

1...iglidur[®]



...plastics

Il giusto materiale per la Vostra applicazione

Elevata durata a secco



iglidur® G
Oltre 900 dimensioni disponibili a magazzino.

► Pagina 2.1
www.igus.it/it/g

iglidur® J
Eccellente resistenza all'abrasione su diversi tipi di albero.

► Pagina 3.1
www.igus.it/it/j

Alte temperature



iglidur® X
Temperature operative da -100 °C a +250 °C.

► Pagina 6.1
www.igus.it/it/x

iglidur® Z
Per alti carichi anche in temperatura.

► Pagina 22.1
www.igus.it/it/z

Basso attrito



iglidur® J
Bassi coefficienti d'attrito anche per scorrimento su alberi teneri.

► Pagina 3.1
www.igus.it/it/j

iglidur® Z
Basso attrito anche in temperatura.

► Pagina 22.1
www.igus.it/it/z

Alti carichi



iglidur® X
Per alti carichi ed alte temperature.

► Pagina 6.1
www.igus.it/it/x

iglidur® Z
Per alti carichi sia statici che dinamici.

► Pagina 22.1
www.igus.it/it/z

Resistenza chimica



iglidur® X
Resistenza universale agli agenti chimici.

► Pagina 6.1
www.igus.it/it/x

iglidur® A500
Materiale conforme alle normative FDA con resistenza universale agli agenti chimici.

► Pagina 10.1
www.igus.it/it/a500

Applicazioni immerse



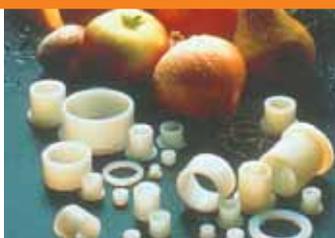
iglidur® UW
Per rotazioni in immersione ad elevate velocità.

► Pagina 20.1
www.igus.it/it/uw

iglidur® H370
Per applicazioni immerse fino a +200°C.

► Pagina 15.1
www.igus.it/it/h370

Impiego alimentare



iglidur® A180
Materiale conforme alle normative FDA per il contatto con gli alimenti. Per ambienti umidi.

► Pagina 7.1
www.igus.it/it/a180

iglidur® A200
Materiale conforme alle normative FDA per il contatto diretto con gli alimenti. Ottime capacità ammortizzanti.

► Pagina 8.1
www.igus.it/it/a200

Economicità



iglidur® GLW*
Soluzione economica, eccellente resistenza ai carichi statici.

► Pagina 26.1
www.igus.it/it/glw

iglidur® R
Soluzione estremamente economica. Bassi coefficienti d'attrito.

► Pagina 19.1
www.igus.it/it/r

* su richiesta

Disponibile e magazzino



iglidur® M250

Eccellenti capacità ammortizzanti, elevata resistenza agli urti.

► Pagina 4.1
www.igus.it/it/m250

iglidur® W300

Eccellente durata anche con alberi teneri.

► Pagina 5.1
www.igus.it/it/w300

iglidur® P

Buona resistenza all'abrasione in ambienti umidi.

► Pagina 17.1
www.igus.it/it/p

iglidur® V400

Eccellente resistenza all'abrasione anche alle alte temperature.

► Pagina 21.1
www.igus.it/it/v400

iglidur® A500

Materiale conforme alle normative FDA. Temperature operative da -100 °C a +250 °C.

► Pagina 10.1
www.igus.it/it/a500

iglidur® H4

Per l'industria automobilistica. Per temperature operative fino a +200 °C.

► Pagina 14.1
www.igus.it/it/h4

iglidur® L250

Bassi coefficienti d'attrito. Per rotazioni ad elevate velocità.

► Pagina 16.1
www.igus.it/it/l250

iglidur® Q

Per p x v elevati.

► Pagina 18.1
www.igus.it/it/q

iglidur® H1

Bassi coefficienti d'attrito alle alte temperature.

► Pagina 13.1
www.igus.it/it/h1

iglidur® Q

Per alti carichi anche dinamici.

► Pagina 18.1
www.igus.it/it/q

iglidur® F

Elevata resistenza alla compressione, elettricamente conduttore.

► Pagina 11.1
www.igus.it/it/f

iglidur® H1

Ottima resistenza agli agenti chimici.

