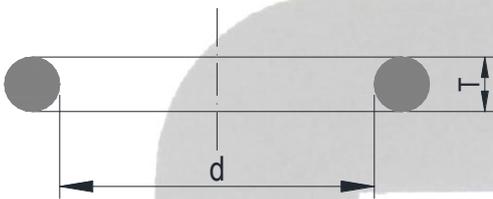


# DATI TECNICI

## O-Rings

### Informazioni tecniche generali

La guarnizione OR, chiamata anche guarnizione toroidale, è costituita da un anello circolare di sezione rotonda vulcanizzato a stampo. La sua definizione dimensionale è data dal diametro interno "d" e dal diametro "T" della sezione o corda.



Grazie alla sua semplice forma geometrica, l'OR è la soluzione più valida ed economica per un gran numero di problemi di tenuta, sia statica che dinamica.

Lo sviluppo avuto dagli elastomeri sintetici e dai polimeri speciali assicura a questa guarnizione un'efficacia di tenuta praticamente con tutti i fluidi, anche in presenza di pressione.

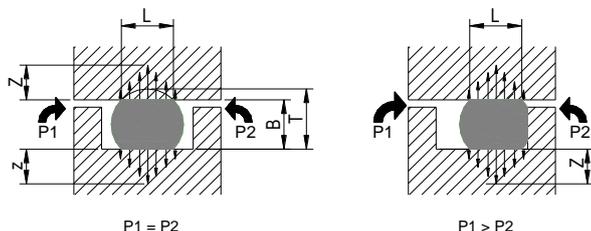
### Funzionamento

Gli elastomeri si comportano come liquidi con alta viscosità e l'applicazione di una pressione si trasmette praticamente con la medesima forza in tutte le direzioni (legge idrostatica elementare di B.Pascal).

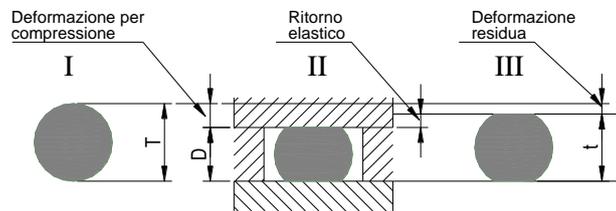
Per essere in grado di "tenere", un OR deve essere compresso radialmente, deve cioè avere una interferenza con le superfici metalliche rispetto alle quali esso deve effettuare la tenuta.

Per effetto della compressione radiale, l'OR reagisce con una forza "z" in corrispondenza delle zone di contatto "L" con le superfici metalliche, alle quali si aggiunge quella esercitata dal fluido da tenere. Ne risulta una forza globale "Z" che aumenta con il crescere della pressione "P" del fluido.

Le forze "z" e "Z" e la larghezza "L" delle zone di contatto sono funzioni del diametro "T" della sezione, della durezza dell'elastomero, della compressione iniziale (T-D) e della differenza di pressione (P1- P2).



Oltre alla resistenza chimica e termica, alla durezza ed alla resistenza all'usura, la deformazione residua (o permanente) di un elastomero dopo compressione è un fattore molto importante per valutare la sua idoneità come elemento di tenuta. Si definisce con il termine "deformazione residua" la deformazione che permane anche dopo aver levato il carico che agisce su un elastomero.



Deformazione %  
per compressione

$$= \frac{T - D}{T} \cdot 100$$

Deformazione  
residua %

$$= \frac{T - t}{T - D} \cdot 100$$

**Scelta dei materiali.**

La scelta del materiale più appropriato per un OR deve essere effettuata tenendo conto dei seguenti fattori:

- ◆ resistenza chimica del fluido da tenere
- ◆ temperatura massima d'impiego, tenendo anche conto, nelle applicazioni dinamiche, dell'incremento dovuto all'attrito
- ◆ temperatura minima d'impiego
- ◆ pressione d'esercizio
- ◆ resistenza all'usura
- ◆ possibilità di fornitura (reperibilità).

Gli O-Rings in elastomero, destinati al contatto con sostanze alimentari, debbono rispondere ad alcuni requisiti fondamentali:

- 1) tutti i componenti dell'elastomero devono avere caratteristiche di non tossicità, sia umana che animale, e di non cancerogenità;
- 2) l'elastomero non deve impartire sapori ed odori sgradevoli;
- 3) la cessione dei propri componenti deve essere minima sia nel breve che nel lungo periodo.

Le normative dei diversi Paesi si rifanno per lo più ai principi sopra ricordati. Quelle di maggior diffusione e severità sono:

82/711/CEE a 90/128/CEE	
ACS	Per acqua potabile
BGA Raccomandazioni KTW 1.3.13	
CLP (DGS/VS4 N° 2000/232)	Per acqua potabile
DM 21/3/73, DL 25/192, DM 26/4/93	
DVGW DIN EN 549 B1 (0/+80 °C) H3	Per gas
DVGW DIN EN 549 B2 (-20/+80 °C) H2	Per membrane gas
DVGW DIN EN 549 B2 (-20/+80 °C) H3	Per gas
DVGW EN682	Per gas
DVGW VP 406-A 7 conforme FDA (177.2600-21)	Per alimenti
DVGW W534	Per acqua potabile calda di tipo WB n° DW-5253VT0074
DVGW W534	Per acqua potabile calda di tipo WA-WB n° NW-5253BT0306
DVGW-W270 E	Per acqua potabile
FDA (Food and Drug Adm.) USA Title 21 C.F.R. 177 2600	
KIWA (BRL 2013)	Per acqua potabile calda
KTW (1.3.13 D1/D2)	Per acqua potabile fredda e calda fino ad 85 °C
KTW (1.3.13 D2)	Per acqua potabile fredda e calda fino ad 85 °C
NSF International Standard 61	Per acqua potabile fredda e calda fino ad 82 °C
USDA (Un. States Dept. Agriculture) 3° San itary Standard	
WRAS (BS 6920)	Per acqua potabile fredda

Per quanto riguarda in particolare l'acqua potabile, le relative tubazioni ed i contenitori, esistono norme specifiche quali:

USA	ANSI/NSF 61-92 Drinking water system components
G.B.	BS 6920:2000

## OMOLOGHE NOSTRE MESCOLE

Codice	Mescole	Omologhe
M009 M023 M203 M212 M219	VMQ 70vari colori	FDA n. 0131/B del 1/0497 FDA n. 0131/D del 31/07/97
M012	VMQ 70 TRASPARENTE	FDA n. 0457 del 28/10/97
M042	NBR 80 NERO	FDA n. 0583/B del 03/12/98
M060	NBR 50 NERO	FDA n. 0213/A del 05/07/96 FDA n. 0213/C del 31/07/97
M061	NBR 60 NERO	DVGW B2/H2 (-20/+80°C) n. NG-5112bq0350 del 09/09/05
M062	NBR 70 NERO	DVGW B2/H3 (-20/+80°C) n. NG-5112BM0546 del 19/12/06
M066	NBR 70 NERO	FDA n. 305/A del 29/09/99 FDA n. 279/B del 9/10/00 KTW D2 n. 279/A del 09/10/00 KTW D2 n. 648/99 del 28/01/00 DVGW B1/H3 (0/+80°C) n. DG-5112BM0264 del 12/06/06 ACS n. 02 MAT NY 110 del 26/05/03
M067	HNBR 70 VERDE	FDA n. 0332 DEL 21/07/98
M069	NBR 90 NERO	FDA n. 0369 del 08/07/99
M079	FKM 70 VERDE	FDA n. 0331 del 21/07/98
M080	FKM 70 NERO	VW 2.8.1 C75 del 11/02/05 (Labor Richter)
M097	EPDM 80 NERO PEROSSIDO	FDA n. 0131/A del 01/04/97 FDA n. 0131/C del 31/07/97
M129	ACM 70 NERO	DBL 6038.20 n. 88036 del 22/11/03 (Daimler Chrysler)
M320	NBR 70 NERO	WRC (cold water) n. MAT/LAB 014F del 18/05/01
M332	NBR 70 NERO	FDA n. 0224 del 29/04/02 WRC (cold and hot water) n. 0203516 del 15/07/03 UL778 n. MH28238 del 16/07/02
M377	NBR 70 NERO	EN 682 Type GBL n. NG-5113BS0256 del 12/06/07
M461	NBR 70 NERO	UNI EN 681 – 1/06 WB del 15/05/07 UNI EN 549 D2.H3 del 15/05/07 FDA n. 276/B del 16/05/06
M518	EPDM 60 NERO	WRC (cold and hot water) del 15/05/07
M534	EPDM 70 NERO PEROSSIDO	DVGW-W270 del 12/06/03 TZW (it's OK for KTW D1 D2) FDA n. 468 del 10/09/04 WRC (cold and hot water) N. 0106514 del 06/06/05 EN681.1 WB WD n. 05/053/5114/1 del 05/07/05 by DVGW ACS n. 06 CLP NY 026 del 04/10/06 UL778 n. MH28238 del 18/12/06 DIN EN 681 – 1 (01.05.2003) DVGW W 534-10.3 (01.05.2004) BGA KTW (07.01.1977)
M572	EPDM 70 NERO	FDA n. 448/A del 20/07/04
M715	NBR 70 Nero	DVGW B2/H3 (-20/+80°C) n. NG-5112BR0211 del 31/05/06

## RESISTENZA DELL'ELASTOMERO A:

		SIGLA	PESO SPECIFICO DELL'ELASTOMERO DI BASE	DUREZZA SHORE "A" MIN. e MAX	DEFORMAZIONE PERMANENTE A COMPRESSIONE	RESILIENZA	IMPERMEABILITA' ALL'ARIA	TRAZIONE	LACERAZIONE	ABRASIONE	ARIA CALDA	FREDDO	FIAMMA	OZONO	ACQUA 100°C	ACQUA DI MARE	ACIDI A BASSA CONCENTRAZIONE (100°C)	ACIDI AD ALTA CONCENTRAZIONE (50°C)	ALCALI A BASSA CONCENTRAZIONE (50°C)	ALCALI AD ALTA CONCENTRAZIONE (50°C)	IDROCARBURI ALIFATICI OLI MINERALI	IDROCARBURI AROMATICI	SOLVENTI CLORURATI	OLII - GRASSI VEGETALI e ANIMALI	CHETONI
GOMMA NATURALE		NR	0,93	25/95	4	2	4	2	1	3	4	3	5	5	4	3	4	4	4	4	5	5	5	5	4
POLISOPRENE SINTETICO		IR	0,92	25/90	4	2	4	2	2	3	4	3	5	5	3	3	4	4	4	3	5	5	5	5	4
GOMMA STIROLICA		SBR	0,94	40/95	3	3	4	3	3	3	4	3	5	5	3	3	4	4	4	3	5	5	5	4	4
POLIBUTADIENE		BR	0,94	30/90	4	1	4	3	4	2	4	3	5	5	3	3	4	5	4	3	5	5	5	5	4
BUTAIOPRENE		BIR	0,93	30/90	4	2	4	3	3	2	4	3	5	4	3	3	4	5	4	3	5	5	5	5	4
BUTILE		IIR	0,92	30/85	4	4	2	3	3	3	3	3	5	3	3	2	3	4	2	2	5	5	5	3	3
CLOROBUTILE		CIIR	0,92	30/85	3	4	2	3	4	3	3	4	5	3	4	3	3	4	2	2	5	5	5	4	4
BROMOBUTILE		BIIR	0,92	30/92	3	4	2	3	4	3	3	4	5	3	4	3	3	4	2	2	5	5	5	4	4
CLOROPRENE		CR	1,23	30/95	4	2	3	3	2	3	4	4	3	3	4	3	3	4	4	4	4	5	5	3	4
ETILENE PROPILENE		EPM	0,85	40/85	3	3	4	3	3	3	3	3	5	2	3	2	3	3	2	2	5	5	5	4	3
TERPOLIMERO EPT		EPDM	0,85	40/90	4	3	4	3	3	3	4	3	5	2	3	2	3	4	3	2	5	5	5	4	3
GOMMA NITRILICA	BASSO CONTENUTO NITRILICO		0,96	20/90	3	3	4	3	3	3	4	3	5	5	3	3	4	5	5	4	4	5	5	2	5
	MEDIO CONTENUTO NITRILICO	NBR	0,98	20/95	3	4	3	2	3	3	4	4	5	4	3	3	4	5	5	3	3	5	5	2	5
	ALTO CONTENUTO NITRILICO		1,00	30/95	3	4	3	2	2	3	3	4	5	4	3	3	4	5	5	3	3	4	5	2	5
GOMMA ACRILONITRILICA		NBR	0,98	50/95	4	4	4	2	2	2	4	3	5	4	3	3	4	5	5	3	3	5	5	2	5
POLIETILENE CLOROSOLFONATO		CSM	1,25	50/90	4	4	3	3	3	3	3	4	3	2	4	2	3	3	3	2	4	4	5	3	4
GOMMA POLIACRILICA	CON PRESENZA DI CLORO	ACM	1,10	50/90	3	5	4	4	3	4	3	5	5	2	4	4	5	5	5	5	2	5	5	3	5
	ESENTE DA CLORO	AM	1,10	50/90	3	5	4	4	4	4	3	4	5	2	4	4	5	5	5	5	3	5	5	3	5
GOMMA URETANICA	DA POLIESTERI	AU	1,20	60/85	4	3	3	2	3	2	4	4	5	3	5	4	5	5	5	5	2	4	5	2	5
	DA POLIETERI	EU	1,07	50/95	4	3	3	2	3	2	4	3	5	3	4	3	5	5	5	5	3	5	5	2	5
GOMMA POLISOLFURICA		PTR	1,25	40/90	4	4	3	3	4	4	4	3	5	3	4	3	5	5	5	4	3	4	4	3	4
GOMMA EPICLORIDRINICA		ECO	1,27	40/90	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	4	5	4	4	2	4	4	2	4
POLIEPICLORIDRINA		CO	1,35	40/90	3	5	1	3	3	4	3	4	3	3	4	3	4	4	4	3	2	4	4	2	4
GOMMA SILICONICA		VMQ	0,98	20/80	2	3	5	4	4	4	2	2	3	2	5	2	5	5	5	5	4	5	5	3	4
GOMMA FENILSILICONICA		PVMQ	0,98	20/85	3	4	5	4	4	4	2	5	4	2	3	2	5	5	5	5	5	5	5	3	4
FLUOROSILICONE		FVSI	1,30	30/80	3	4	5	4	4	4	2	2	5	2	2	2	3	4	4	4	2	4	3	2	5
GOMMA FLUORURATA	COPOLIMERO	FKM	1,80	55/90	2	4	4	3	4	4	2	4	3	2	2	2	3	3	5	5	2	3	3	1	5
	TERMOPOLIMERO	FTM	1,85	30/95	2	4	4	3	4	3	2	4	3	2	3	2	3	3	5	5	1	3	3	1	5

### Legenda:

1 Ottimale	2 Idoneo	3 Accettabile	4 Poco indicato	5 Sconsigliato
------------	----------	---------------	-----------------	----------------

La vasta gamma di materiali utilizzati per i nostri prodotti, ci permette di soddisfare le più svariate esigenze tecniche e qualitative dei nostri clienti.

