duttile (rame, alluminio, acciaio dolce), è dotata di due linguette che, dopo il serraggio, sono ripiegate su una faccia (dado/vite) e sul bordo del pezzo **[fig. 4]**, impedendone così lo svitamento.

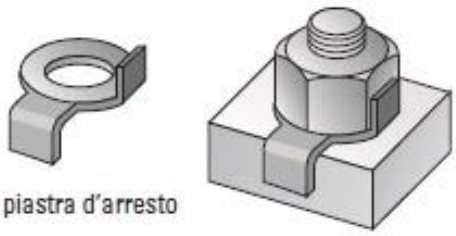


2 Controdado.



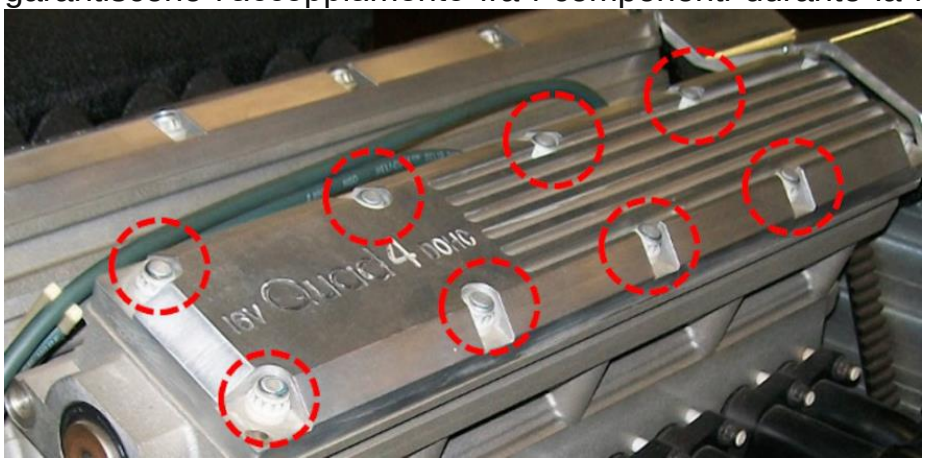
3 Coppiglia su dado a corona.

• **dadi autofrenanti (autobloccanti) con anello in poliammide**: un anello in poliammide o nylon posto nella parte superiore del dado, ostacola lo svitamento; evita l'utilizzo di rosette elastiche, e funge da guarnizione di tenuta.



4 Piastra d'arresto.

I collegamenti filettati sono rimovibili e vengono utilizzati in una vasta gamma di applicazioni, vanno dagli orologi da polso ai ponti. Ad esempio, nei motori endotermici i collegamenti filettati garantiscono l'accoppiamento fra i componenti durante la marcia, ma deve essere possibile rimuoverle per effettuare la manutenzione.



Il termine "filettatura serrata o bloccata" viene in genere utilizzato per assicurare che i filetti rimangano in posizione serrata, senza svitarsi (vite / dado / bullone allentato).

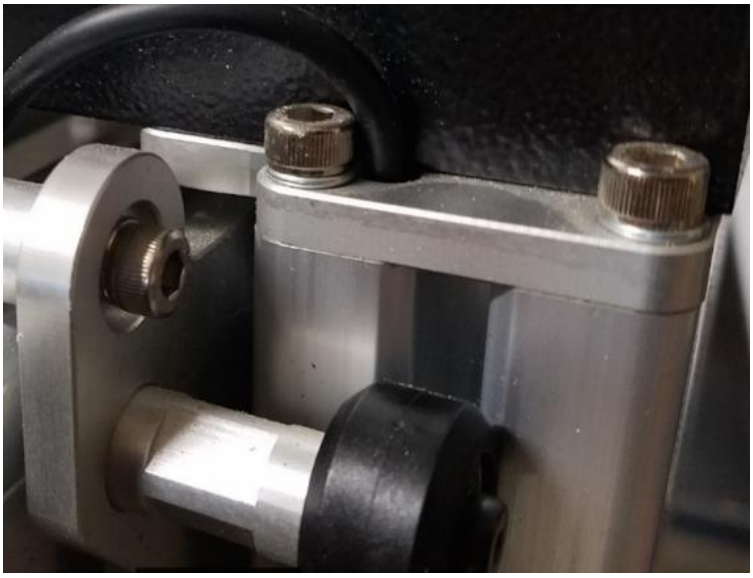
Definizione di connessioni filettate

Esistono molti tipi collegamenti filettati, i principali sono:

BULLONE = VITE + DADO È il più comune collegamento a di componenti. Sono usati ovunque nelle applicazioni. In foto, un bullone: vite con testa esagonale con dado e rosetta piana.

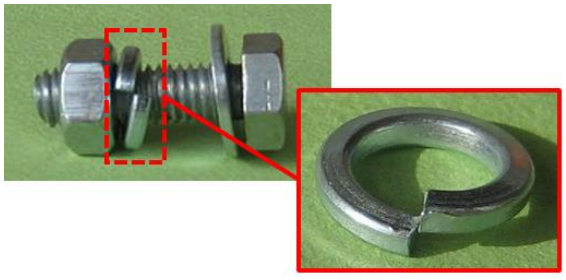
VITE MORDENTE accoppiamento di una vite (o vite prigioniera) in un foro filettato con diametro e passo dello stesso tipo.

La vite mordente in genere si impegna in fori filettati ciechi mentre il bullone collega 2 componenti, attraversando 2 fori coassiali, fissandoli con un dado. L'immagine mostra 4 viti mordenti con testa cilindrica ad incasso esagonale (viti TCEI) impegnate (serrate) in un'estrusione di alluminio con fori filettati.

