



Università degli Studi di Genova
Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale



Corso di Laurea in Chimica e Tecnologie Chimiche

FONDAMENTI DI TECNOLOGIE CHIMICHE PER L'INDUSTRIA E PER L'AMBIENTE
(modulo II)

ACCESSORI DI LINEA

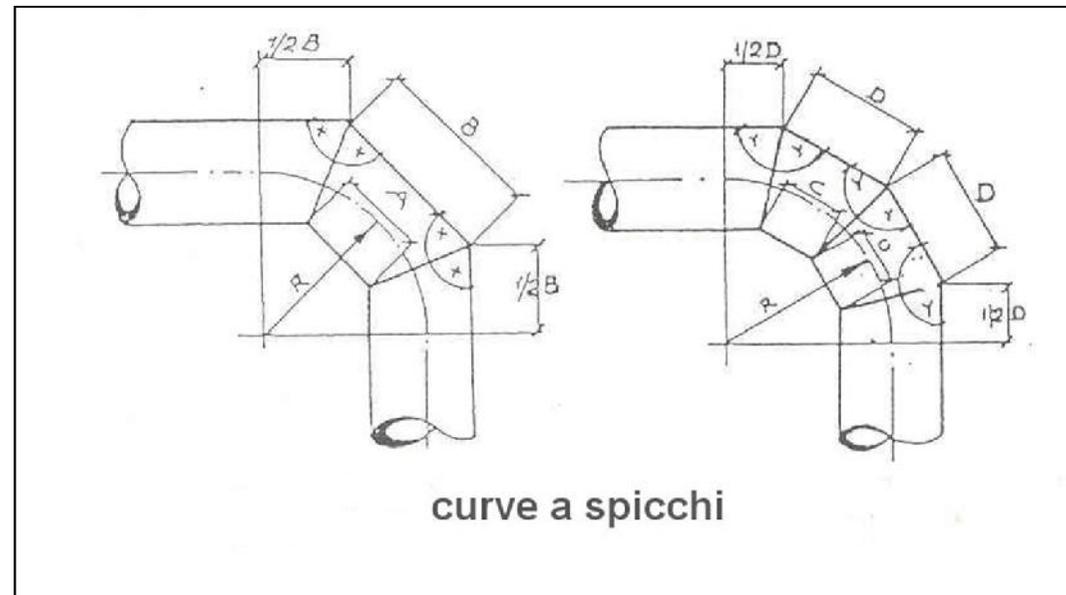
Aldo Bottino
e-mail : bottino@chimica.unige.it
Tel. : 010 3538724 - 3538719

Pezzi speciali

Nella costruzione di una linea non è quasi mai possibile impiegare esclusivamente barre rettilinee di tubo perché la conformazione della linea stessa richiede *curve, derivazioni, fondelli ciechi ed altre particolari forme* difficili od antieconomiche da realizzare partendo da tubi rettilinei.

Talvolta le difficoltà possono essere risolte con saldature come, ad esempio, nelle *curve a spicchi* mostrate nella Figura.

Qualora le sollecitazioni siano rilevanti o si voglia ottenere una conformazione della tubazione che riduca al minimo le perdite di carico, si rende necessario l'impiego di *pezzi speciali prefabbricati*



Curve (o gomiti) a raggio stretto

L'applicazione di *curve a 45°, 90°, 180°* (con le estremità preparate per la saldatura di testa) si è *diffusa così largamente* che le curve ottenute per piegatura del tubo, o per saldatura a spicchi, rappresentano una esigua minoranza e vengono adottate solo quando gli elementi prefabbricati non sono *tempestivamente reperibili*.



Curve (o gomiti) a raggio stretto

I principali vantaggi delle curve prefabbricate sono:

- *uniformità di spessore* in ogni punto della curva, particolarmente nell'estradosso che non è mai assottigliato
- *massima precisione dimensionale*, ossia nell'angolo al centro, nel raggio di curvatura, nel diametro nello spessore del tubo
- *possibilità di scegliere* entro una *vastissima gamma* di acciai saldabili
- *costanza nelle proprietà meccaniche*
- *minimo ingombro sull'impianto*
- *facilità di realizzare* linee anche con andamento assai complesso.



Diramazioni o derivazioni

I *pezzi di diramazione* sono prodotti in molte forme, a seconda delle necessità.

I *vantaggi* delle diramazioni prefabbricate sono:

- *gradualità di variazione dello spessore* lungo il raccordo
- *forma studiata* per rendere minime *le perdite di carico*
- *facilità di collegamento* e *razionalità* nella ubicazione delle saldature



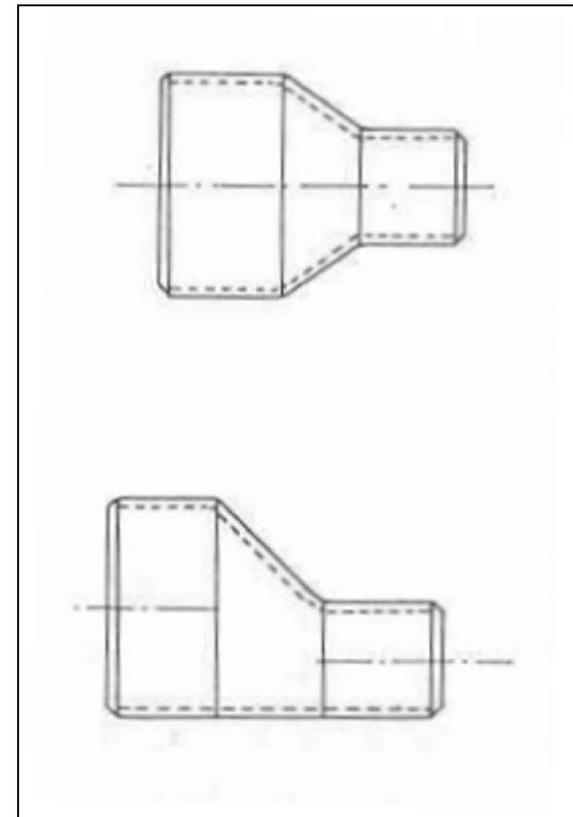
Riduzioni

Servono, ad esempio, per collegare due tubi di diametro nominale *diverso*.