Rientrano nella nostra produzione i principali materiali standard prodotti all'interno della nostra organizzazione da una importante azienda specializzata, in grado di formulare le più svariate e particolari mescole con durezze che possono variare da minimo 30 Sh.A a massimo 95° Sh.A ed in vari colori (anche traslucido), oltre che resistenti a sostanze liquide o gassose ed a temperature da -60° C a + 280° C a seconda del tipo di mescola: NBR – HNBR – EPDM – FKM – VMQ – POLIACRILICA – CLOROPRENE. Inoltre possiamo utilizzare mescole che rispettano le normative FDA – KTW – DVGW – AFNOR (ACS) – NSF.

I criteri per la classificazione si riferiscono alla resistenza a fluidi ed ambienti particolari normalizzati (carburanti, acqua, ozono, ambiente atmosferico, ecc..). Inoltre, le classi dei differenti polimeri sono distinte secondo una codifica contenuta nella Norma ASTM D1418 (NBR, EPDM, ECO, SBR, FKM, ecc..). Basandosi su tali classificazioni si possono identificare le caratteristiche delle varie mescole per soddisfare le esigenze delle diverse applicazioni. Esistono a tale fine mescole standard che possono essere impiegate per una larga gamma di problematiche. Per applicazioni particolari si possono poi mettere a punto formulazioni diverse che presentano caratteristiche adatte alle esigenze del caso.

La scelta di un particolare tipo di elastomero è normalmente il risultato di un compromesso tra resistenza ai fluidi (resistenza chimica), comportamento alla temperatura ed al costo ottimale del prodotto da scegliere.

### Impiego

I valori limite di impiego delle mescole sono da tener sempre presenti, in quanto il loro superamento può produrre rapidamente la degradazione o persino la distruzione dell'elemento di tenuta costituito dall'O-Ring stesso.

Temperature di esercizio:

Materiale	Temperature
NBR	- 20°C / + 100°C
FKM	- 18°C / + 250°C
EPDM	- 40°C / + 150°C
VMQ	- 60°C / + 200°C

### Ambiente

Gli O-Rings sono normalmente a contatto con l'aria e con i seguenti fluidi e gas:

- \* acqua
- \* olii lubrificanti
- \* olii idraulici
- \* liquidi idraulici infiammabili
- \* carburanti
- \* fluidi refrigeranti
- \* fluidi estinguenti
- \* fluidi alimentari
- \* fluidi medicali
- \* fluidi fisiologici
- \* gas puri ed in miscela

### Effetto dei fluidi di contatto

Il fenomeno più frequente, conseguenza del contatto con fluidi diversi, è il rigonfiamento che l'elastomero manifesta anche in breve tempo. Temperatura e pressione sono fattori esaltanti tale fenomeno; occorre quindi tenerne conto nella scelta della tenuta e nella sua progettazione, anche per il fatto che un certo aumento di volume può essere di aiuto nell'assicurare la tenuta del sistema.

Il rigonfiamento è quasi sempre legato ad un deterioramento dell'elastomero, per cui le caratteristiche dell'O-Ring tendono a degradare anche fortemente in presenza di eccessivi rigonfiamenti. La temperatura elevata gioca un ruolo molto forte. In presenza di fluidi particolari si può verificare un altro fenomeno importante, noto come Estrazione o Solubilizzazione di componenti della mescola. In tale caso si manifesta una diminuzione di volume dell'O-Ring con risultati assai gravi venendo a mancare l'effetto di precompressione, essenziale per una tenuta corretta. Anche in questo caso la temperatura del sistema ha forte influenza sul fenomeno. Alcuni componenti dell'ambiente atmosferico hanno effetti negativi sugli elastomeri, se non adeguatamente protetti. Si tratta di ozono, raggi ultravioletti, umidità (dell'influenza da parte dell'ambiente parleremo più diffusamente a proposito dell'immagazzinamento degli O-Rings).

## Condizioni a temperature estreme

La bassa temperatura ha come conseguenza la perdita di elasticità e l'indurimento degli elastomeri. La temperatura limite oltre la quale si ha la rottura dell'O-Ring corrisponde a quella di infragilimento della gomma, brittle point (ATSM D746).

Esistono altri livelli di bassa temperatura caratteristici, quali ad esempio TR10 TR50 (ATSM D1329), che rappresentano le temperature alle quali l'elastomero recupera parte della sua elasticità (es.:L'indicazione TR10=-15°C sta ad indicare che l'elastomero in questione, sottoposto ad un certo allungamento, bloccato in tale condizione e raffreddato fino ad uno stato di non elasticità, successivamente rilasciato e riportato lentamente alla temperatura di -15°C, riacquista il 10% della lunghezza originaria). Esiste una certa correlazione tra temperatura TR10 e brittle point.

Il funzionamento in continuo ad alta temperatura provoca, nella maggior parte degli elastomeri, fenomeni e decadimento delle caratteristiche fondamentali con andamento esponenziale rispetto alla temperatura. Si manifestano fenomeni superficiali irreversibili, con fessurazioni più o meno profonde e conseguente perdita di resistenza meccanica. Tali fenomeni possono essere contenuti inserendo nella miscela particolari ingredienti con funzione di antiinvecchiamento. La determinazione delle temperature caratteristiche alle quali si manifestano fenomeni di invecchiamento superficiale serve a stabilire la durata limite del manufatto in gomma (cfr. Norma GME 60 258 'Prove di invecchiamento accelerato sugli elastomeri').

## Lacerazione ed usura

La resistenza alla lacerazione di un elastomero (ASTM D624-B) è assai importante per tutte le applicazioni nelle quali il manufatto in gomma è soggetto a trazione, particolarmente nei casi dove esista il rischio che si possano produrre tagli superficiali tali da innescare facilmente lacerazioni che deteriorino completamente il manufatto stesso. La determinazione della resistenza all'usura (ASTM D394) è assai importante per una corretta valutazione di progetto in tutte le applicazioni di tenute dinamiche realizzate con O-Rings. I fattori in gioco sono essenzialmente: tipo di polimero, durezza, finitura superficiale, lubrificazione, velocità relative, ambiente di funzionamento.

## Caratteristiche elettriche

Gli elastomeri hanno un vasto impiego nel campo elettrico ed elettronico per le loro caratteristiche dielettriche e per la loro versatilità. Generalmente l'elemento sul quale si concentra l'attenzione del progettista è l'isolamento elettrico ottenibile con la gomma. Se richiesto, l'elastomero può essere reso conduttore ed antistatico ricorrendo a speciali componenti nella formulazione della miscela. Le norme di maggior diffusione riguardanti le caratteristiche elettriche sono le ASTM D257 ed ASTM D991 (resistività di volume e superficie), ASTM D149 (rigidità dielettrica) e le Norme IEC (International Electrical Commission).