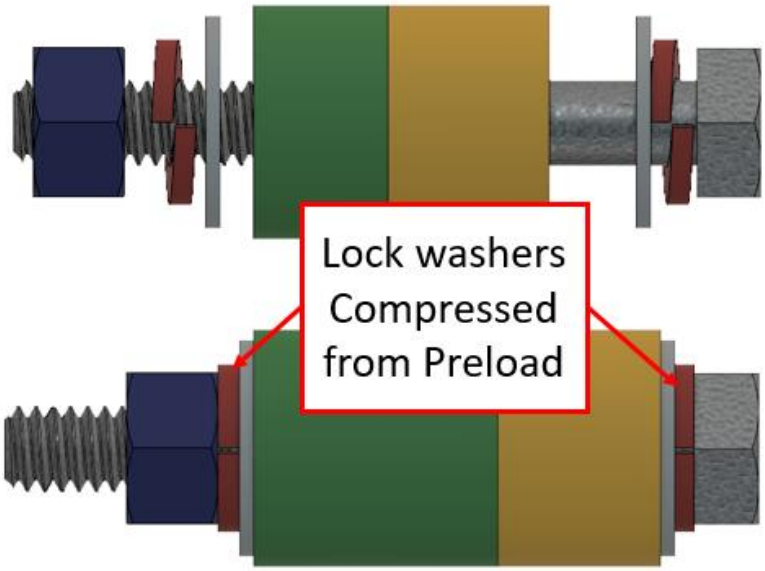


Le viti mordenti sono usate al posto dei bulloni per collegamenti di precisione (tolleranze di accoppiamento o giochi ridotti), facilità di montaggio o combinazione di questi fattori.

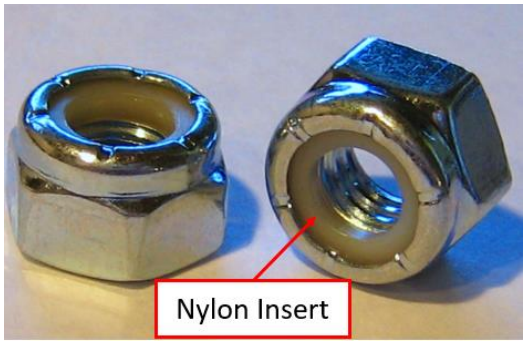
COMPONENTI FILETTATI sono più comunemente alberi o perni e fori, generalmente cilindrici ed entrambi filettati per essere accoppiati. I componenti filettati sono serrati insieme mediante un'adeguata coppia torcente utile a generare una tensione di trazione sul gambo della vite. La coppia torcente è misurata in [N·m] (Newton·metro). La tensione assiale generata dalla coppia (torcente) di serraggio della vite (o del dado) viene definita **precarico** della vite.



ROSETTE GROWER costituite in acciaio armonico, a serraggio avvenuto, contribuiscono all'incremento della spinta assiale fra le 2 superfici dado-rondella piana e testa della vite-rondella piana.



Nei casi di sollecitazione statica, le forze di attrito del precarico dovute al serraggio, sommate all'attrito generato da questi dispositivi, sono sufficienti per assicurare il collegamento. Nei casi di sollecitazioni dinamiche (organi in movimento, sollecitazioni cicliche, vibrazioni strutturali..), sono necessari dispositivi di anti-svitamento più efficaci.

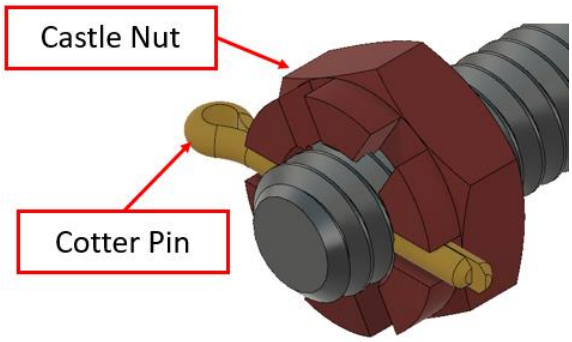


DADO AUTOFRENANTE (o AUTOBLOCCANTE) Su una delle 2 superfici di accoppiamento è alloggiato un inserto in nylon o poliammide circolare che intagliandosi al passaggio dei filetti della vite accoppiata, si deforma durante il suo primo serraggio. In caso di vibrazioni di ampiezza maggiore, i dadi autobloccanti potrebbero non garantire il completo precarico di accoppiamento.

I metodi dado/controdado e dado autofrenante sono utilizzati in accoppiamenti di organi in movimento in cui si vuole evitare il completo svitamento. Nella foto, in caso di perdita del precarico, il bullone resta comunque in posizione. Diversamente, se la vite dovesse sfilarsi, per completo svitamento del dado, si andrebbe a creare una situazione di pericolo (il braccetto del supporto si svincolerebbe). È opportuno quindi che il dado resti avvitato anche se non completamente serrato.

LEGATURA con CAVO di SICUREZZA Molto comune in àmbito aerospaziale, militare e nelle competizioni. Un cavetto di acciaio si inserisce attraverso un foro passante praticato lateralmente alla testa della vite, vincolandone la rotazione ad un altro oggetto o alla testa di una vite adiacente; spesso è applicato tra una serie di elementi (viti) per vincolarli. Un leggero svitamento di una vite, per via della legatura, comporterebbe l'aumento del serraggio di quella ad essa collegata. La legatura scorretta del cavo è inutile.

DADO CORONA (o DENTELLATO) / COPIGLIA o SPINA CONICA Una copiglia è posizionata nel foro passante con asse ortogonale all'asse della vite (o perno filettato) e alloggiata attraverso 2 intagli opposti del dado dentellato, opponendosi trasversalmente allo svitamento del dado. Le estremità aperte della copiglia vanno divaricate in aderenza i dentelli limitrofi per evitarne lo sfilamento.



