

Anelli di tenuta per alberi rotanti

Generalità

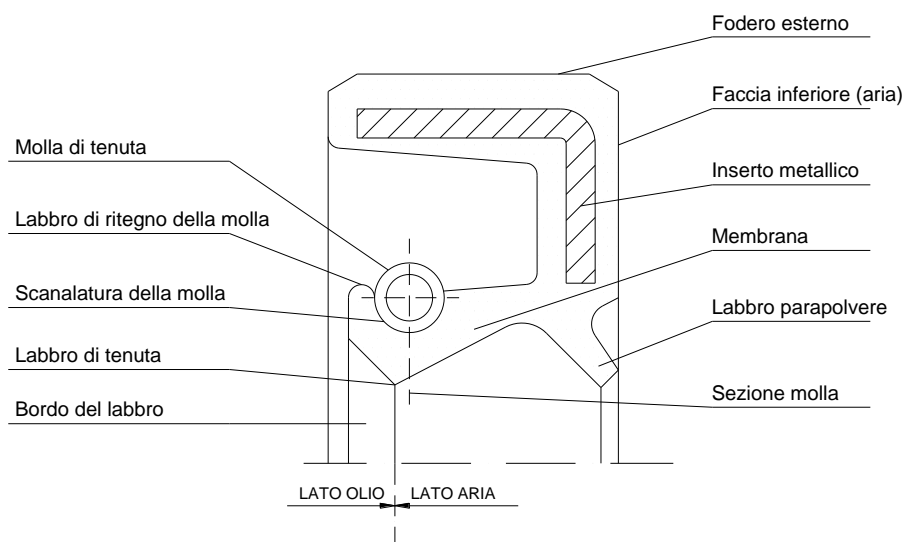
L'anello di tenuta per alberi rotanti, elemento indispensabile per un organo funzionante a lubrificazione, deve essere oggetto di attento esame, prima di deciderne l'impiego, onde permettere un'esatta scelta dei tipi e delle qualità che assicurino un perfetto e duraturo funzionamento dell'organo stesso. Con questo proposito vogliamo illustrare tutto quello che (risultato di anni di esperienza, studio, prove ecc.) la produzione degli anelli di serie •FP• può offrire.

Caratteristiche dei materiali impiegati

Gli anelli di tenuta •FP• sono prodotti secondo le moderne tecniche e con materiali di estrema affidabilità, come impongono le attuali condizioni di utilizzo degli stessi.

Le parti principali che compongono un anello di tenuta, oggetto di rigorosi controlli, sono:

Supporto metallico	normalmente è utilizzata la lamiera di acciaio e a richiesta in acciaio inox
Molla toroidale di aderenza	acciaio C72 fosfatato per molle (standard) - acciaio inox AISI 302 (per acidi ed acqua)



Elastomeri	elencheremo di seguito le caratteristiche fisico-meccaniche degli elastomeri normalmente utilizzati per la produzione standard. La nostra produzione standard è rivolta soprattutto ai tipi più richiesti dall'attuale mercato, mentre per altri tipi con caratteristiche speciali è possibile la produzione su richiesta.	
	NBR 70	Elastomero a base nitrilica per l'alta resistenza agli olii minerali e vegetali, come per la buona resistenza all'abrasione, alla flessione ed all'invecchiamento è di impiego generale. Può essere anche indicato per composti inorganici, alcali ed acidi a concentrazione e temperature non elevate.
	SIL 70	Elastomero a base siliconica, le proprietà fisico-meccaniche di quest'elastomero sono inferiori ad altri tipi (carico rottura, lacerazione, allungamento) ma presenta una deformazione permanente molto bassa ed un coefficiente di attrito molto ridotto che in alcune applicazioni è di estrema importanza. Presenta una buona resistenza agli olii minerali ma non alle benzine, acidi ed idrocarburi clorurati.
	FKM 70	Elastomero a base fluoro-carbonica (FKM). Buone proprietà fisiche alle alte temperature (con punte fino a + 250°C). È il migliore degli elastomeri per resistere agli olii, carburanti, solventi ed agenti chimici in generale. Non è consigliabile l'impiego in presenza di esteri ed eteri a basso peso molecolare, chetoni ed ammine. Indispensabile l'utilizzo nelle

		applicazioni dove le condizioni di funzionamento portano gli altri elastomeri ad un rapido decadimento ed invecchiamento.
--	--	---

DESCRIZIONE	FKM70 Fluoro elastomero	NBR70 Acrilnitrile - Butadiene	SIL70 Base Silicone
Temperatura max d'esercizio	-18°C ÷ +220°C	-20°C ÷ +120°C	-50°C ÷ +170°C
Durezza mescola standard	70° Shore A ±5	73° Shore A ±5	70° Shore A ±5
Peso specifico	2,160 g/cm ³	1,225 g/cm ³	1,300 g/cm ³
Velocità massima d'esercizio	40 m/s	12 m/s	25 m/s

I dati presentati sono ottenuti da prove da noi ritenute attendibili. Non garantiamo che gli stessi risultati siano riprodotti in altri laboratori, usando differenti condizioni di preparazione e valutazione dei campioni.