## Istruzioni costruttive

I nostri O-Rings sono prodotti dimensionalmente e qualitativamente secondo la normativa UNI ISO 3601 serie G, classe N, ed i controlli sono eseguiti secondo normativa UNI ISO 2859, LQA = 1.0. Inoltre siamo in grado di realizzare O-Rings in PTFE.

### Tipi di applicazione

Distinguiamo i seguenti tipi di tenuta mediante OR:

#### - statica

con compressione assiale (es. flange, coperchi, ecc.)  
con compressione radiale (accoppiamenti alberi /fori)

#### -dinamica

movimento alternativo (comandi idraulici e pneumatici)  
movimento rotativo (continuo od intermittente; es. steli di rubinetti).

Per essere in grado di tenere, un OR deve essere compresso tra le due superfici rispetto alle quali esso deve effettuare la tenuta. In altri termini l'OR deve avere un'interferenza con le superfici.

Gli OR in elastomero subiscono una deformazione permanente dovuta all'affaticamento del materiale sottoposto a compressione. Gli OR con sezione di piccolo diametro subiscono una deformazione permanente relativamente elevata.

Inoltre, essi hanno tolleranze di produzione molto ampie in proporzione alle loro dimensioni. Per questo motivo è consigliabile utilizzare OR con diametro di corda maggiore possibile.

Prima di scegliere un OR, devono inoltre essere definiti i seguenti parametri:

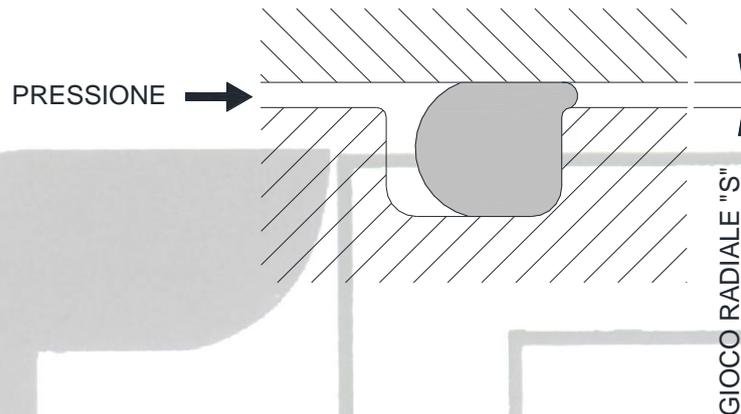
tipologia dei componenti su cui fare tenuta  
fluido, stato e concentrazione  
temperatura massima e minima nel punto di contatto, variazioni della temperatura e relativi intervalli  
pressione d'impiego massima e minima o pulsante nella zona di tenuta  
tipo di tenuta (statica o dinamica)  
valori del movimento (corsa, frequenza, n° dei giri)

## Accoppiamenti/Tolleranze

Nell'impegno statico, la pressione può raggiungere valori molto elevati, a condizione che le parti accoppiate abbiano una sufficiente rigidità.

E' essenziale che i componenti tra i quali effettuare la tenuta (flange, coperchi) non possano allontanarsi l'uno dall'altro per effetto della pressione: in caso contrario, l'O-Ring viene estruso nel gioco e viene pizzicato al cessare della pressione. Dopo alcuni cicli, esso sarà danneggiato.

Nell'impiego dinamico (solamente movimento alternativo), la pressione del fluido non deve invece superare i 350 bar. Solo movimenti relativi molto lenti consentono eccezioni.



Il gioco radiale ammissibile "S" tra le superfici di tenuta dipende dalla pressione del sistema, dalla sezione della corda e dalla durezza dell'O-ring.

La tabella riportata di seguito contiene le indicazioni per dimensionare la sede e il sistema di tenuta.

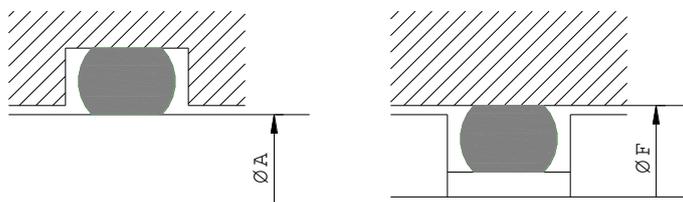
I valori riportati si riferiscono solamente a O-Rings realizzati in elastomeri, sono esclusi i seguenti materiali: PTFE, poliuretani, e O-ring incapsulati FEP.

**Si raccomanda l'anello antiestrusione (Back-up ring) nei seguenti casi:**

- Pressione maggiore di 5 MPa (50 bar) e diametro interno maggiore di 50 mm
- Pressione maggiore di 10 MPa (100 bar) e diametro interno minore di 50 mm.

Ø corda O-ring	Fino a 2 mm	Da 2 a 3 mm	Da 3 a 5 mm	Da 5 a 7	Oltre 7 mm
O-Rings durezza 70° Shore A					
Pressione	Gioco Radiale massimo "S" (mm)				
≤ 3,50 MPa (35 bar)	0,08	0,09	0,10	0,13	0,15
≤ 7,00 MPa (70 bar)	0,05	0,07	0,08	0,09	0,10
≤ 10,50 MPa (105 bar)	0,03	0,04	0,05	0,07	0,08
O-Rings durezza 90° Shore A					
Pressione	Gioco Radiale massimo "S" (mm)				
≤ 3,50 MPa (70 bar)	0,13	0,15	0,20	0,23	0,25
≤ 7,00 MPa (70 bar)	0,10	0,13	0,15	0,18	0,20
≤ 10,50 MPa (105 bar)	0,07	0,09	0,10	0,13	0,15
≤ 14,00 MPa (140 bar)	0,05	0,07	0,08	0,09	0,10
≤ 17,50 MPa (175 bar)	0,04	0,05	0,07	0,08	0,09
≤ 21,00 MPa (210 bar)	0,03	0,04	0,05	0,07	0,08
≤ 35,00 MPa (350 bar)	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04

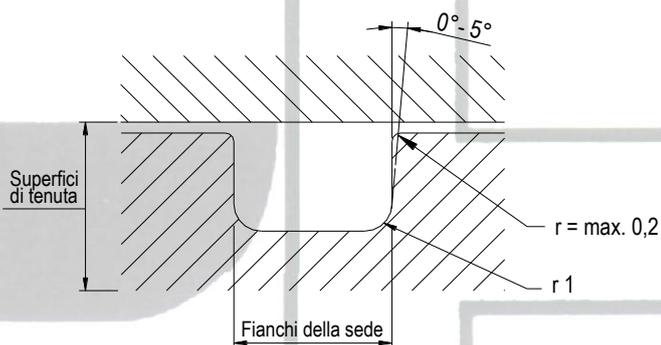
Per la scelta dell'accoppiamento, sia in impegno statico che dinamico, si raccomanda di attenersi ai valori riportati nella precedente tabella.