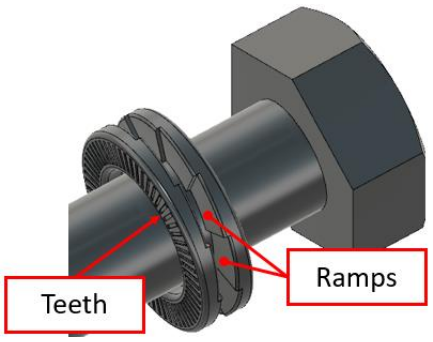
VITI E DADI CONICI La superficie di accoppiamento del dado (o della vite) con il componente è conica e si impegna in fori con svasatura conica analoga. A serraggio avvenuto, l'accoppiamento conico impedisce efficacemente lo svitamento spontaneo nei collegamenti di organi di sicurezza sollecitati dinamicamente. In foto notare l'accoppiamento di perni filettati ad alta resistenza (passo fine) con dado-corona e copiglia e con dadi conici.

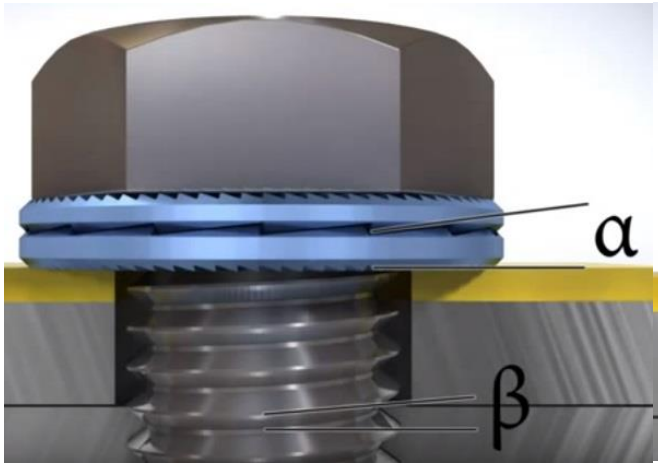
DADI CIANFRINATI Locamente deformati su uno o più lati, nell'ultimo filetto si ha un aumento di attrito fra i filetti che frena lo svitamento spontaneo. Da sostituire ad ogni utilizzo insieme alla vite.

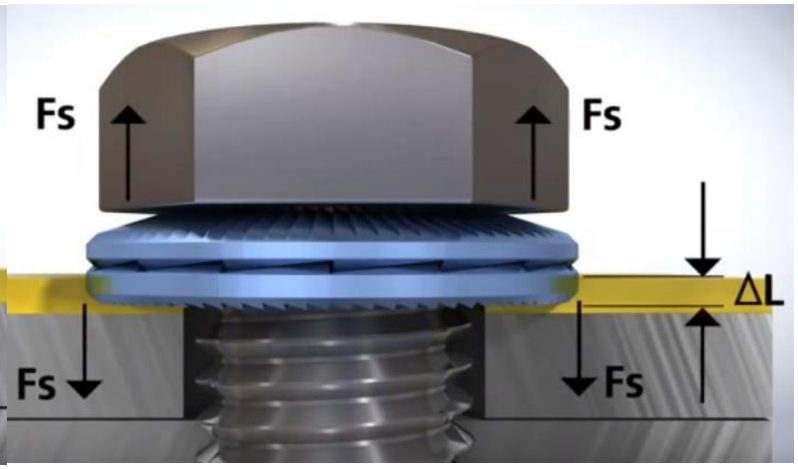
SALDATURE Collegati su 1 o più punti al componente con cordoni di saldatura. Sono usati nelle strutture edili di acciaio. Rimozione difficoltosa spesso con danneggiamento.

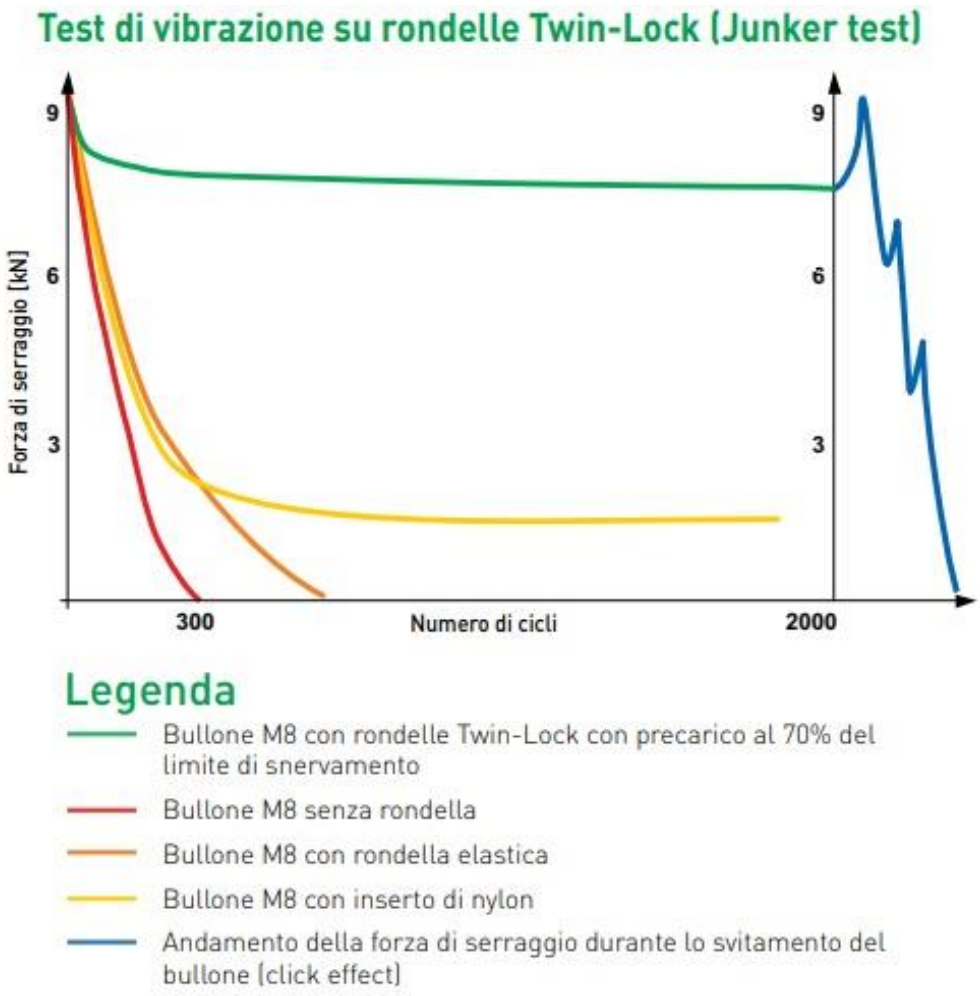
RONDELLE NORD-LOCK (o TWIN-LOCK)

