

4.3 Sedi, schiacciamento e estensione

Per il corretto dimensionamento delle sedi degli O-Ring occorre considerare che:

- a) il coefficiente di dilatazione termica degli elastomeri è di circa 10 volte quello dell'acciaio;
- b) il rigonfiamento provocato dal contatto con un fluido, in normali condizioni di funzionamento può essere del 10%.

Le dimensioni consigliate per le sedi degli O-Ring nelle diverse applicazioni tengono presente tali fenomeni e sono riportate nella tabella 3.

Per ottenere un corretto dimensionamento dimensionale della tenuta occorre tener conto di un fenomeno peculiare degli elastomeri noto come "effetto Joule", che si manifesta nella contrazione, al crescere della temperatura, in un elastomero tenuto in stato di tensione. Un O-Ring montato con una certa tensione su di un albero tenderà a contrarsi all'aumentare della temperatura, generando così una maggior forza di attrito e quindi un ulteriore aumento di temperatura; in casi estremi si può verificare la distruzione rapida dell'O-Ring. Si consiglia pertanto un montaggio in cui il forzamento sia ottenuto con una compressione, piuttosto che con una tensione. In tale caso l'aumento di temperatura provocherà una diminuzione del forzamento con conseguente sollievo per la tenuta.

4.4 Back-Up

Gli anelli antiestrusione Back-Up hanno la funzione di contenere il materiale elastomerico sottoposto a pressione, impedendone il trafileamento attraverso i giochi di accoppiamento. Nei casi in cui la pressione agisce nelle due direzioni si montano Back-Up su entrambi i lati dell'O-Ring. Questi anelli di contenimento sono realizzati in tre diverse tipologie: anello chiuso, anello semplice tagliato, anello a spirale. Il materiale utilizzato è PTFE vergine, in alternativa Poliuretano o Resine adatte.

4.3 Glands, squeeze and extension

For proper O-Ring gland dimensions, it is imperative to consider 2 basic points:

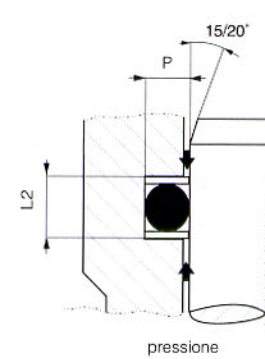
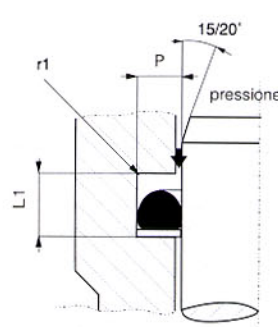
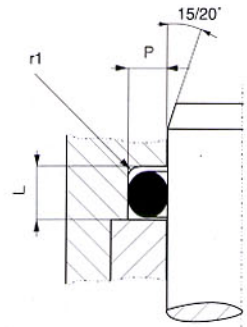
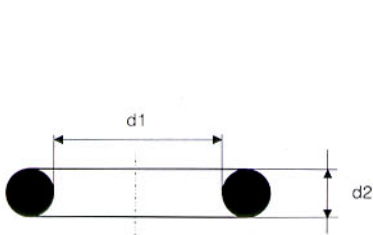
- a) coefficient of thermal expansion of elastomers is more or less 10 times the coefficient of steel;*
- b) swelling (volume change) due to fluid contact can be much higher than 10%.*

Gland dimensions for O-Rings, utilizing considerations previously outlined are listed in Table 3.

The design of a sealing system must consider a peculiar property of elastomers known as the "Joule effect". Any elastomer under tensile stress, will shrink whenever temperature increases (Joule effect). When a O-Ring is assembled on a shaft under tension, it tends to contract during an increase in temperature, generating consequently, higher friction and increasing the temperature. The result is a total and rather quick destruction of the O-Ring. Therefore, it is always advisable to assemble O-Rings under compression instead of tension. In such case, an increase of temperature can only decrease the compression, relieving the strain in the assembly.

4.4 Back-Up

Anti-extrusion Back-Up rings function as a containment for the elastomer when subject to high pressure, preventing seal extrusion through the clearance existing in the couplings. When pressure is applied from both directions, Back-Up rings are mounted on each side of the O-Ring. Back-Up rings are produced in standard dimensions in 3 styles: solid, single-turn, spiral. Usually they are made of virgin PTFE, Polyurethane or other suitable resins.