### Finitura delle superfici

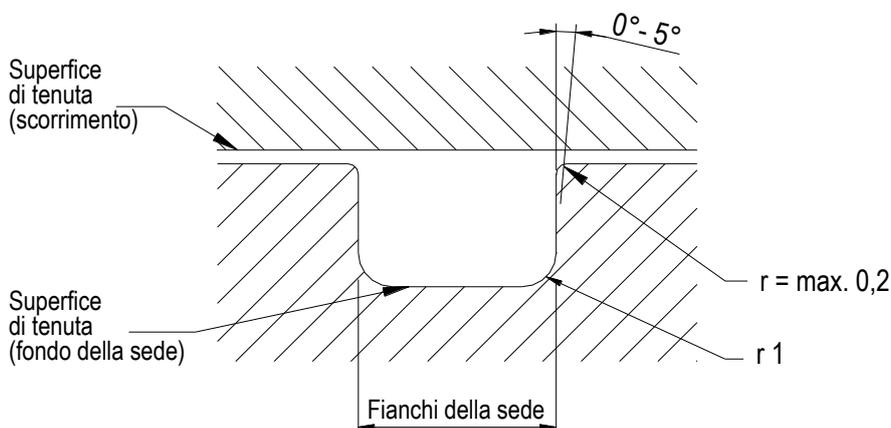
Impiego statico:

la finitura delle superfici riportata qui di seguito è valida per OR con durezza 70 + 90 °Shore A. Se per ragioni di economia, si vuole rinunciare ad una finitura molto accurata delle superfici di tenuta, devono essere impiegati OR di minore durezza e deve essere aumentata la compressione.

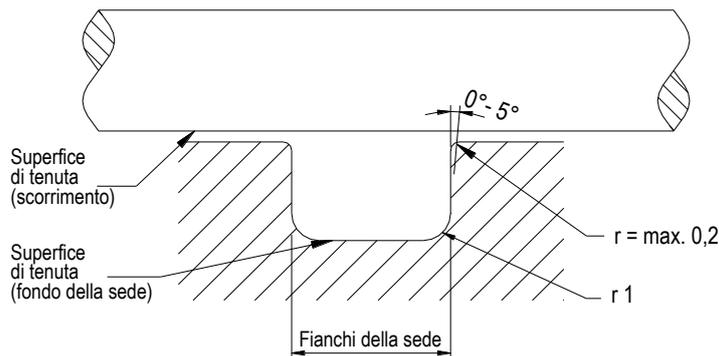


Impiego dinamico, movimenti alternativi:

il rispetto rigoroso della finitura delle superfici, indicata qui di seguito è un fattore determinante per la durata dell'OR. Un ulteriore miglioramento di questa finitura diminuisce l'usura e prolunga la durata dell'OR.



## Impiego dinamico, movimenti rotativi:



## Rugosità superficiale sedi

Tenute statiche:

SUPERFICIE	PRESSIONE	RUGOSITA' SUPERFICIALE		
		Ra $\mu\text{m}$	Rt $\mu\text{m}$	Rz $\mu\text{m}$
Superficie di tenuta	Pulsante	1.6	16	6.3
	Non pulsante	0.8	6.3	3.15
Fianchi della sede	Pulsante	3.2	22	12.5
	Non pulsante	1.6	16	6.3

Tenute dinamiche:

SUPERFICIE	PRESSIONE	RUGOSITA' SUPERFICIALE		
		Ra $\mu\text{m}$	Rt $\mu\text{m}$	Rz $\mu\text{m}$
Superficie di tenuta	Superficie di strisciamento	0.4	3	1.6
		Fondo sede	0.8	6.3
Fianchi della sede		0.8	6.3	3.15

## Materiali delle superfici di contatto

Per la scelta dei materiali per le superfici di contatto si deve tener presente quanto segue:

- I materiali non devono subire alcuna alterazione dalle sollecitazioni chimiche, termiche e meccaniche del fluido da tenere.
- L'alluminio ed i materiali sintetici non sono adatti per alte pressioni.
- Le leghe a base di rame, per esempio l'ottone, possono essere impiegate solamente con OR che non contengono zolfo libero, cioè OR in elastomero silicone (VMQ), o etilenepropilene (EPDM).
- I plastificanti presenti negli OR possono aggredire i materiali sintetici. Gli OR in elastomero silicone (VMQ) non contengono plastificanti

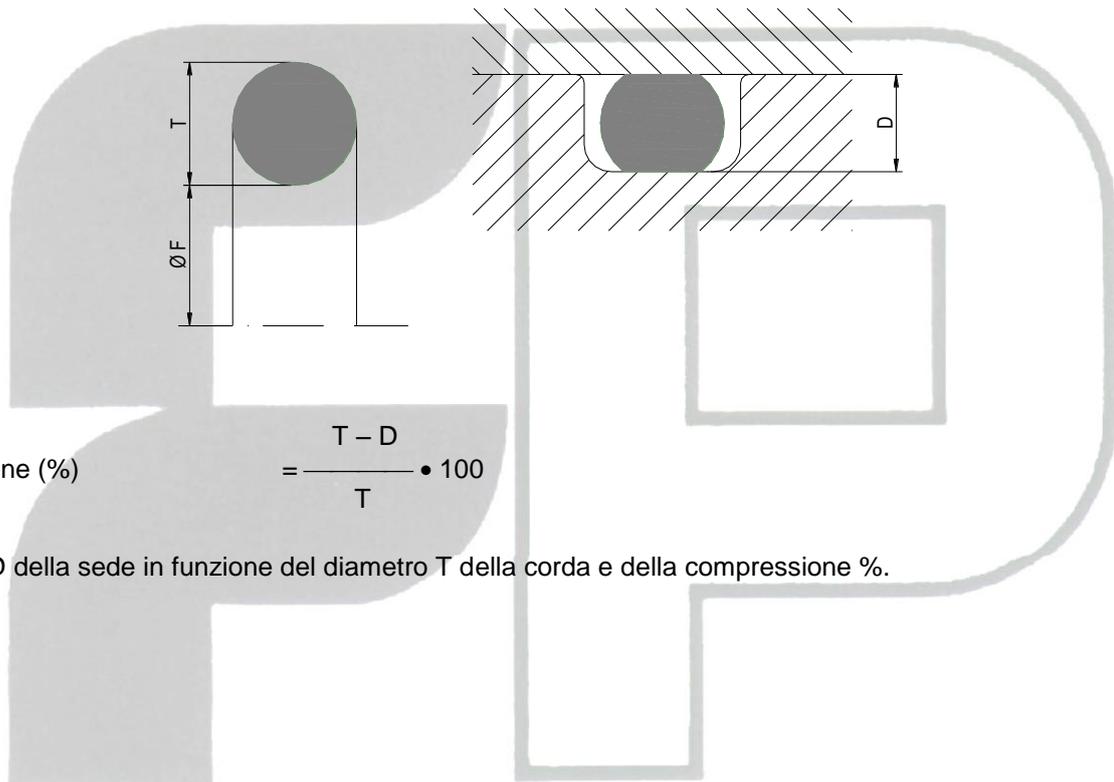
Nelle applicazioni dinamiche, consigliamo d'impiegare per le superfici di contatto i seguenti materiali in ordine decrescente di idoneità:

- acciaio al carbonio
- acciaio temperato
- acciaio cromato duro
- acciaio inossidabile
- ghisa grigia
- leghe d'alluminio
- materiali sintetici
- ottone