Il sistema anti-svitamento Twin-Lock è composto da due rondelle piane identiche che presentano su una superficie una serie di rampe e sull'altra una zigrinatura radiale. La zigrinatura presente su un lato della rondella si impegna con il sotto-testa della vite o del dado mentre le rampe della 1° rondella cono orientate contro quelle della 2° rondella per contrastare lo svitamento. Col bullone









(rondelle accoppiate) e in presenza di vibrazioni, la vite per svitarsi, dovrebbe sollevarsi di ΔL per permettere alle rampe delle rondelle di sormontarsi. Lo spostamento assiale ΔL sarebbe maggiore di quello generato dal possibile svitamento della vite (medesima rotazione angolare della vite), perché *l'angolo di inclinazione delle rampe* ***α > β*** *angolo di inclinazione dell'elica della filettatura* comportando un aumento considerevole del carico (assiale) sulla vite, quindi un aumento di aderenza dovuto al maggiore attrito fra rondelle (parti zigrinate) e componenti.

Vantaggi:

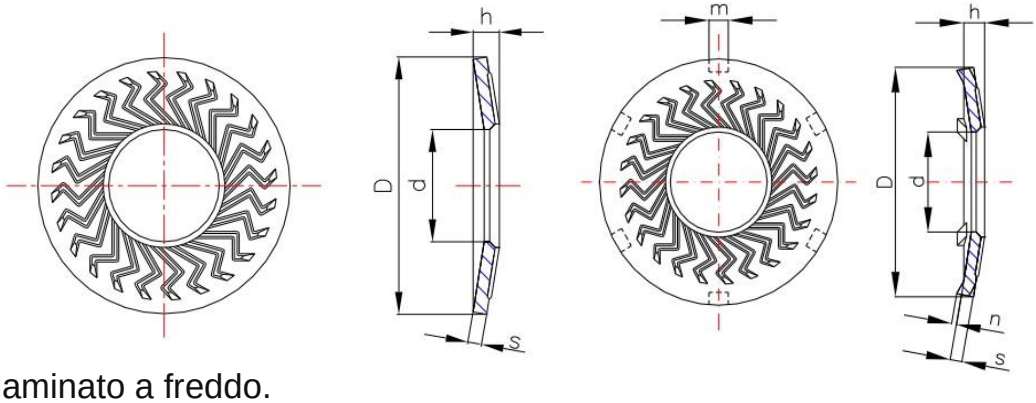
- ottime prestazioni di bloccaggio in presenza di vibrazioni e carichi dinamici;
- garantisce un serraggio sicuro e indipendente dalla lubrificazione (consigliata);
- indipendente dal valore del precarico e riutilizzabile in base all'applicazione;
- utilizzabile con qualsiasi tipo di bullone/dado di qualsiasi classe di resistenza (fino a 12.9);
- non necessita di riavvitamento;
- sistema assembly-friendly: le rondelle si aggrappano fra loro (rampe contro rampe).

RONDELLE CONICHE SPERRKANT e CONTACT

Descrizione: garantisce alte prestazioni anti-svitamento nei collegamenti filettati, grazie alla particolare geometria del suo piano d'appoggio zigrinato.

Materiali:

- acciaio al carbonio C60S DIN EN 10132, durezza 420-510 HV 10 dopo T.T. di bonifica;
- acciaio inossidabile AISI 316 (Inox A4) EN 10088, N° 1.4401 laminato a freddo.



Trattamenti superficiali:

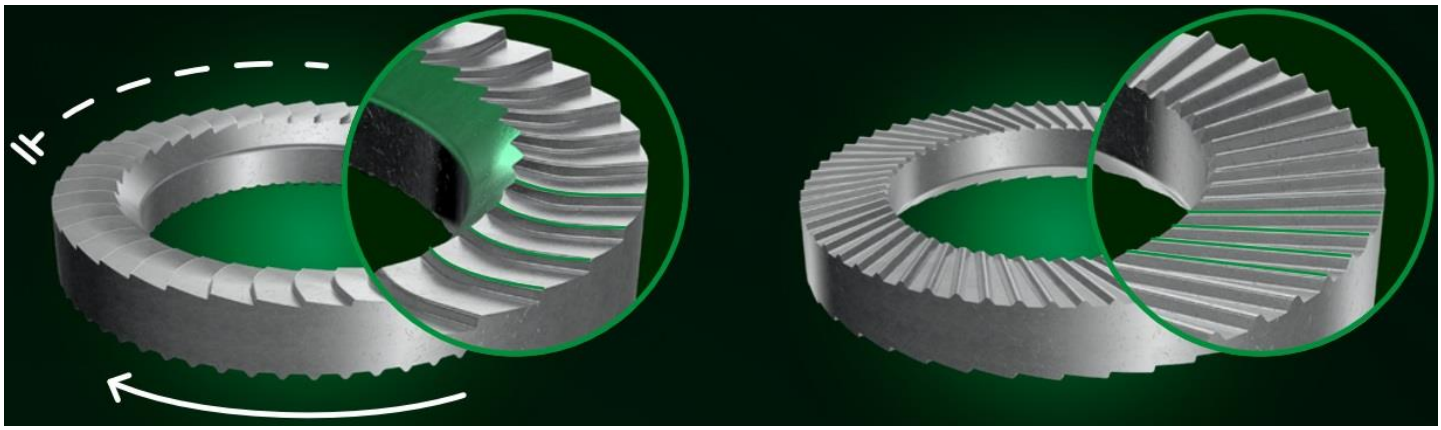
- brunitura o zincatura meccanica Cr 6 free;
- Geomet o altre possibili finiture.