Tab 3
Sedi O-Rings - Gland dimensions

C/S d2 (mm)	Pressione Pressure			Senza Back-Up No Back-Up 100 Bar max		Un Back-Up One Back-Up >100 Bar		Due Back-Up Two Back-Up >100 Bar alternating		Raggio Radius r1 (mm)
	Stat	Dynam.	Pneum	P (mm)	L (mm)	P (mm)	L1 (mm)	P (mm)	L2 (mm)	
1.00	x			0.70	1.40	-	-	-	-	0.20
1.50	x			1.14	2.40	-	-	-	-	0.30
1.60	x			1.21	2.40	-	-	-	-	0.30
1.78-1.80	x	x		1.49	2.50	1.50	4.16	1.50	6.16	0.40
1.78-1.80			x	1.58	2.50	-	-	-	-	0.40
1.90	x			1.40	2.60	-	-	-	-	0.40
1.90		x		1.55	2.60	1.55	4.00	1.55	5.40	0.40
2.00	x	x		1.68	2.80	1.70	4.20	1.70	5.60	0.40
2.40		x		1.80	3.30	2.05	4.70	2.05	6.10	0.50
2.40			x	2.16	3.30	-	-	-	-	0.50
2.40	x			1.90	3.20	-	-	-	-	0.50
2.50		x		2.12	3.50	2.15	4.90	2.15	6.30	0.50
2.50	x		x	2.28	3.50	-	-	-	-	0.50
2.62-2.65	x	x		2.25	3.25	2.28	4.65	2.28	6.50	0.60
2.62-2.65			x	2.36	3.25	-	-	-	-	0.60
2.70	x	x		2.30	3.60	2.30	5.00	2.30	6.40	0.60
2.95	x	x		2.20	3.90	2.50	5.30	2.50	5.30	0.60
3.00		x		2.58	4.10	2.60	5.50	2.60	6.90	0.60
3.00			x	2.72	4.10	-	-	-	-	0.60
3.00	x			2.45	3.80	-	-	-	-	0.60
3.10	x	x		2.50	4.10	2.70	5.50	2.70	6.90	0.60
3.50	x	x		2.65	4.60	3.05	6.00	3.05	7.40	0.60
3.53-3.55	x	x		2.70	4.80	3.10	6.20	3.10	7.60	0.80
3.53-3.55			x	3.21	4.40	-	-	-	-	0.80
3.60	x	x		2.80	4.80	3.15	6.20	3.15	7.60	0.80
4.00	x	x		3.46	5.40	3.51	6.80	3.51	8.20	0.80
4.50	x	x		3.50	5.80	4.00	7.50	4.00	9.20	0.80
5.00	x	x		4.45	6.70	4.46	8.50	4.46	10.30	0.80
5.00			x	4.65	6.70	-	-	-	-	0.80
5.30-5.33	x	x		4.72	6.45	4.75	7.66	4.75	10.26	1.20
5.30-5.33			x	4.85	6.45	-	-	-	-	1.20
5.70	x	x		4.60	7.20	5.00	8.90	5.00	10.60	1.20
6.00	x	x		5.06	7.60	5.12	9.40	5.12	11.20	1.20
6.00			x	5.30	7.40	-	-	-	-	1.20
6.99-7.00	x	x		6.05	8.75	6.10	10.12	6.10	13.55	1.50
6.99-7.00			x	6.22	8.75	-	-	-	-	1.50
8.40		x		7.65	11.10	7.68	13.30	7.68	15.50	1.50
8.40			x	7.85	11.10	-	-	-	-	1.50
8.40	x			7.35	9.10	-	-	-	-	1.50

4.5 Stato superficiale

Lo stato della superficie su cui opera l'O-Ring è assai importante poichè l'attrito generando calore, provoca una prematura usura della guarnizione.

E' bene tener presente il fenomeno dell'attrito di distacco (break-out) che può raggiungere un valore triplo dell'attrito dinamico (lubrificato), e si manifesta dopo lunga permanenza senza moto.

In tale caso si manifestano fenomeni di incollaggio non solo per rottura del film lubrificante, ma anche per fenomeni di affinità gomma-metallo (particolarmente sentita per le leghe di rame).