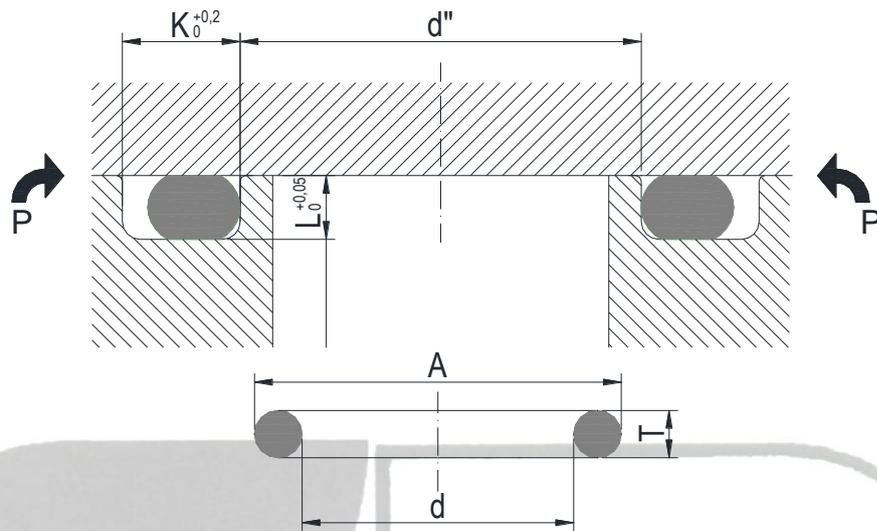
Questa classificazione è basata sulla tendenza degli OR ad "incollarsi" sulle superfici con cui sono in contatto, caratteristica determinante per la corretta formazione di un film lubrificante nella zona di strisciamento. Se non è ammesso nessun fenomeno di "incollaggio" dell'OR sull'elemento dinamico, quest'ultimo può essere sottoposto a cromatura dura (con questo trattamento la superficie del rivestimento non presenta scaglie o fiocchi che, sfogliandosi, determinerebbero una rapida usura dell'OR), nichelatura, solfonizzazione. Gli OR in elastomero silicone praticamente non sono soggetti al fenomeno dell' "incollaggio", ma d'altra parte, resistono meno all'usura.

## Compressione

Abbiamo già avuto occasione di dire che, per essere in grado di tenere, un OR deve essere compresso tra le due superfici rispetto alle quali esso deve effettuare la tenuta. La compressione minima richiesta dipende dal tipo di applicazione; la compressione massima è limitata dall'esigenza di una longevità dell'OR maggiore possibile. Una elevata compressione aumenta infatti la deformazione permanente. Indipendentemente dall'aumento della deformazione permanente, una eccessiva compressione dell'OR in impieghi dinamici dà luogo ad un più elevato attrito e conseguentemente ad una maggior abrasione nonché ad un aumento della temperatura.

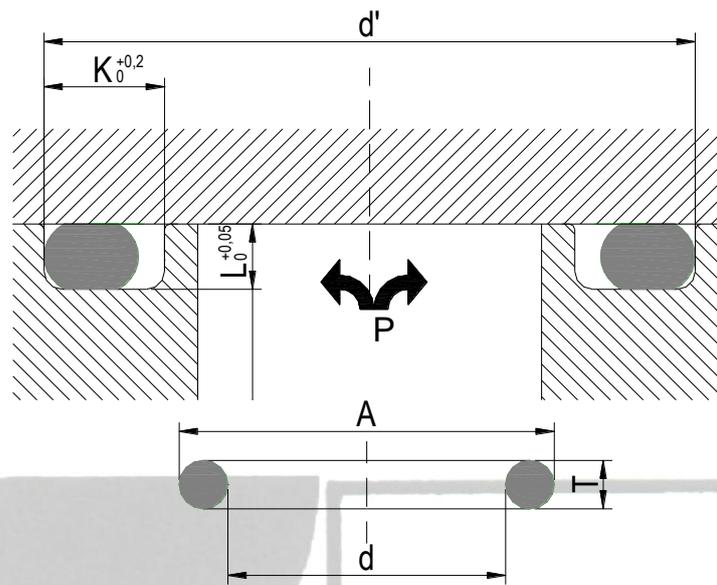


## Tenuta statica assiale (pressione esterna)



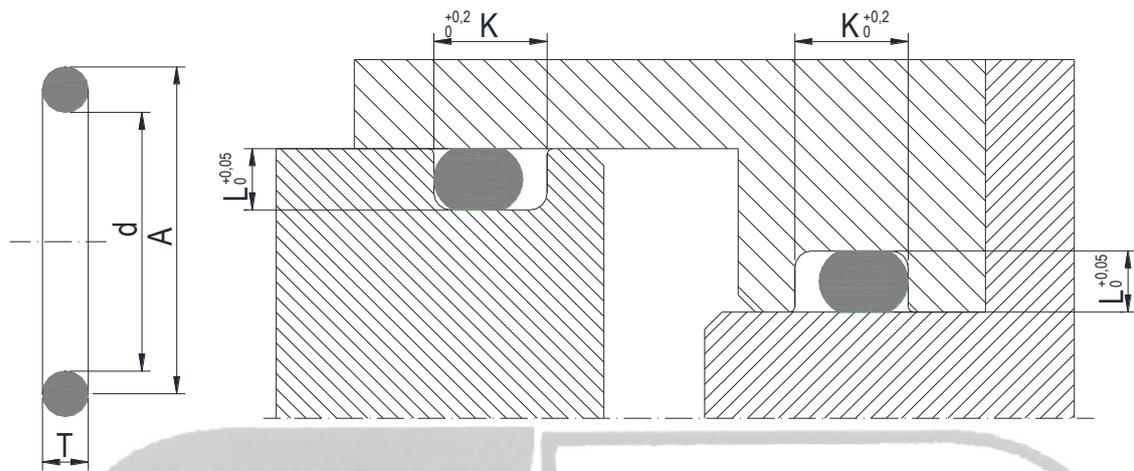
$\varnothing$ corda (mm)	L (mm)	K (mm)	$d'' = d +$
1	0,7	1,4	0,5
1,5	1,1	2,1	0,5
1,6	1,2	2,2	0,5
1,78	1,4	2,5	0,5
1,9	1,4	2,7	0,5
2	1,6	2,8	0,5
2,2	1,8	2,9	0,5
2,4	1,8	3,1	0,5
2,5	1,9	3,3	0,5
2,62	2,2	3,5	0,5
2,7	2,2	3,5	0,5
2,9	2,4	3,8	0,5
3	2,4	4	0,5
3,5	2,9	4,5	0,5
3,53	2,9	4,5	0,5
3,6	3	4,5	0,5
4	3,3	5,2	0,5
4,5	3,8	5,9	0,5
5	4	6,5	0,5
5,34	4,5	7	0,5
5,5	4,5	7,3	0,5
5,7	4,6	7,4	0,5
6	4,9	7,6	0,5
6,99	6	9,5	0,5
8,4	7,1	10,3	0,5

Tenuta statica assiale (pressione interna)