RONDELLE TENKEEP

Descrizione: presentano zigrinature con diversa geometria sui 2 lati, sono studiate per garantire le massime prestazioni contro lo svitamento dei giunti bullonati anche in presenza di vibrazioni e carichi dinamici. Prodotte in 3 diverse versioni, sono accoppiabili a tutte le classi di resistenza.

Materiale: acciaio al carbonio bonificato con durezza 510-560 HV 10 in superficie e a cuore.

Rivestimento superficiale: Delta Protekt KL120 – Resistenza alla corrosione rossa 1000 ore minimo secondo NSS ISO 9227.

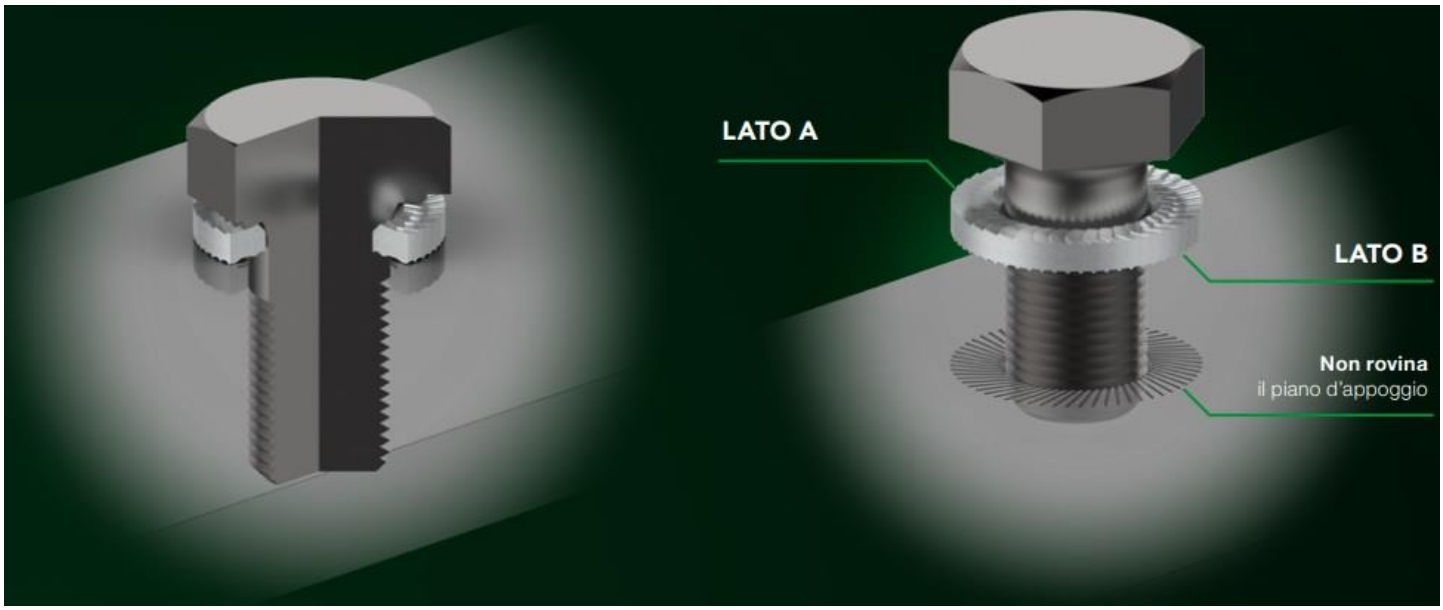


LATO A

Lato a contatto con la superficie sotto-testa della vite (o del dado): in fase di avvitamento del giunto bullonato la rondella slitta, aumentando invece l'attrito per contrastare lo svitamento. Lo smusso all'interno del foro evita qualsiasi interferenza con il raggio presente nel sotto-testa della vite e ne orienta correttamente il posizionamento.

LATO B

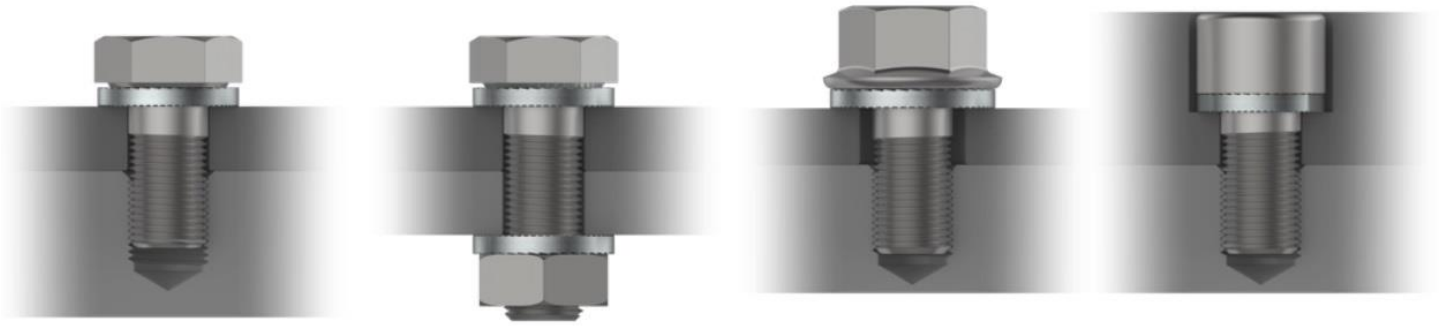
Lato a contatto con il piano dell'elemento. In fase di avvitamento del giunto bullonato, aumenta l'aderenza alla superficie dell'elemento grazie al grip generato dalla zigrinatura. La rondella diventa così solidale al piano di appoggio in modo permanente, ostacolando efficacemente lo svitamento.