L'attrito è pure funzione dello schiacciamento e della lubrificazione presente, della pressione e della temperatura esistenti nel sistema. Elemento influente è pure la durezza dell'elastomero che si dovrà tenere per quanto possibile intorno al valore di 70 IRHD, salvo valori diversi richiesti per specifiche applicazioni. In Tabella 4 sono indicati i valori consigliati di rugosità superficiale delle cave e delle superfici di contrasto degli alloggiamenti.

Tab 4
Rugosità sedi

Superficie	Applicazione	Pressione	Rugosità sup. Ra µm
Pareti delle cave e superfici cilindriche	Statica	Continua non pulsante	1,6
		Pulsante o alternata	0,8
	Dinamica	Tutti i casi	0,8
Superfici a contatto con gli O-Ring	Statica	Continua non pulsante	0,8
		Pulsante o alternata	0,5
	Dinamica	Tutti i casi	0,5

4.5 Surface finish

The finish of mating surfaces in contact with O-Rings is critical for heat build-up and premature wear and tear. "break-out friction" can be as high as 3 times the dynamic friction (with lubricant). The former can yield sticking even in the presence of squeeze, lubrication, pressure and temperature existing in the system. Material hardness is recommended to be as near as possible to 70 IRHD, except when different values are required for the application.

Table 4 reports recommended surface finishes for glands and mating surfaces.

Gland surface finish

Surface	Application	Pressure	Roughness Ra µm
<i>Housing static diam.</i>	<i>Static</i>	<i>non pulsating</i>	<i>1,6</i>
		<i>pulsating</i>	<i>0,8</i>
	<i>Dynamic</i>	<i>all types</i>	<i>0,8</i>
<i>Mating surfaces with O-Ring</i>	<i>Static</i>	<i>non pulsating</i>	<i>0,8</i>
		<i>pulsating</i>	<i>0,5</i>
	<i>Dynamic</i>	<i>all types</i>	<i>0,5</i>

4.6 Velocità relative

La molteplicità dei fluidi e delle condizioni di funzionamento in una tenuta dinamica, rendono difficile determinare il limite di velocità. Si può comunque considerare come velocità limite di riferimento 0,5 m/sec con superfici particolarmente curate e tolleranze dimensionali delle cave leggermente ampliate, con O-Rings scelti e di durezza 80 IRHD, in presenza di pressione max 5 bar. Al crescere della pressione la velocità si riduce drasticamente (figura 4).

4.7 Montaggio

La funzionalità e la durata di un O-Ring dipendono molto dalle modalità e dalla cura usate durante il montaggio. Occorre tener presente alcuni punti essenziali quali:

- il dimensionamento delle sedi di montaggio dovrà rispettare quanto detto ai punti 4.2 e 4.3
- evitare spigoli vivi, bave e superfici metalliche scabrose. Particolare cura dovrà essere data durante il montaggio in presenza di filettature, solchi od orifici sui quali l'O-Ring viene fatto scorrere; meglio servirsi di attrezzi di montaggio adatti. Anche l'estensione dell'O-Ring durante il montaggio deve essere la minima possibile ed ottenuta con attrezzi particolari
- l'O-Ring scelto dovrà essere pulito, in buono stato di conservazione e leggermente lubrificato con sostanze compatibili

4.6 Relative speeds

It is difficult to recommend limits of relative speed in dynamic seals due to the wide range of fluids and working conditions. A reference speed limit can be 0.5 m/sec with particularly well finished surfaces and slightly widened tolerances of gland dimensions utilizing O-Rings with IRHD 80 and system pressure of 5 bar maximum.

With higher pressure, speed must be drastically reduced (figure 4).

4.7 Assembly

The function and duration of an O-Ring is dependent upon the assembly procedure and care. It is advisable to comply with the following points:

- Dimensioning of glands should conform to values listed at 4.2 and 4.3
- Avoid sharp edges and rough metallic surfaces. During assembly of O-Rings, it is imperative to use suitable installation tools to make the seals slide, without damage over threads, grooves or holes. The stretch of O-Rings during assembly must be kept at a minimum, again using a suitable tool
- O-Rings must be clean, in good shape and slightly lubricated with a compatible lubricant for the elastomer.