CONDIZIONI GENERALI DI FUNZIONAMENTO

Per un ottimale utilizzo degli anelli di tenuta per alberi rotanti serie •FP• consigliamo le sottoelencate norme per il montaggio degli stessi:

ALBERO

L'albero sul quale l'anello di tenuta viene montato richiede una particolare attenzione costruttiva riguardo la durezza, rugosità, finitura, smussi e tolleranze.

La DUREZZA è un fattore importante per prevenire la formazione di un eccessivo solco sull'albero e per ottenere una ottimale rugosità. In normali condizioni di funzionamento si raccomanda una durezza compresa fra 45 e 60 HRC(durezza Rockwell).

La RUGOSITA' dell'albero è molto importante ed influenza in maniera determinante la durata e il buon funzionamento del labbro di tenuta. Si raccomandano i seguenti valori:

- per alberi rotanti $R_{max} \leq 6 \mu m$ ($R_a 0,2 \div 0,63 \mu m$);
- per alberi con movimenti assiali $R_{max} \leq 2,0 \mu m$ ($R_a \leq 0,4 \mu m$)

dove R_{max} è l'ampiezza massima di rugosità; è la più grande delle ampiezze di rugosità parziali che si trovano nel tratto di misura complessivo. Il R_a è il valore medio aritmetico dei valori assoluti di tutte le distanze del profilo di rugosità R all'interno del tratto di misura complessivo.

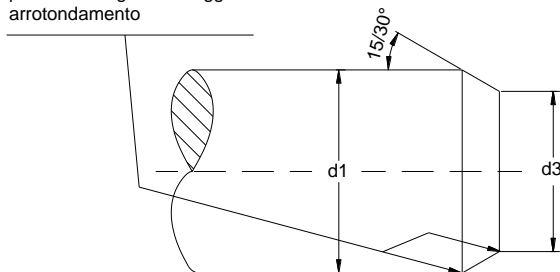
La FINITURA superficiale dell'albero, ottenuta con rettifica, è un parametro a cui bisogna prestare attenzione. In generale la zona dove lavora l'anello di tenuta deve essere lavorata per mezzo di una rettifica a tuffo, onde evitare rigature elicoidali sull'albero e conseguenti fenomeni di pompaggio dell'olio verso l'esterno.

SMUSSO. L'estremità dell'albero dove l'anello viene installato deve essere sempre smussata (vedi tabella sottostante) per evitare danneggiamenti al labbro di tenuta o fuoriuscite della molla dalla sede durante il montaggio.

Smussi raccomandati(vedi anche norma DIN 3760)

d1 mm	d3 mm
fino a 25,00	d1 - 2,4
da 25,01 a 50,00	d1 - 3,6
da 50,01 a 75,00	d1 - 4,2
da 75,01 a 100,00	d1 - 5,0
da 100,01 a 125,00	d1 - 5,6
da 125,01 a 150,00	d1 - 6,6
da 150,01 a 250,00	d1 - 7,0

Gli angoli devono essere privi di bave e spigoli taglienti. Se possibile eseguire un leggero arrotondamento



TOLLERANZA: grado di finitura e durezza della zona di scorrimento del labbro di tenuta sull'albero. La superficie esterna dell'albero, dove insiste il labbro di tenuta della guarnizione, deve essere rifinita, salvo casi particolari in cui tale superficie debba essere lavorata ancor più precisamente, secondo la norma ISO h 11. La lettera h minuscola nel sistema ISO ha per limite superiore lo zero, quindi il diametro dell'albero è sempre inferiore al valore nominale.

SEDE

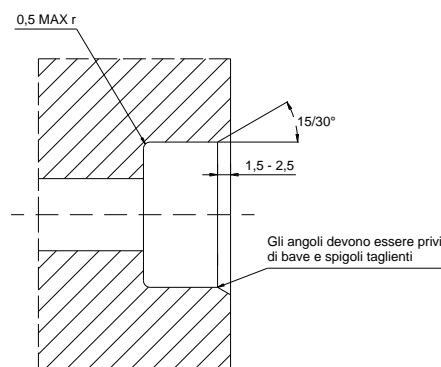
Le sedi di piantaggio possono essere di vari materiali. La sede in acciaio costituisce il miglior bloccaggio dell'anello di tenuta, sia esso con diametro esterno in metallo o ricoperto in gomma.