Vantaggi:

- proporzionalità fra coppia di serraggio e precarico vite (condizioni d'attrito uniformi);
- coppia di svitamento maggiore della coppia di serraggio (+40% minimo);
- condizioni d'attrito indipendenti dalle caratteristiche meccaniche del componente (materiale): stessa coppia di serraggio da applicare, anche senza lubrificante (inifluente);
- interferenza geometrica tra foro della rondella e raggio sotto-testa di tutte le viti: assente;
- minimo ingombro: diametro esterno rondella e testa della vite uguali: (fori incassati);
- non danneggia il piano d'appoggio, (superfici zincate, verniciate o di materiale tenero..);
- alta resistenza meccanica: utilizzabile con classe di resistenza fino a 12.9;
- riutilizzabile più volte con prestazioni inalterate e accoppiabili a fori asolati (serie L);
- rivestimento superficiale standard con alta resistenza alla corrosione;
- assenza di rischio d'infragilimento in presenza di idrogeno.

APPLICAZIONI STANDARD



GROWER TENKEEP® M

Con foro filettato e vite a testa esagonale.

Con foro passante e bullone a testa esagonale.

GROWER TENKEEP® L

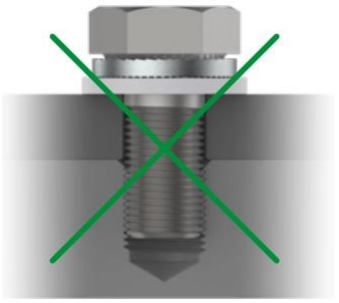
Con fori larghi e vite a testa flangiata.

GROWER TENKEEP® C

Con foro alesato e vite a testa cilindrica.

APPLICAZIONI NON CONSIGLIATE

- Superfici d'appoggio non bloccate (rondella piana presente);
- Superfici d'appoggio con durezza superficiale > 470 HV;
- Superfici di materiali duttili (legno, gomma, materie plastiche..)



MINUTERIA RIPP LOCK

RONDELLE DI SICUREZZA

RIPP LOCK®
Diametro standard

In qualità di prodotto universale, la rondella di sicurezza RIPP LOCK® può essere utilizzata pressoché in qualsiasi situazione. Il diametro esterno è conforme alla norma DIN 125/ISO 7089.

RONDELLE DI SICUREZZA

RIPP LOCK®
Diametro esterno ridotto

La soluzione di sicurezza per tutti i casi in cui vengono impiegate viti a testa cilindrica svasata.

VITI DI SICUREZZA

RIPP LOCK®

La zigrinatura bloccante impana nell'intera superficie di appoggio della **vite di bloccaggio**.

DADI DI SICUREZZA

RIPP LOCK®

La zigrinatura bloccante impana nell'intera superficie di appoggio del **dado di bloccaggio**.

ALTRE RONDELLE E SISTEMI ANTISVITAMENTO

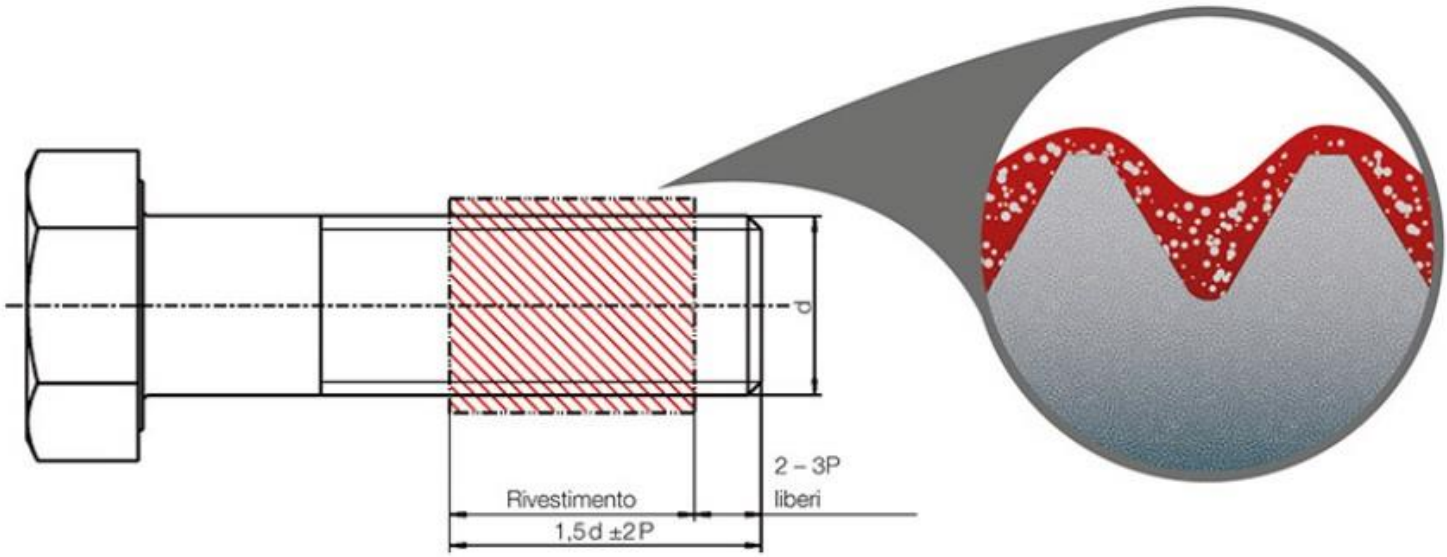
Adesivi, bloccanti, sigillanti chimici (Böllhoff)

Il rivestimento dei frenafiletti chimici è applicato su parte del filetto degli elementi di fissaggio prima della fornitura e non manualmente durante il montaggio. Resistono ad un ampio intervallo termico e a buona parte di olii e grassi. Si distinguono in:

- *rivestimenti preapplicati con microcapsule*, che si induriscono durante l'avvitatura;
- *rivestimenti preapplicati in poliammide*, che esercitano un effetto bloccante sulla filettatura.

Vantaggi:

- effetto bloccante affidabile;
- montaggio semplice e sicuro;
- proprietà sigillanti;
- possibilità di smontaggio.



Posizione del frenafiletto chimico con vista dettagliata delle microcapsule.