Assicurano una *precisione di profilo*, che riduce in misura sensibile le *perdite di carico*.

Le riduzioni prefabbricate sono di due tipi:

- *concentriche*, qualora interessi la *coassialità* dei tubi, caso che si verifica più frequentemente per le semplificazioni che consente nella progettazione e nella costruzione delle tubazioni
- *eccentriche*, qualora interessi evitare che nella tubazione si verifichi il ristagno di liquidi nelle parti più basse o la formazione di sacche di gas nelle parti alte.



La Figure illustrano le *soluzioni di montaggio delle riduzioni concentriche ed eccentriche* quando:

- interessa evitare che nella tubazione si verifichi il ristagno di liquido nelle parti basse
- interessa evitare che nella tubazione si verifichi la formazione di sacche di gas nelle parti alte



Pezzi speciali filettati

I *pezzi speciali filettati* come mostra la Figura sono molteplici.

Essi trovano soprattutto impiego nelle *linee di piccolo diametro* in cui tutti gli elementi costituenti sono collegati mediante *filettature*.

Per tali linee esiste una serie di pezzi speciali filettati con funzioni del tutto identiche a quelle dei pezzi da saldare, e che permettono di costruire le tubazioni con *qualsunque forma* venga richiesta.



Normalizzazione dei pezzi speciali

Normalizzazione italiana

Il sistema di normalizzazione italiano per i *pezzi speciali* è basato sulle *stesse indicazioni* già elencate per i tubi, e cioè:

- *materiale*
- *diametro nominale*
- *pressione nominale*

In base a queste indicazioni le tabelle UNI forniscono tutte le dimensioni del pezzo.

Per i pezzi speciali filettati le indicazioni di cui sopra devono essere integrate dalla indicazione della filettatura, e cioè:

- *se conica o cilindrica*
- *se maschio o femmina*

Normalizzazione statunitense

Il sistema di normalizzazione statunitense è differente a seconda che i pezzi speciali siano da saldare o filettati.

Per i *pezzi speciali da saldare* il sistema di identificazione è basato, come per i tubi, sulle tre indicazioni seguenti:

- *materiale*
- *diametro nominale*
- *schedule number*

Giunti

Servono per collegare tra loro le tubazioni.

A seconda della tecnica costruttiva adottata possiamo distinguere vari tipi di giunti e precisamente:

- *giunti saldati*
- *giunti filettati*
- *giunti flangiati*
- *giunti di altri tipi*

Giunti saldati

La saldatura di testa delle estremità dei tubi costituisce il *metodo più semplice e sicuro* per il loro collegamento.

Se eseguito a regola d'arte, il giunto saldato risulta il più *robusto* di tutti e assicura una *perfetta tenuta*.

La costruzione di una *linea saldata* richiede sempre *particolari cautele* per i pericoli connessi alle operazioni di saldatura.

Il giunto saldato ha l'inconveniente di non consentire lo smontaggio dei pezzi tanto che per separarli si deve ricorrere al *taglio della tubazione*, che può essere effettuato alla fiamma, all'arco elettrico od all'utensile.

In ogni caso l'operazione di taglio è sconsigliabile sia per il costo sia per le difficoltà esecutive che si possono presentare sull'impianto, soprattutto quando si deve ricorrere al taglio alla fiamma e si teme la presenza nell'ambiente di sostanze combustibili ed esplosive.

Per le sue caratteristiche il giunto saldato è impiegato largamente durante il montaggio degli impianti per eseguire i collegamenti che devono *restare indissolubili*.

Nei casi in cui sia necessario conservare la ispezionabilità e la smontabilità della tubazione si ricorre ai giunti che permettono la separazione dei pezzi.

Giunti filettati

La *filettatura* consiste nella asportazione di materiale da un corpo cilindrico con una macchina utensile (per esempio il tornio) in modo da creare un risalto detto *filetto* il cui profilo può essere:

a) *trapezoidale*

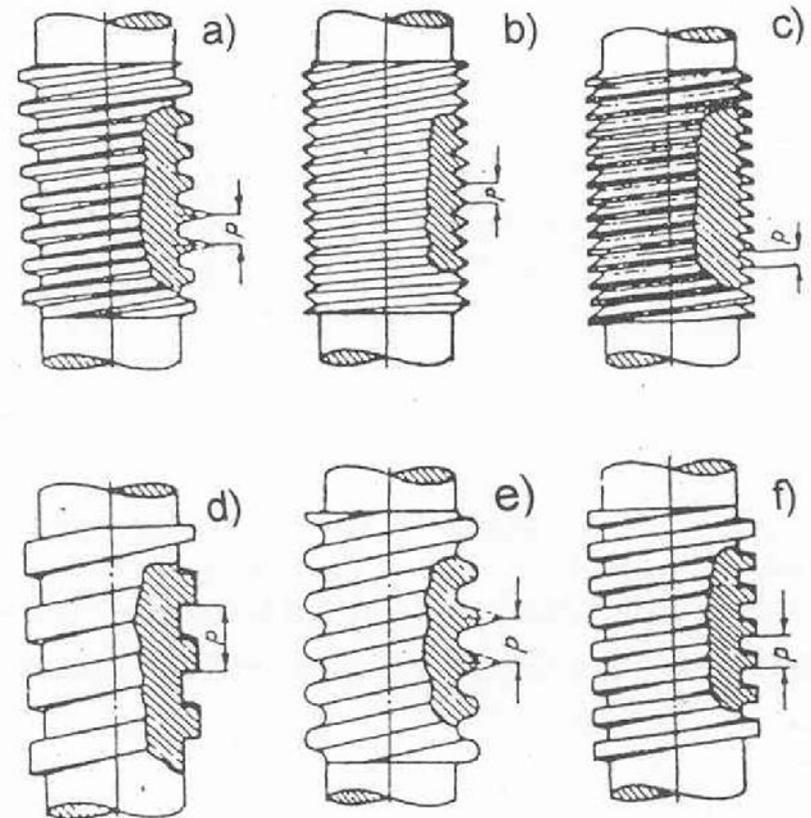
b) *triangolare*

c) *a dente di sega*

d) *rettangolare*

e) *circolare*

f) *quadro*



Il profilo *triangolare* è quello più usato

Esempi di filettature. Viti e madreviti

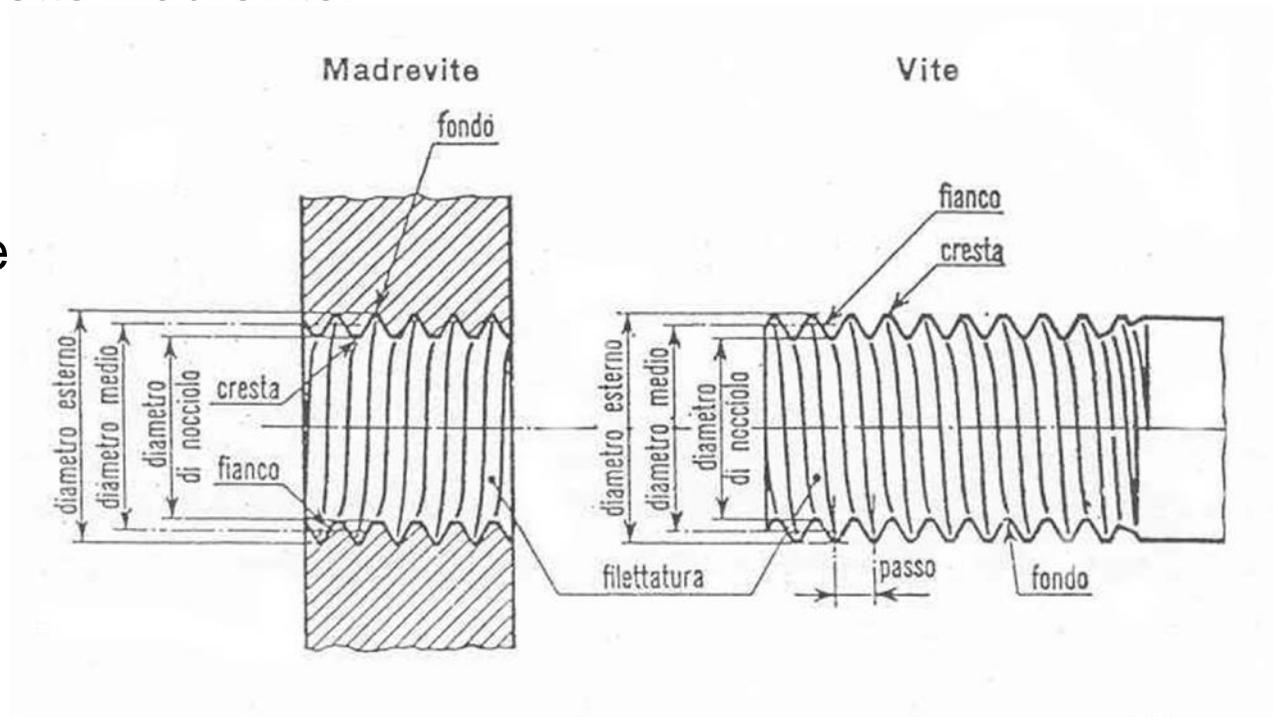
La filettatura serve per collegare tra loro pezzi in modo *amovibile*, cioè in modo che i pezzi possono essere, con maggiore o minore facilità, *montati* e *smontati*.

L'esempio più comune di corpo cilindrico filettato è la *vite*.

Essa rappresenta l'elemento *maschio* del collegamento.

L'elemento *femmina* è detto *madrevite*.

Una rappresentazione schematica di una vite e di una madrevite con i principali elementi caratteristici che è mostrato nella Figura.



Sistemi di filettatura

I sistemi di filettatura sono numerosi (*metrico ISO, Whitworth, gas* etc) e differiscono tra loro per forma del filetto, valori dei diametri, relazione tra passo e diametro etc e per le modalità di impiego del pezzo filettato.

Le filettature *metriche* e *Whitworth* sono comunemente impiegate per *bulloneria*.

La filettatura *gas* è quella impiegata per *tubazioni e giunti filettati*.

Il *giunto filettato* fu il primo ad essere impiegato nel collegamento dei tubi metallici per le sue caratteristiche di praticità, economicità e semplicità costruttiva.

Generalmente viene filettato il *lato esterno* delle estremità dei tubi da collegare, che vengono uniti mediante un manicotto dotato di filettatura interna.

Filettature cilindriche e coniche

Per i giunti filettati sono attualmente impiegati due tipi di filettature con caratteristiche nettamente diverse:

- *la filettatura cilindrica*
- *la filettatura conica.*

Filettatura cilindrica.