Per sedi in lega leggera è consigliabile l'uso di un anello di tenuta con diametro esterno in gomma. La gomma, grazie alla sua elasticità, riesce a compensare dilatazioni termiche differenti tra lega e acciaio (anima dell'anello), prevedendo in modo migliore la fuoriuscita dell'anello di tenuta dalla propria sede. Inoltre, utilizzando l'anello di tenuta con il diametro esterno in gomma, ci sono meno possibilità di danneggiamento della sede durante il montaggio. Così pure per sedi in materiali termoplastici è consigliabile l'uso di anelli di tenuta con diametro esterno in gomma.

La cavità cilindrica dovrà essere rifinita secondo la finitura ISO H8.

SMUSSO. Anche per la sede, come per l'albero, è necessario la presenza di uno smusso da mm 1,5 ÷ 2,5 per 15/30°. Sia per facilitare le operazioni di piantaggio che per evitare strappi e rotture alla superficie esterna in gomma dell'anello di tenuta.

Il disegno indica come deve essere eseguito lo smusso di una sede per anelli di tenuta (vedi anche norma DIN3760).



RUGOSITA'

Rugosità eccessive della sede possono causare perdite di fluido fra il diametro esterno dell'anello e la sede. Si raccomanda pertanto rugosità $Ra=3\mu m$. Anelli con diametri esterni in gomma possono essere montati con rugosità maggiori.

TOLLERANZE sugli anelli di tenuta

Le tolleranze raccomandate sulla larghezza degli anelli di tenuta sono stabilite nella tabella:

Valori in millimetri	
Larghezza dell'anello	Tolleranza
$b \leq 10$	$\pm 0,3$
$b > 10$	$\pm 0,4$

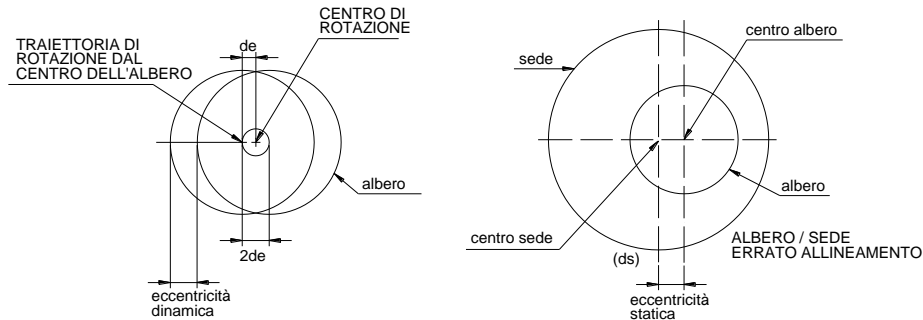
Per ottenere un accoppiamento con interferenza tra le superficie esterna dell'anello e la superficie interna del loro foro di alloggiamento, è conveniente adottare le tolleranze raccomandate sul diametro esterno dell'anello di tenuta stabilite nella tabella:

UNI ISO 6194/1 – 1990 (tutte le quote in mm).

Diametro esterno nominale	Tolleranza sul diametro				Ovalizzazione massima	
	Metallo esterno		Gomma esterna		Metallo esterno	Gomma esterna
sino a 50	+ 0.08	+0.20	+0.15	+0.30	0.18	0.25
da 51 ÷ 80	+0.09	+0.23	+0.20	+0.35	0.25	0.35
da 81 ÷ 120	+0.10	+0.25	+0.20	+0.35	0.30	0.50
da 121 ÷ 180	+0.12	+0.28	+0.25	+0.45	0.40	0.65
da 181 ÷ 300	+0.15	+0.35	+0.25	+0.45	0.25% del \emptyset	0.80
da 301 ÷ 440	+0.20	+0.45	+0.30	+0.55	0.25% del \emptyset	1.00

ECCENTRICITA'

L'eccentricità totale è la somma tra eccentricità dinamica ($2de$) e eccentricità statica (ds).



L'eccentricità totale è il movimento che il labbro di tenuta deve compiere per poter funzionare correttamente. Più aumenta la velocità e/o l'eccentricità più è difficile ottenere una tenuta durevole.

I parametri principali da considerare per la scelta di un anello di tenuta sono l'eccentricità, la pressione e la velocità di rotazione dell'albero.