Rivestimento pre-applicato con microcapsule

Le microcapsule applicate in precedenza durante l'avvitamento si frantumano per effetto della compressione e/o della sollecitazione di taglio fra i filetti. L'adesivo contenuto nelle capsule si mescola con la matrice indurente che polimerizza (cristallizza sotto compressione) facendo indurire l'adesivo. Si ottiene l'effetto bloccante fra vite e foro filettato, impedendo che il collegamento si sviti. Questo accoppiamento mantiene la maggior parte del precarico applicato (antisvitamento).

Rivestimento pre-applicato con proprietà bloccanti

Se applicato su una parte del filetto, durante il serraggio, il gioco assiale fra vite e madrevite viene riempito dal rivestimento e si genera un'alta pressione superficiale fra i fianchi non rivestiti del filetto che produce l'effetto bloccante. Il rivestimento preapplicato in poliammide, evita che il collegamento filettato si sviti completamente (antiperdita) ma non mantiene il più possibile la tensione di compressione fra i filetti. Applicando il rivestimento in poliammide intorno a parte del gambo della vite, si ottiene un effetto sigillante mentre l'effetto bloccante è leggermente inferiore. Con coppie di serraggio decrescenti è possibile riutilizzare gli elementi di unione.

Adesivi, bloccanti, sigillanti anaerobici (Loctite)

I frenafiletti sono *adesivi anaerobici* applicati in gocce ai filetti degli elementi di fissaggio. A polimerizzazione avvenuta, si forma una pellicola plastica termoindurente che blocca parzialmente o totalmente i filetti. Utilizzati solo nelle applicazioni metallo su metallo, anche in combinazione con uno dei metodi meccanici di anti-svitamento. Si dividono in:

- *Frenafiletti (Loctite, Vibratite):* questa categoria fa parte dei polimerizzatori (cristallizzano sotto compressione), simile al collante a base di cianacrilato (vedi Attak). Può contenere un'ampia

varietà di adesivi, ma tutti hanno lo scopo di incollare i filetti in posizione. L'immagine mostra Loctite 242 Rimovibile (blu - media resistenza).

La differenza tra i frenafiletti è riferito al colore del contenuto: Rosso, Blu, Verde e Viola.

Rosso: massima resistenza, polimerizza completamente in 24 ore; è disponibile in forma liquida e adesivo anaerobico semisolido. I prodotti della linea rossa sono così potenti che per poter sbloccare i giunti occorre riscaldarli almeno a circa 500 °C.

Blu: media resistenza, polimerizza completamente in 24 ore, è possibile la rimozione dei componenti con utensili manuali. Oltre alla forma liquida, è disponibile in QuickTape 249.

Verde: resistenza medio-alta, è consigliato per il bloccaggio di elementi di fissaggio preassemblati, come connettori elettrici e viti di regolazione. Disponibile anche in forma liquida, polimerizza completamente in 24 ore, è possibile rimuoverlo sia con utensili manuali che con riscaldamento fino a 450 °C.

Viola: bassa resistenza, conosciuto come 222, polimerizza in 24 ore. Si può utilizzare su metalli a bassa resistenza meccanica (leghe di alluminio, ottone..)

Tutti i frenafiletti hanno un intervallo termico di utilizzo che varia da -18 °C a +150 °C. Quelli ad alta resistenza termica possono raggiungere i 340 °C.

RIVESTIMENTO A SECCO Una porzione del filetto è rivestito e funge da bloccante. In alcuni casi, il rivestimento è solo un pellicola di nylon o teflon, in altri è un adesivo attivo. La foto mostra una macchia “ossidata” di un frenafiletti/sigillante combinato usato per sigillare una valvola limitatrice di pressione. I rivestimenti a secco sono utilizzati per eliminare la disomogeneità di distribuzione del frenafiletti adesivo o per migliorare la distribuzione di frenafiletti liquido.

APPROFONDIMENTI

https://www.youtube.com/watch?v=fN9b3ByRh7A (Fastening theory, part 1)

https://www.youtube.com/watch?v=kTwpA2yJ81o (Fastening theory, part 2)

https://www.youtube.com/watch?v=g_CdH3RJc04 (Fastening theory, part 3)

https://www.youtube.com/watch?v=g_CdH3RJc04 (Fastening theory, part 4)

https://www.youtube.com/watch?v=i9SJbCCoACg (Fastening theory, part 5)

https://www.youtube.com/watch?v=R2SslDaBJk4 (Junker test machine)

https://www.youtube.com/watch?v=_ne19-3vkJg (Self lock vibration test)

https://www.youtube.com/watch?v=-gptqNildV4 (Bolt Calculation 3D animation)

https://www.youtube.com/watch?v=PPON7XCcEoo (Nord-lock X-series)

https://youtu.be/cg78FIZR3Xc (Böllhoff - RIPP LOCK)

https://www.youtube.com/watch?v=IKwWu2w1gGk (Junker vibration test Nord Lock)

https://www.youtube.com/watch?v=OwFjUX6SaY8 (legatura)

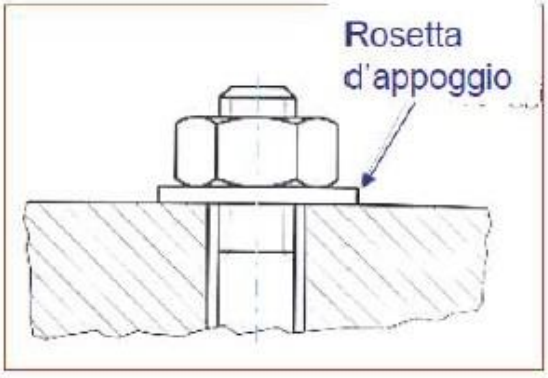
https://www.youtube.com/watch?v=_EfLTszAr7w (sbloccaggio viti)

RIEPILOGO

Rosette piane

La rosetta o rondella è un elemento cilindrico interposta il dado e la superficie d'appoggio.
Funzione:

- fornire un preciso piano di appoggio al dado
- aumentare la superficie di contatto
- ridistribuire meglio la pressione
- proteggere il materiale sottostante
- tenuta o bloccaggio

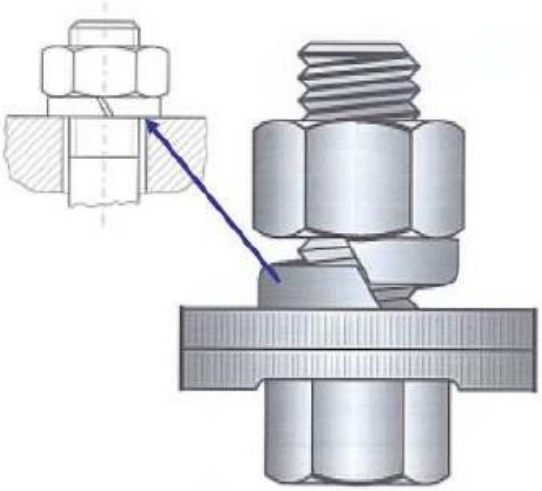


DESIGNAZIONE

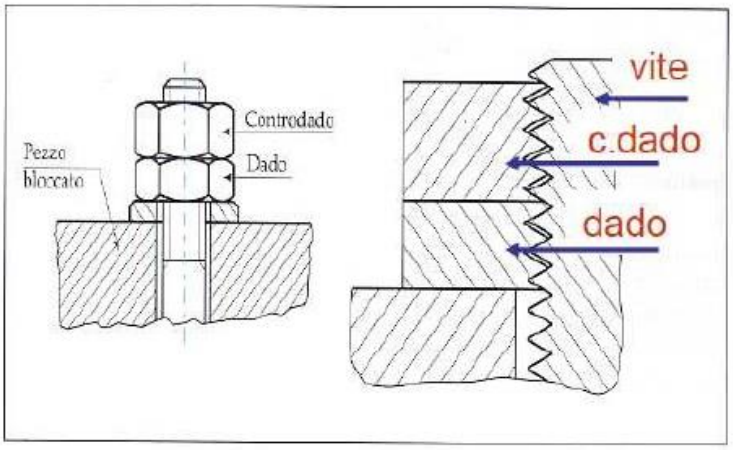
Rosetta d_1 x d_2 UNI6592 R 80

Classe di resistenza del materiale (carico unitario di rottura)

Le vibrazioni, gli urti e le dilatazioni termiche possono portare all'allentamento del collegamento

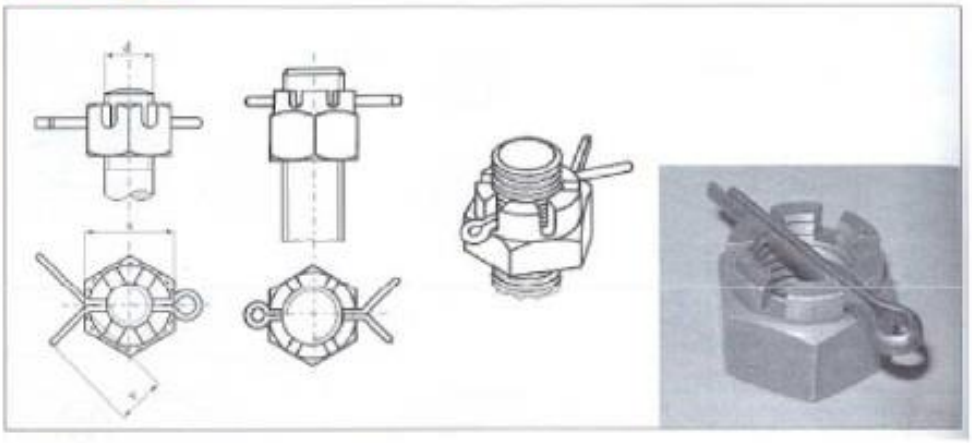


Controdado

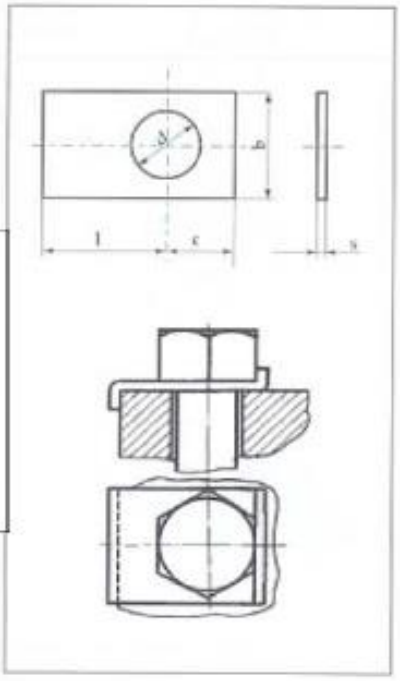


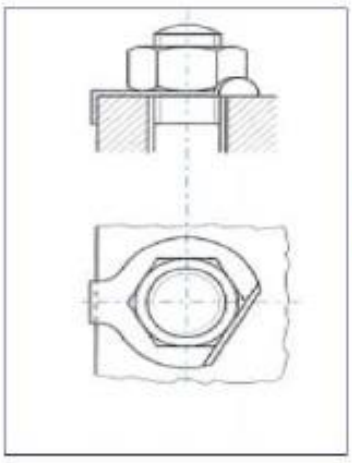
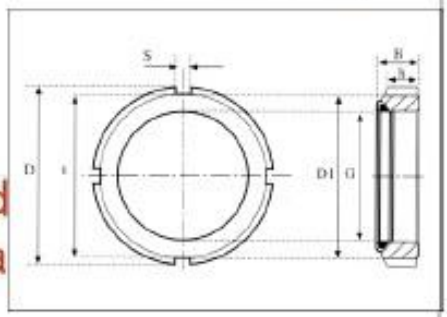
Le rosette elastiche funzionano come delle molle che spingono assialmente le parti collegate

Copiglia



Piastrina





Rosetta di sicurezza