In questo tipo di filettatura la *tenuta* viene avvolgendo la filettatura esterna del tubo con canapa, mastici, od altri materiali plastici quali il PTFE, atti a *riempire i vani tra i filetti*, per impedire al liquido di trafilare.



Filettatura conica

Per migliorare la tenuta della filettatura e favorire la compenetrazione tra il tubo ed il pezzo, si usa spesso eseguire la filettatura *conica* anziché cilindrica per la sola vite, ripartendo il forzamento su più filetti.

Le proprietà di questo giunto sono leggermente migliori di quelle della filettatura cilindrica, ma l'esecuzione della filettatura conica richiede attrezzature particolari difficilmente reperibili fuori dalle officine.

Non è indispensabile interporre materiale che migliori la tenuta.

Impiego dei giunti filettati

Di norma le giunzioni filettate vengono usate solo su tubi di *piccolo diametro*, essendo il loro costo inferiore a quello delle flange per i seguenti motivi:

- limitato peso
- limitata attrezzatura per la costruzione
- difficoltà nella saldatura delle flange di piccolo diametro alle tubazioni
- difficoltà di esecuzione di filettature su tubi di grande diametro

Quando le condizioni di esercizio sono particolarmente gravose o non si può fare sicuro affidamento sulla tenuta del giunto filettato viene frequentemente eseguita la *saldatura di tenuta*, che consiste nella deposizione di un cordone di saldatura sulla zona di uscita della filettatura della madrevite.

Quando viene eseguita la saldatura di tenuta, non vengono *mai* interposti tra i filetti *altri materiali* perché risulterebbero non solo *inutili*, ma anche *dannosi* per le imperfezioni o difetti che potrebbero apportare alle saldature.

Normalizzazione dei giunti filettati

Normalizzazione italiana

Le norme UNI prevedono per il collegamento delle tubazioni sia la *filettatura cilindrica* sia la *filettatura conica* che vengono contraddistinte dalla indicazione *gas* per evitare di confonderle con le filettature per bulloneria.

Le dimensioni (diametro, passo, numero di spire, etc.) della filettatura *gas* cilindrica e conica sono fissate in apposite Tabelle.

Unificazione statunitense

Le norme di unificazione in vigore negli Stati Uniti per quanto concerne i collegamenti filettati sono state emanate dalla ASA e dalla API (American Petroleum Institute).

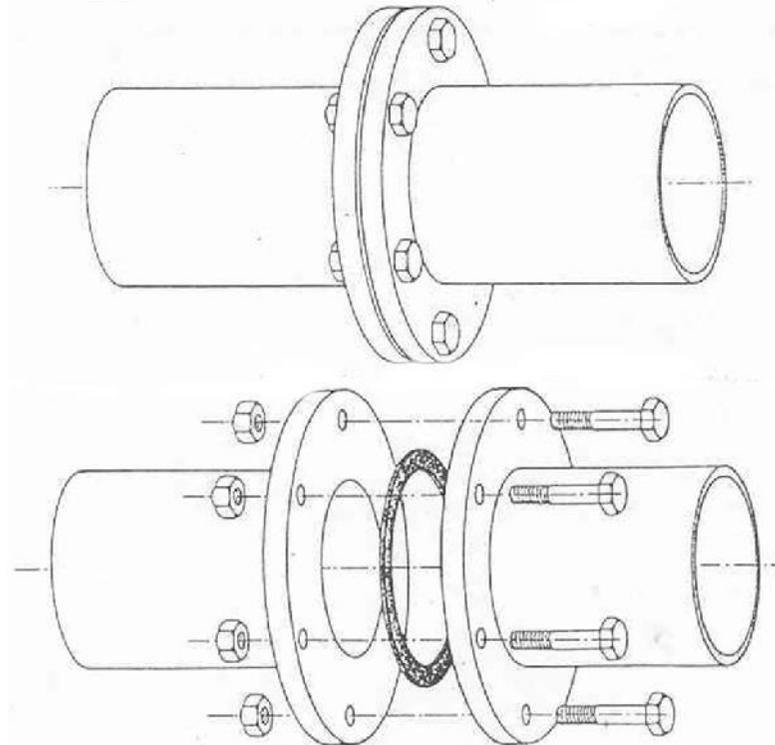
Queste norme prevedono l'impiego della *sola filettatura conica*.

Giunti flangiati

I *giunti flangiati* sono i più diffusi negli impianti chimici in quanto consentono, come i giunti filettati, l'agevole *smontaggio* dei pezzi assicurando al tempo stesso *un'ottima tenuta*, anche in severe condizioni di esercizio e per ripetute operazioni di smontaggio.

La flangia può essere schematizzata come una *lastra metallica* piana a forma di *corona circolare*, collegata alla tubazione lungo il bordo interno e collegata all'altra flangia mediante *bulloni* o *tiranti* passanti entro *fori* posti su una circonferenza al suo bordo esterno.

Per consentire la tenuta del giunto, tra le due flange viene interposta una *guarnizione*, ovviamente di materiale compatibile con le caratteristiche del fluido.