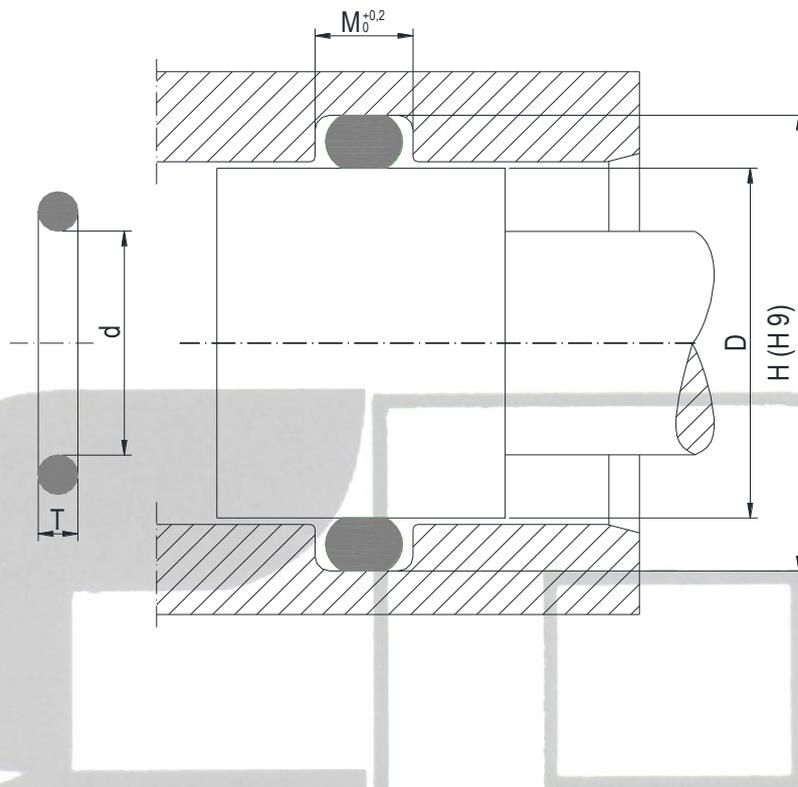
$\varnothing$ corda (mm)	L (mm)	K (mm)	$d' = A -$
1	0,7	1,4	0,5
1,5	1,1	2,1	0,5
1,6	1,2	2,2	0,5
1,78	1,4	2,5	0,5
1,9	1,4	2,7	0,5
2	1,6	2,8	0,5
2,2	1,8	2,9	0,5
2,4	1,8	3,1	0,5
2,5	1,9	3,3	0,5
2,62	2,2	3,5	0,5
2,7	2,2	3,5	0,5
2,9	2,4	3,8	0,5
3	2,4	4	0,5
3,5	2,9	4,5	0,5
3,53	2,9	4,5	0,5
3,6	3	4,5	0,5
4	3,3	5,2	0,5
4,5	3,8	5,9	0,5
5	4	6,5	0,5
5,34	4,5	7	0,5
5,5	4,5	7,3	0,5
5,7	4,6	7,4	0,5
6	4,9	7,6	0,5
6,99	6	9,5	0,5
8,4	7,1	10,3	0,5

## Esecuzione delle sedi Tenuta statica radiale



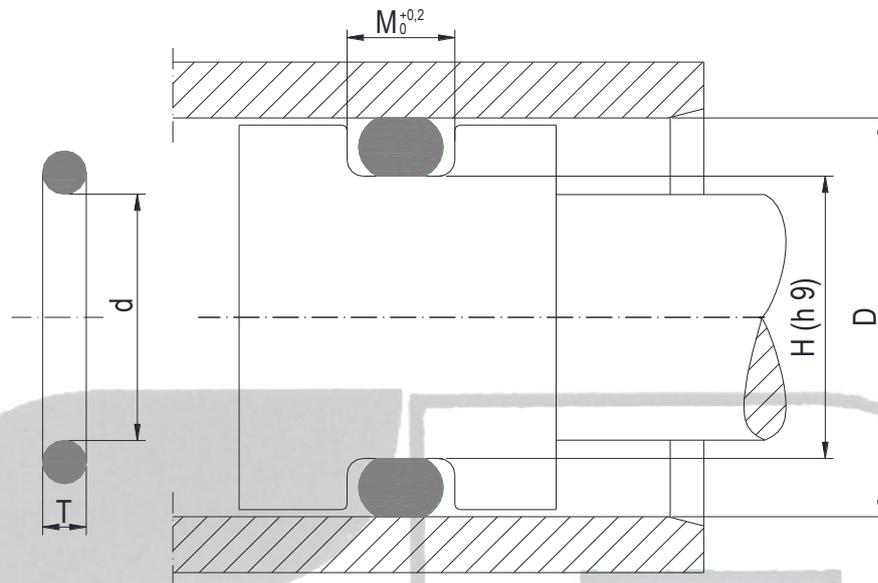
$\varnothing$ corda T	L	K
1	0,7	1,6
1,5	1,1	2,2
1,6	1,2	2,3
1,78	1,3	2,5
1,9	1,5	2,6
2	1,6	2,7
2,2	1,75	3
2,4	1,8	3,2
2,5	1,9	3,3
2,62	2,05	3,5
2,7	2,1	3,5
2,9	2,2	3,7
3	2,4	4
3,5	2,9	4,5
3,53	2,9	4,5
3,6	2,95	4,8
4	3,3	5,2
4,5	3,75	6
5	4,1	6,5
5,34	4,5	7
5,5	4,6	7,2
5,7	4,85	7,4
6	5	8,1
6,99	6	9,5
8,4	7,25	10

## Tenuta dinamica radiale movimento rettilineo



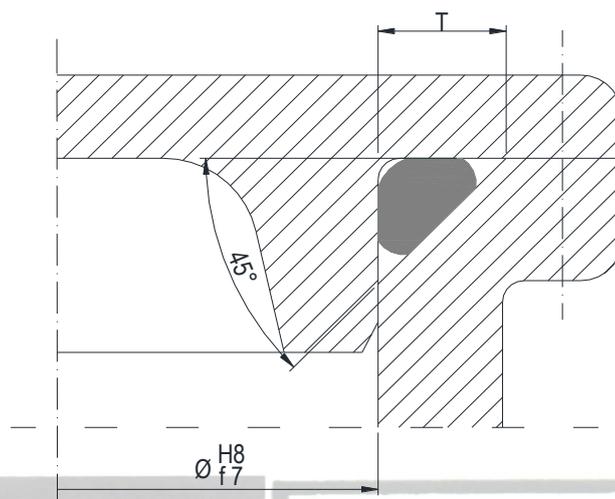
$\varnothing$ corda (mm)	H = D +	M (mm)
1	1,4	1,6
1,5	2,2	2,2
1,6	2,4	2,3
1,78	2,9	2,5
1,9	3,2	2,6
2	3,2	2,7
2,2	3,7	3
2,4	3,7	3,2
2,5	4	3,3
2,62	4,4	3,5
2,7	4,6	3,5
2,9	4,9	3,7
3	5,2	4
3,5	6	4,5
3,53	6,1	4,5
3,6	6,2	4,8
4	7	5,2
4,5	7,9	6
5	8,8	6,5
5,34	9,4	7
5,5	9,7	7,2
5,7	10	7,4
6	10,6	8,1
6,99	12,4	9,5
8,4	15	10

## Tenuta dinamica radiale movimento rettilineo



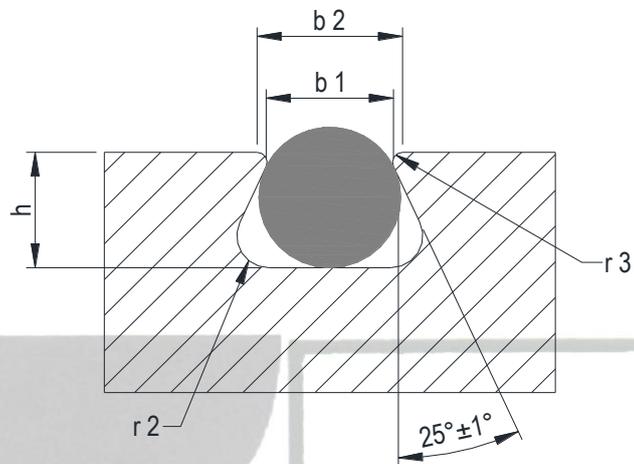
Ø corda (mm)	H = D -	M (mm)
1	1,4	1,6
1,5	2,2	2,2
1,6	2,4	2,3
1,78	2,9	2,5
1,9	3,2	2,6
2	3,2	2,7
2,2	3,7	3
2,4	3,7	3,2
2,5	4	3,3
2,62	4,4	3,5
2,7	4,6	3,5
2,9	4,9	3,7
3	5,2	4
3,5	6	4,5
3,53	6,1	4,5
3,6	6,2	4,8
4	7	5,2
4,5	7,9	6
5	8,8	6,5
5,5	9,7	7,2
5,34	9,4	7
5,7	10	7,4
6	10,6	8,1
6,99	12,4	9,5
8,4	15	10