La tabella che troviamo di seguito, mostra i limiti ammissibili dei tre parametri principali per anelli nelle configurazioni G e GP.

Diametro albero	Velocità massima albero	Massima pressione continua	Massima eccentricità totale
Indicazione massima	3,500 rpm	0,03 MPa (0,3 bar)	0.50 mm
15 mm	8,000 rpm	0,03 MPa (0,3 bar)	0.10 mm
25 mm	7,000 rpm	0,03 MPa (0,3 bar)	0.15 mm
50 mm	4,500 rpm	0,03 MPa (0,3 bar)	0.25 mm
75 mm	3,800 rpm	0,03 MPa (0,3 bar)	0.35 mm
100 mm	2,750 rpm	0,03 MPa (0,3 bar)	0.45 mm

Ambiente e mezzo da tenere.

Così i parametri che influenzano il funzionamento di un anello di tenuta per alberi rotanti, sono vari ed in generale possiamo elencarli: temperatura ed eventuale pressione (questa, in caso, non può essere superiore a $0.5-1 \text{ Kg/cm}^2$) forma del labbro di tenuta, attrito, viscosità del fluido, possibilità di dispersione del calore della zona di scorrimento, livello e natura del mezzo da tenere.

Temperatura.

Un anello funziona in buone condizioni di tenuta entro un certo intervallo di temperatura; l'elastomero dell'anello non è solamente sensibile alle alte temperature, che lo induriscono provocando rotture al labbro, ma anche alle basse temperature che hanno anch'esse l'effetto di indurimento.

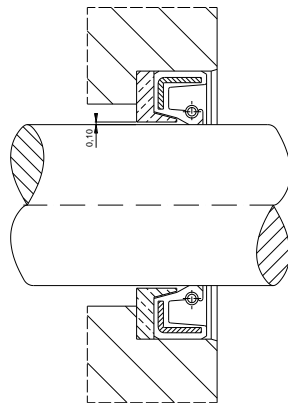
In ogni caso la temperatura da prendere in considerazione è quella che si ha sulla zona di strisciamento tra labbro ed albero; questa, a causa dell'attrito, prende valori molto più elevati del fluido ambiente. Infatti se poniamo mente ad un anello di tenuta per albero motore di qualsiasi autovettura con velocità periferica intorno ai 10 m/sec. , la temperatura della zona di strisciamento può elevarsi d'una cinquantina e più gradi nel giro di qualche minuto di funzionamento, mentre l'olio, anche nella zona vicina al labbro, non si scalda che di qualche grado nello stesso tempo. La temperatura rilevata misurando quella del fluido, non è quindi quella veritiera.

Pressione.

Gli anelli di tenuta per alberi rotanti non sono guarnizioni di pressione questa, in ogni caso, è bene che non superi 0,05 -0,1 MPa (0,5 – 1 bar). A pressioni superiori il labbro viene premuto fortemente sull'albero con un aumento della forza d'attrito e si può arrivare al punto che la pressione ribalti il labbro.

Per pressioni superiori a 0,05 -0,1 MPa (0,5 – 1 bar) è bene ricorrere ad un anello normale con un supporto, il quale come indicato nell'immagine, segue esattamente il disegno del labbro di tenuta senza premere contro di esso; lo zoccolo ha poi un gioco con l'albero di 0,10 mm affinché non avvenga l'estrusione del labbro.

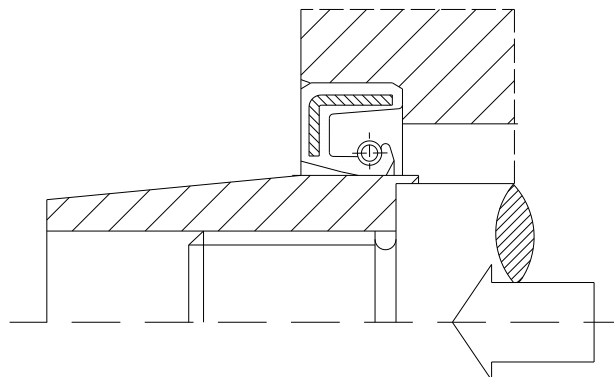
I disegni per l'esecuzione dei supporti dovranno essere forniti da noi in quanto dovranno rispettare il profilo del nostro anello di tenuta.