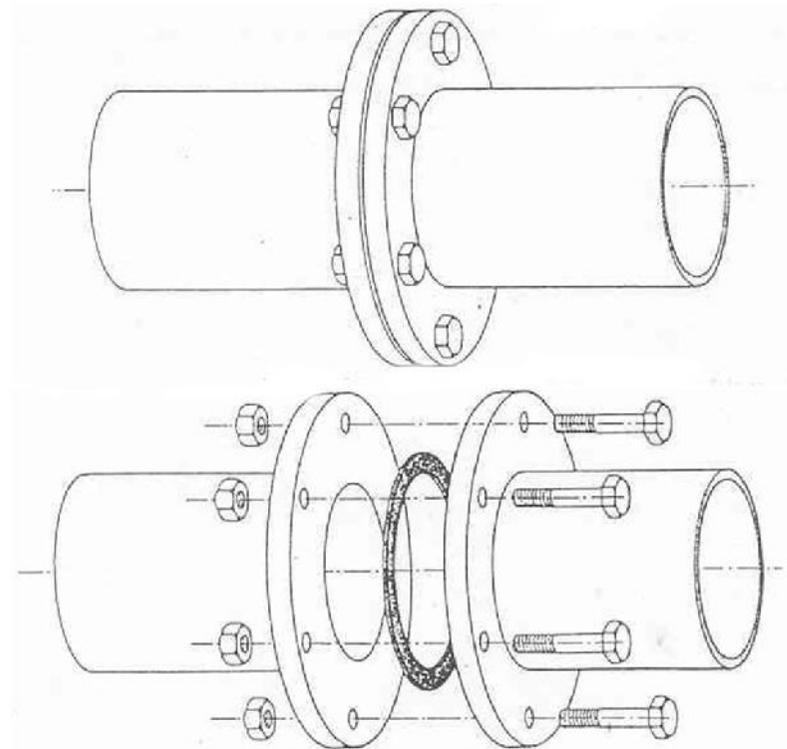


La guarnizione deve essere *compressa* mediante il serraggio dei bulloni di collegamento delle flange fino a una *pressione superiore* a quella di esercizio della tubazione, al fine di ottenere la tenuta del giunto.

Esistono svariati tipi di flange che si differenziano per *forma costruttiva* e la forma della *superficie d'appoggio*.

Esistono vari tipi di guarnizione che si differenziano per forma geometrica e tipo di materiale.

La scelta del tipo di flangia e del tipo di guarnizione è legata al tipo di impiego e alla pressione di esercizio.

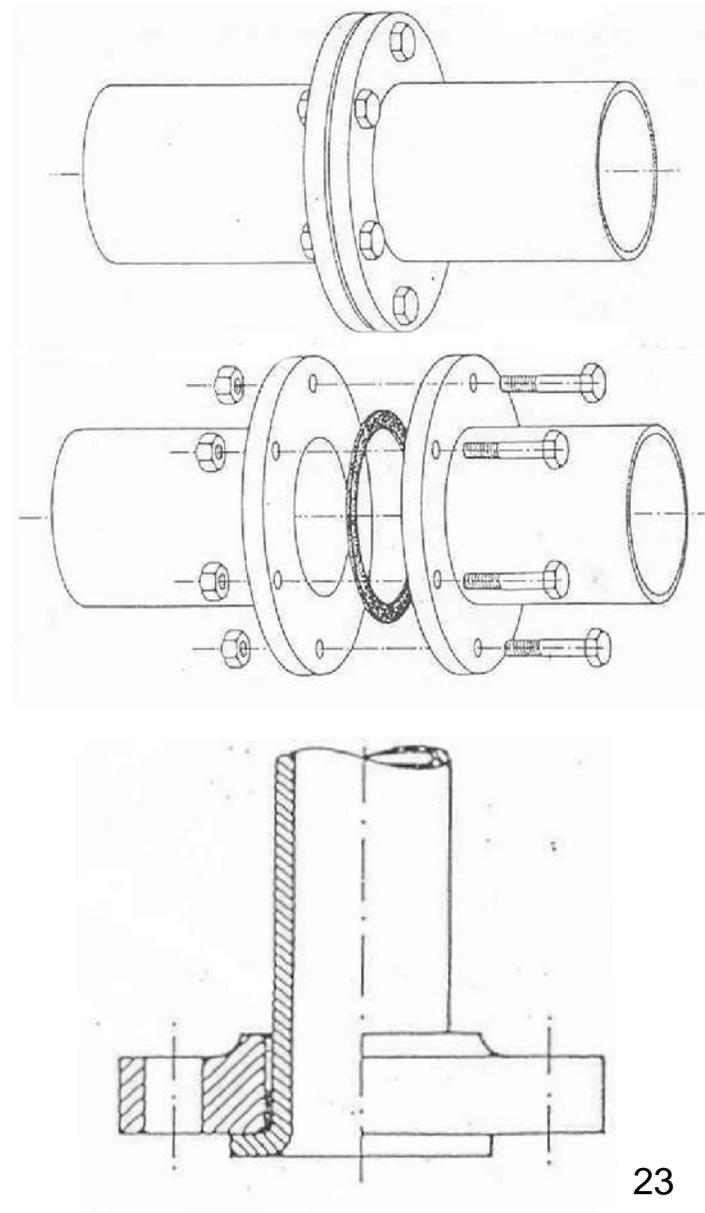


Montaggio delle flange

Durante il montaggio delle flange è necessario osservare alcune norme generali comuni a tutti i tipi, per avere la massima sicurezza di tenuta e cioè:

- *le tubazioni devono essere coassiali*
- *le flange devono essere parallele*
- *i fori per i bulloni di serraggio devono essere allineati.*

Questa norma non vale per le flange scorrevoli, dove è possibile ruotare la flangia rispetto al tubo (la cui estremità viene, come mostra la Figura aperta "a cartella").



Normalizzazione dei giunti flangiati

Normalizzazione italiana

Come per i tubi, anche per i giunti flangiati le norme di unificazione italiana fissano come elementi basi di tutto il sistema di unificazione *il diametro nominale e la pressione nominale*.