## Esecuzione sedi triangolari



	Diametro T della corda mm	Larghezza sede T mm
	1,00	1,40 ± 0,04
	1,50	2,10 ± 0,06
	1,60	2,30 ± 0,06
	1,78	2,50 ± 0,07
	1,80	2,60 ± 0,07
	2,00	2,90 ± 0,08
	2,40	3,50 ± 0,10
	2,50	3,60 ± 0,10
	2,62	3,80 ± 0,10
	2,65	3,80 ± 0,11
	3,00	4,30 ± 0,12
	3,50	5,10 ± 0,14
	3,53	5,10 ± 0,14
	4,00	5,80 ± 0,16
	4,50	6,50 ± 0,18
	5,00	7,30 ± 0,20
	5,30	7,70 ± 0,21
	5,34	7,70 ± 0,21
	5,50	8,00 ± 0,22
	5,70	8,30 ± 0,23
	6,00	8,70 ± 0,24
	6,50	9,50 ± 0,26
	6,99	10,20 ± 0,28
	7,00	10,20 ± 0,28
	7,50	11,00 ± 0,30
	8,00	11,70 ± 0,32
	8,40	11,51 ± 0,40
	8,50	12,40 ± 0,34
	9,00	13,20 ± 0,36
	9,50	13,90 ± 0,38
	10,00	14,70 ± 0,40
	10,50	15,40 ± 0,42
	11,00	15,07 ± 0,40
	11,50	15,76 ± 0,40
	12,00	17,60 ± 0,48
	12,50	17,13 ± 0,50
	13,00	18,50 ± 0,50
	13,50	19,10 ± 0,52
	14,00	19,18 ± 0,50
	14,50	19,87 ± 0,50
	15,00	22,10 ± 0,60

## Esecuzione sedi trapezoidali



Dimensione T della corda mm	Dimensioni sede mm				
	Larghezza $b1 \pm 0,05$	Larghezza $b2 \pm 0,05$	Profondità h	Raggio (max.)	
				r3	r2
3,53	2,90	3,20	2,90	0,25	0,80
4,00	3,40	3,70	3,20	0,25	0,80
5,00	4,30	4,60	4,20	0,25	0,80
5,34	4,60	4,90	4,60	0,25	0,80
5,70	4,75	5,25	4,80	0,40	0,80
6,00	5,05	5,55	5,10	0,40	0,80
7,00	6,00	6,50	6,00	0,40	1,60
8,00	6,85	7,45	6,90	0,50	1,60
8,40	7,25	7,85	7,30	0,50	1,60

# MONTAGGIO

## Danni accidentali agli O-Rings

Se le direttive di montaggio non vengono osservate o se vengono sorpassati i limiti d'impiego dei materiali, gli O-Ring possono andare fuori uso in breve tempo. I tipi più frequenti di avarie sono i seguenti:

- temperature d'impiego troppo alte
- cattiva compatibilità con i fluidi
- pressione troppo alta, interstizio di tenuta troppo grande
- abrasione troppo forte
- deformazione permanente troppo grande
- decompressione rapida con tenute per gas
- allungamento troppo forte
- sede di montaggio dimensionata in modo errato

### **Temperature d'impiego troppo alte**

Un sovraccarico in condizioni di servizio al di sopra della temperatura d'impiego consigliata ha come conseguenza che nell'O-ring si produce una vulcanizzazione successiva che indurisce il materiale. Questo può condurre fino alla fragilità. La sovratemperatura può essere provocata anche da attrito dinamico.

### **Cattiva compatibilità coi mezzi**

I materiali scelti non correttamente, hanno la tendenza a rigonfiarsi o a contrarsi in mezzi aggressivi. Col rigonfiamento, il materiale perde la forza di compressione a causa del rammollimento. Con la contrazione, la compressione diminuisce. La resistenza alla pressione diventa minore.

### **Pressione troppo alta**

Se l'O-Ring non viene sorretto da un anello d'appoggio lato pressione, in presenza di pressione troppo alta e interstizio di tenuta troppo grande, l'elemento di tenuta viene estruso nell'interstizio. La conseguenza di questo è un danno meccanico, come sfaldatura, rottura e fessurazione del materiale. Con pressione pulsante e parti costruttive che "respirano", l'O-Ring può rimanere incastrato alla scomparsa della pressione.

### **Abrasione troppo forte**

Un carico meccanico troppo elevato, una lubrificazione insufficiente, delle superfici rugose o una compressione troppo alta, danno luogo ad un'abrasione indesiderata. Con pressione pulsante, l'O-Ring si muove nella sede, cosa che può dare luogo ad abrasione. Impurità nel mezzo possono favorire l'abrasione.

### **Deformazione permanente troppo grande (Compression-Set)**

Una deformazione permanente troppo elevata significa la perdita della forza di tenuta.

Essa si verifica con temperatura d'impiego troppo alta, qualità imperfetta dei materiali o sede dimensionata in modo sbagliato. La deformazione permanente si può spiegare nel modo seguente: in condizione di compressione, viene prolungata la vulcanizzazione dell'elastomero per effetto del calore. Ha quindi luogo una nuova formatura. I fattori temperatura e durata di tempo del carico, hanno un grande influsso sull'accoppiamento. Cattive qualità del materiale tendono di più alla deformazione. Una piccola deformazione permanente può essere tuttavia rilevata in tutti i materiali per O-Ring; ovvero nessun O-Ring usato può ritornare, dopo lo smontaggio, alla sezione circolare originaria.

### **Decompressione rapida**

Una decompressione estremamente rapida con tenute di gas, dà luogo alla formazione di bollicine o di fessure sulla superficie. Il gas diffuso all'interno con pressione elevata si espande in seguito alla rapida decompressione e sfugge dalla superficie dell'O-Ring. Con questa decompressione esplosiva, la superficie viene distrutta. I gas rarefatti o leggeri, come per esempio CO<sub>2</sub> od elio, si diffondono più rapidamente nel materiale elastomero. Si possono impedire

talii danni, riducendo la superficie di contatto coi gas da contenere (diametro di corda più piccolo) o aumentando il tempo di riduzione della pressione.

### **Allungamento troppo forte**

Un allungamento troppo forte (al di sopra del 6 – 10% del diametro interno a seconda del materiale) produce una fessurazione sulla superficie dell'O-Ring. Queste fessure da ozono si producono più rapidamente sotto allungamento, e possono essere identificate soprattutto con materiali non resistenti all'ozono ed alle intemperie (per esempio NBR). Con O-Ring montati ritorti, a causa dell'adeguamento troppo grande nella zona della torsione, può avere luogo anche una formazione di fessure. La formazione di fessure si produce più rapidamente a temperature elevate o con concentrazioni troppo alte di ossigeno od ozono.