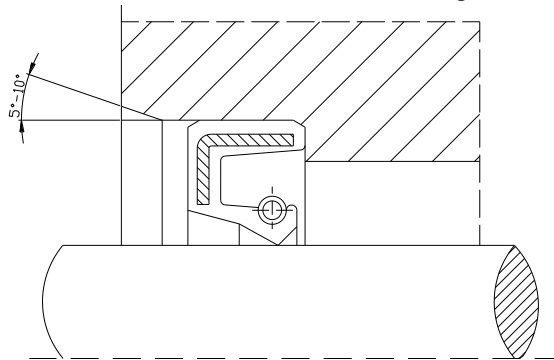
NORME PER IL MONTAGGIO DEGLI ANELLI DI TENUTA PER ALBERI ROTANTI

Al fine di ottenere il massimo rendimento dell'anello di tenuta, è indispensabile impiegare la massima cura nel montaggio, cercando di osservare attentamente le norme che qui di seguito vi indichiamo:

- 1) Innanzitutto devono essere rispettate le condizioni geometriche della sede e dell'albero, e cioè occorre che l'albero sia ben centrato rispetto alla sede e che non abbia libertà di spostamento nella direzione dell'asse. Inoltre la sede deve essere tale che, a guarnizione montata, il piano determinato dallo spigolo del labbro di tenuta sia il più possibile normale all'asse stesso della sede.
- 2) Prima del montaggio assicurarsi che sullo spigolo del labbro di tenuta non vi sia alcuna lesione; togliere quindi ogni impurità dalla guarnizione lavando in olio lubrificante leggero ed asciugare.
- 3) Lubrificare il labbro di tenuta per evitare partenze a secco che potrebbero compromettere subito le caratteristiche di tenuta. Per gli anelli a doppia tenuta e con parapolvere riempire la cavità tra labbro e labbro o parapolvere di grasso.
- 4) Il labbro deve sempre essere rivolto verso il fluido da trattenere.
- 5) Durante il montaggio è indispensabile la massima diligenza da parte dell'operatore, affinché lo spigolo del labbro di tenuta non si rovini e la molla rimanga nella sua giusta posizione.
- 6) Per superare spallamenti di alberi, al fine di non rovinare lo spigolo del labbro di tenuta, è bene adottare il sistema indicato nella figura. Un manicotto avente il diametro esterno superiore a quello dell'albero, ed avente la parte iniziale con dolce invito conico, è l'accorgimento adatto per superare spallamenti. E' evidente che la superficie esterna del manicotto dovrà essere perfettamente rifinita, lubrificata e pulita.

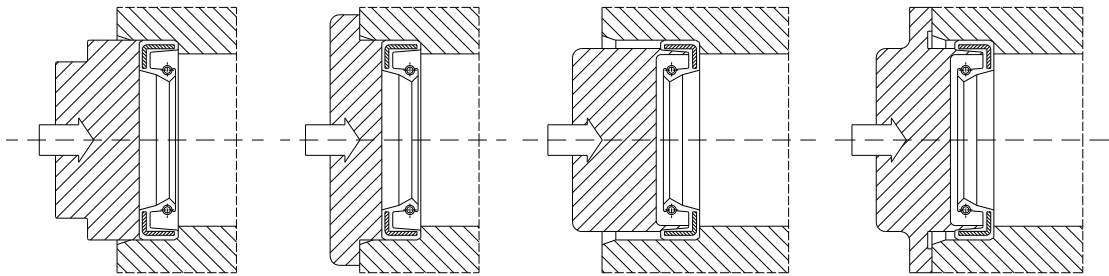


Sul diametro nominale esterno della guarnizione vi è sempre una maggiorazione che va da 0.1 ÷ 0.4 mm. a seconda dei tipi, onde forzare la guarnizione nella sede.
Per eseguire un buon montaggio senza correre rischio di rovinare il sovra materiale, occorre che gli spigoli dell'imbocco delle sedi abbiano un invito come indicato di seguito.



Non caricare del peso dell'albero la guarnizione già fissata in sede, in ogni caso è meglio, se le condizioni lo permettono, infilare prima la guarnizione sull'albero, aggiustare questo sulla sua posizione, forzare poi la guarnizione nella sede. Nell'avvicinare la guarnizione alla sede, strisciando sull'albero, è bene far ruotare e strisciare contemporaneamente.

Per inserire la guarnizione nella sede occorre esercitare una pressione costante ed uniforme, servendosi di qualche dispositivo, meccanico o idraulico oppure semplicemente di un tampone come indicano nelle figure riportate di seguito.



Può accadere durante le prime ore del funzionamento, che la guarnizione perda leggermente e che poi la fuoriuscita cessi. Ciò è dovuto all'iniziale rodaggio ed all'adattamento del labbro di tenuta sull'albero.

Velocità periferica, temperatura e pressione, per un determinato fluido o grasso da trattenere, non devono superare in esercizio i limiti stabiliti per quel tipo di guarnizione.