Normalizzazione statunitense

Le dimensioni delle flange sono designate in base *a*:

- *diametro nominale* (come per i tubi)
- *serie* (al posto dello schedule number dei tubi)

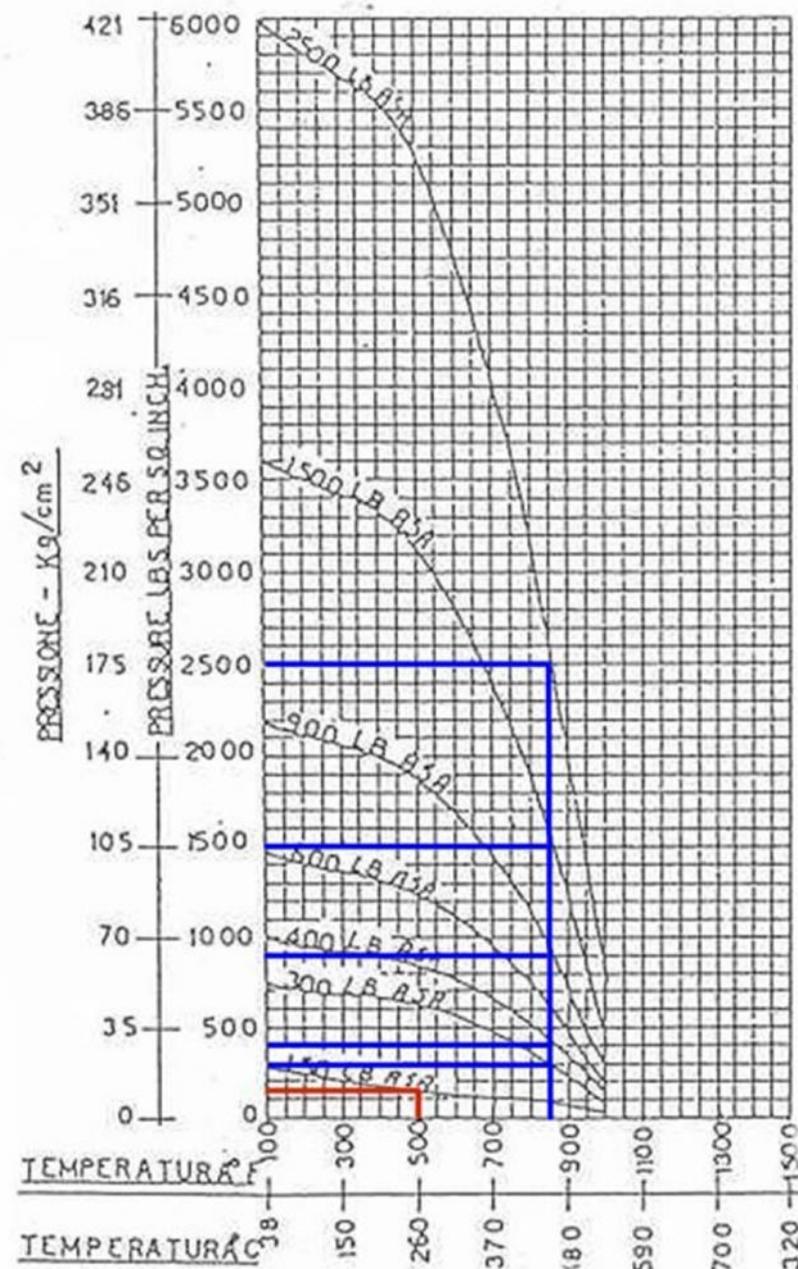
Serie delle flange

La serie indica la *massima pressione ammissibile* sulla flangia ad una *temperatura prestabilita*.

Secondo la classificazione eseguita dalla ASA le serie delle flange sono le seguenti:

150 - 300 - 400 - 600 - 900 - 1500 - 2500.

Queste cifre rappresentano (come si osserva dalla Figura) la *massima pressione ammissibile* (in psi) alla temperatura di 500°F (260°C) per le serie 150 e alla temperatura di 850°F (454°C) per le altre.



Il diagramma in Figura (rating) permette di ricavare:

- la massima pressione ammissibile ad ogni temperatura per ogni tipo di flangia

Oppure

- il tipo di flangia per ogni pressione e temperatura di esercizio

Ad esempio se si opera nelle condizioni indicate dal punto X del diagramma, cioè:

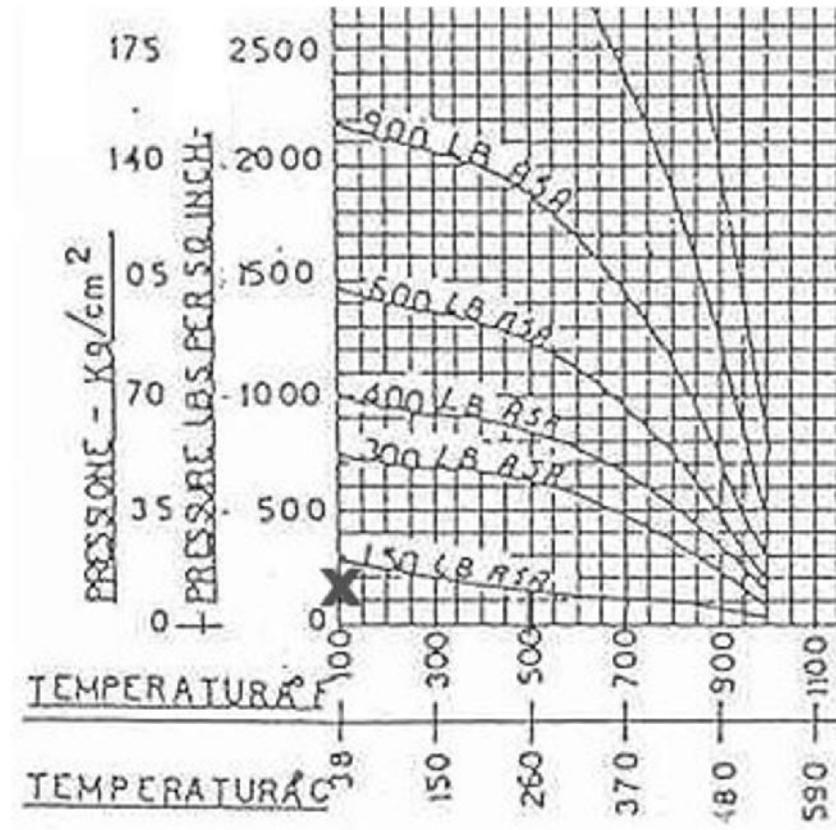
- pressione di esercizio (statica)