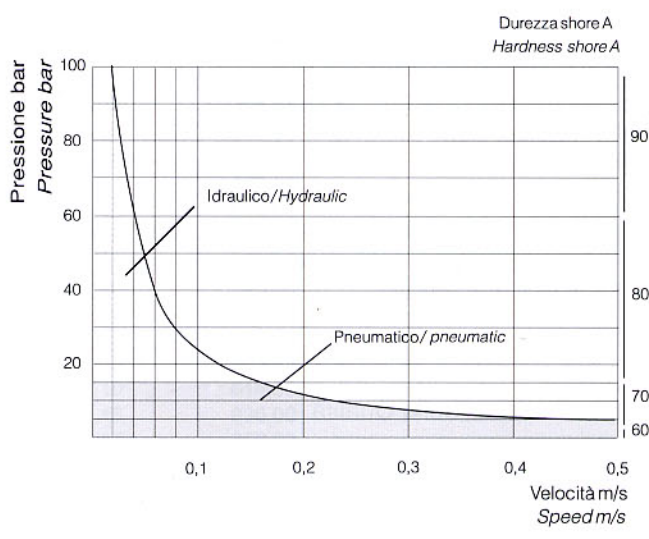


Fig. 4
Velocità in funzione della pressione
Relative speed/pressure relationship

d) le sedi di montaggio dovranno essere accuratamente pulite ed ingrassate
e) gli O-Rings posizionati dovranno essere protetti durante il montaggio dei restanti componenti della tenuta (come per il punto b)
f) per montare O-Ring di piccole dimensioni, di elevata durezza o in condizioni particolari, si consigliano alloggiamenti composti per evitare eccessive tensioni e deformazioni degli elementi elastici.
Nel caso di sistemi di montaggio in automatico, si consigliano mescole speciali (autolubrificanti) che migliorano lo scorrimento degli O-Ring nei dispositivi automatici. In questi casi vengono pure richieste particolari tolleranze di planarità, concentricità, ecc..

5 Qualità

GAPI nel corso degli ultimi anni, ha realizzato ed implementato un Sistema di Qualità Totale, riconosciuto ed omologato come rispondente alle prescrizioni dello Standard ISO 9002 da parte del Lloyd's Register Quality Assurance.

Obiettivi e piani della qualità sono stati sviluppati basandosi su bisogni ed aspettative del mercato, cercando di soddisfare le esigenze del Cliente per mezzo di continui miglioramenti nel progetto, nel prodotto, nel servizio.

La variabilità dei processi è stata e continua ad essere oggetto di analisi approfondite per identificare le cause delle variazioni e ridurre l'ampiezza.

L'implementazione delle procedure di controllo statistico di processo (SPC), ha permesso l'ottenimento di valori ottimali degli Indici di "Process Capability".

Tutta l'azienda è sottoposta ad un processo di miglioramento continuo (Continuous Improvement Process), tale che procedure e personale siano oggetto del continuo e sistematico miglioramento, sotto tutti gli aspetti produttivi e di controllo.

5.1 Garanzia della Qualità

L'introduzione dello FMEA quale strumento analitico e decisionale utilizzato sia in fase di progetto (Design FMEA) che nel processo di produzione (Process

d) Assembly glands and cavities must be cleaned and greased with care

e) during assembly, O-Rings already positioned must be protected by suitable means to avoid damage from other components to be assembled (see point b)

f) small dimension and high hardness O-Rings should be preferably positioned into composite glands to avoid excessive tensioning and deformations of the elastomer.

When an O-Ring is to be installed by automated assembly, it is advisable to use internally lubricated compounds which are specially formulated to provide lower friction. Special design considerations regarding tolerances, concentricity, etc. should be specified.

5 Quality

Since 1992 GAPI has accomplished and implemented a Total Quality System certified as compliant to Standards of ISO 9002 by Lloyd's Register Quality Assurance.

Goals and quality plans have been identified and developed with special consideration to changing market demands and expectations. Continuous quality improvement remains a key goal of GAPI's management.

These quality improvements are achieved by quick problem identification and resolution, and the implementation of strict statistical process control (SPC) guidelines.

The primary business goals of optimizing quality, cost, technology, and delivery, as a company wide organizational philosophy, convey that GAPI is committed to providing the best product on the market.

5.1 Quality Assurance

Application of FMEA as an analytical and managerial instrument, design (DFMEA) and production (PFMEA), generates important improvements to GAPI's Quality