$$P_s = 150 \text{ psi} = 10.55 \text{ kg/cm}^2$$

- temperatura di esercizio

$$100^\circ\text{F} = 37.8^\circ\text{C}$$

si userà una flangia della serie 150.



Colpo d'ariete e pressione dinamica

Il colpo d'ariete è un *fenomeno idraulico* che si presenta in una condotta quando un flusso di liquido in movimento al suo interno viene *bruscamente fermato* (ad esempio dalla repentina chiusura di una valvola).

Consiste in un'onda pressoria che si origina in prossimità della valvola a causa dell'inerzia della colonna di fluido (che si può considerare pressoché incomprimibile) in movimento che *impatta* contro la parete della valvola chiusa.

L'intensità del colpo e il valore della pressione massima dell'onda possono raggiungere livelli tali da far *esplodere* le condotte.

La pressione dipende da molti fattori (tipo di tubazione, tempo di chiusura della valvola, densità del fluido, velocità del fluido).

Un esempio di colpo d'ariete verificabile tra le *mura domestiche* si ha quando viene chiusa una valvola a sfera con *istantaneo movimento* della leva di manovra e si sente il tipico *tonfo* seguito dalla *vibrazione* del tubo.

La pressione esercitata dal colpo d'ariete dipende, come accennato da vari fattori, ma può essere *approssimativamente* valutata mediante la seguente *formula empirica*:

$$P_d = 60 v$$

dove:

P_d = pressione dinamica in psi

V = velocità del fluido in ft/s

Alla pressione così valutata deve essere sommata la pressione statica della linea e si può così determinare la serie della flangia confrontando il valore aggiunto da tale somma coi limiti massimi ammessi per le varie classi.

Ad esempio se si opera nelle stesse condizioni indicate nell'esempio precedente (punto X del diagramma):

- pressione di esercizio statica
 $P_S = 150 \text{ psi} = 10.55 \text{ kg/cm}^2$
- temperatura di esercizio
 $100^\circ\text{F} = 37.8^\circ\text{C}$

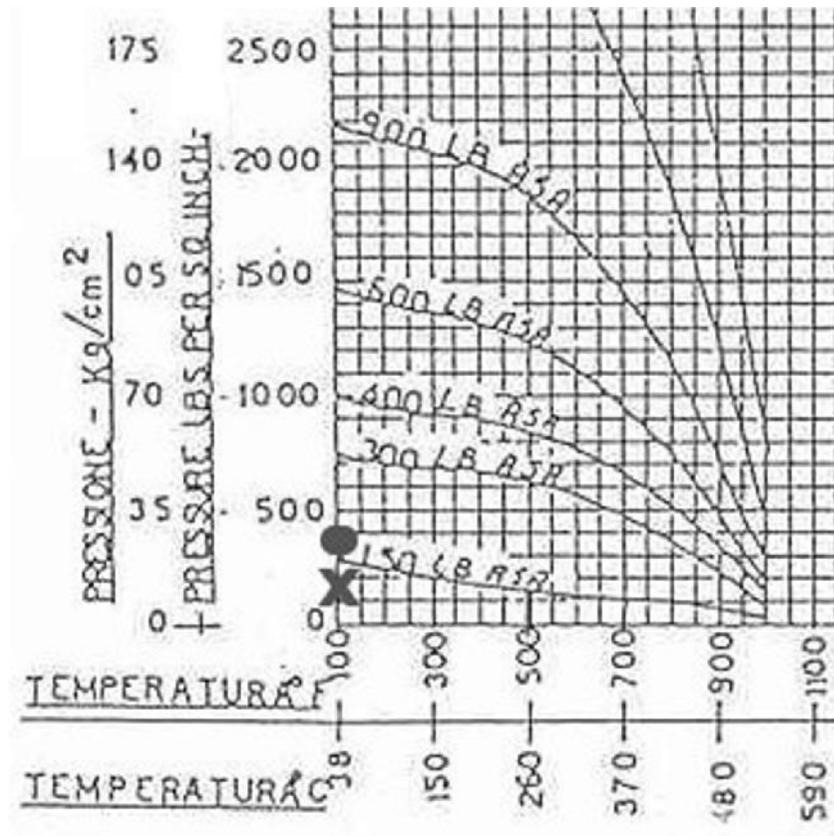
ma con il fluido in movimento ad una velocità, $v = 3.5 \text{ ft/s} = 1.06 \text{ m/s}$, la pressione dinamica legata al colpo d'ariete diventa:

$$P_d = 60 v = 60 \cdot 3.5 = 210 \text{ psi}$$

La pressione totale sarà:

$$P_T = P_D + P_S = 150 + 210 \text{ psi} = 360 \text{ psi}$$

Per questa nuova condizione rappresentata dal punto X del diagramma si dovranno adottare flange della serie 300.



Giunti vari

Vi sono altri tipi di giunti che, pur non avendo un impiego frequente come quelli visti in precedenza, vengono adottati nella costruzione degli impianti chimici per particolari impieghi:

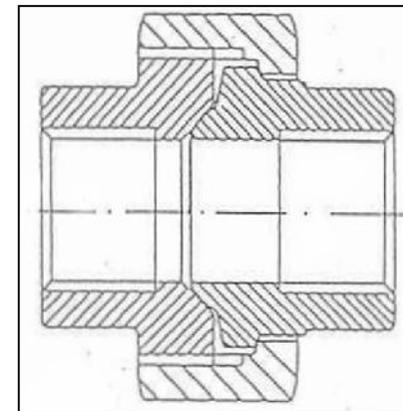
- *giunti a bocchettone (giunti a tre pezzi)*
- *giunti a bicchiere*
- *giunti a morsetto (flange sanitarie)*
- *giunti con filettatura speciale(DIN)*

Giunti a bocchettone (giunti a tre pezzi)

Presentano il vantaggio di assicurare la *libertà di rotazione* dei vari pezzi l'uno rispetto all'altro.

I *due pezzi* che vanno collegati alla tubazione (con filettatura o saldatura a tasca) sono dotati di superfici di accoppiamento *coniche* rettificate onde assicurare la tenuta del giunto quando sono serrate una contro l'altra.

A tale compito provvede il *terzo pezzo* che si appoggia su un gradino ricavato da uno degli altri due pezzi e si avvita sulla filettatura di cui è provvisto l'altro pezzo, esercitando in questo modo l'azione di serraggio necessaria per realizzare la tenuta.



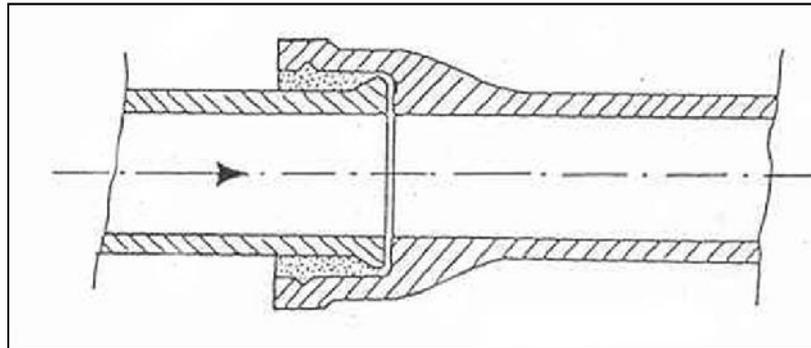
Non occorre impiegare guarnizioni, in quanto sono rese superflue dall'alto grado di finitura delle superfici di accoppiamento.

L'impiego di questi giunti è per lo più limitato *a piccoli diametri* (inferiori a 2") soprattutto per la difficoltà di serrare adeguatamente il giunto se le superfici di accoppiamento hanno area rilevante

Per lo stesso motivo se ne sconsiglia l'impiego con alte pressioni.

Giunti a bicchiere

Questo tipo di giunto è realizzato *allargando* l'estremità di un tubo fino a permettervi l'ingresso della estremità del tubo successivo.



La *tenuta* è realizzata introducendo tra i due tubi un *materiale di guarnizione* che può essere una treccia di canapa impastata oppure del semplice silicone

I *vantaggi* del giunto a bicchiere sono:

- semplicità costruttiva
- possibilità di adattarsi a tracciati accidentali senza bisogno di modifiche ai singoli tratti di tubo, in quanto sono consentite piccole deviazioni angolari.

Gli *inconvenienti* di questo tipo di giunto sono:

- scarsa tenuta non appena la pressione ha valore rilevante
- laboriosità di esecuzione del riempimento
- impossibilità di adattarsi agli assestamenti degli appoggi.

Il giunto a bicchiere trova il suo più vasto campo di applicazione nelle condotte interrate per acqua, fogne, o altri servizi non impegnativi come ad esempio condotte esterne per scarico gas e vapori da cappe di aspirazione.

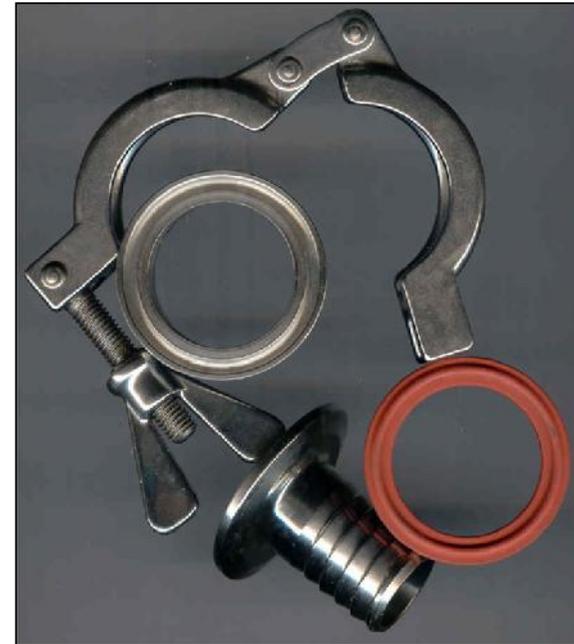
Giunti a morsetto (flange sanitarie)

Sono consigliate ogni volta che è necessario un sistema di raccordo *facile da pulire* e privo di filettatura.

Sono particolarmente usate nell'industria *alimentare* ed in quella *farmaceutica*.

Le Figura mostra un sistema di raccordo con *flange sanitarie* e il tipo di *morsetto* impiegato per collegare le due flange.

Tra le due flange è interposta una guarnizione ed il morsetto viene serrato a mano per assicurare la tenuta.



Anche per questo tipo di giunti esiste una ampia varietà di pezzi speciali (curve, diramazioni, riduzioni, etc., come mostra la Figura)