► Pagina 13.1
www.igus.it/it/h1

iglidur® V400

Ottima resistenza agli agenti chimici. Idoneo a scorrere anche su alberi teneri.

► Pagina 21.1
www.igus.it/it/v400

iglidur® Z

Buona resistenza agli agenti chimici ed elevata resistenza all'abrasione.

► Pagina 22.1
www.igus.it/it/z

iglidur® H

Per applicazioni immerse anche alle alte temperature.

► Pagina 12.1
www.igus.it/it/h

iglidur® A290

Per il contatto con prodotti alimentari e farmaceutici. Fisiologicamente inerte.

► Pagina 9.1
www.igus.it/it/a290

iglidur® A500

Materiale conforme alle normative FDA per il contatto diretto con gli alimenti. Resistenza universale agli agenti chimici.

► Pagina 10.1
www.igus.it/it/a500

iglidur® – Indice

Progettare con iglidur®

Indice di scelta rapida

– per parametri applicativi ▶ P. 1.8

– per proprietà fisiche ▶ P. 1.10

Dati tecnici ▶ P. 1.12

Proprietà dei cuscinetti iglidur® ▶ P. 1.16

Caratteristiche dei materiali ▶ P. 1.17

L'effetto autolubrificante ▶ P. 1.18

Resistenza alla compressione ▶ P. 1.20

Velocità di strisciamento ▶ P. 1.22

Prodotto p x v ▶ P. 1.24

Lubrificazione ▶ P. 1.24

Temperature ▶ P. 1.25

Coefficiente di dilatazione termica ▶ P. 1.26

Coefficiente di attrito ▶ P. 1.27

Resistenza all'abrasione ▶ P. 1.28

Materiali per alberi ▶ P. 1.30

Resistenza agli agenti chimici ▶ P. 1.32

Impiego nell'industria alimentare ▶ P. 1.33

Resistenza alle radiazioni ▶ P. 1.33

Resistenza ai raggi UV ▶ P. 1.33

Vuoto ▶ P. 1.33

Proprietà elettriche ▶ P. 1.34

Tolleranze e sistemi di misura ▶ P. 1.34

Verifiche dimensionali ▶ P. 1.35

Lavorazioni per asportazione ▶ P. 1.36

di truciolo ▶ P. 1.37

Montaggio ▶ P. 1.37

Incollaggio ▶ P. 1.37

iglidur® – Materiali standard



iglidur® G

Il factotum

▶ Pagina 2.1

- Funzionamento a secco esente da manutenzione
- Elevata resistenza all'abrasione
- Oltre 900 dimensioni disponibili a magazzino



a magazzino



iglidur® J

Lo specialista per i movimenti a strappo

▶ Pagina 3.1

- Eccellente resistenza all'abrasione su diversi tipi di alberi
- Bassi coefficienti d'attrito
- Idoneo a scorrere anche su alberi teneri



a magazzino



iglidur® M250

Spessore e robustezza

▶ Pagina 4.1

- Eccellenti capacità ammortizzanti
- Tollera carichi di spigolo
- Elevata resistenza agli urti



a magazzino



iglidur® W300

Il maratoneta

▶ Pagina 5.1

- Eccellente durata
- Bassi coefficienti d'attrito
- Idoneo a scorrere anche su alberi teneri



a magazzino



iglidur® X

La soluzione high-tech

▶ Pagina 6.1

- Temperature operative da -100°C a +250°C
- Resistenza universale agli agenti chimici
- Minima igroscopia



a magazzino

iglidur® – Materiali speciali



iglidur® A180

Per impiego alimentare

▶ Pagina 7.1

- Materiale conforme alle normative FDA per il contatto diretto con gli alimenti
- Per ambienti umidi



a magazzino



iglidur® A200

Per impiego alimentare

▶ Pagina 8.1

- Materiale conforme alle normative FDA per il contatto diretto con gli alimenti
- Ottime capacità ammortizzanti



a magazzino

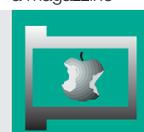


iglidur® A290

Per impiego alimentare

▶ Pagina 9.1

- Idoneo al contatto con prodotti alimentari e farmaceutici
- Fisiologicamente inerte



a magazzino

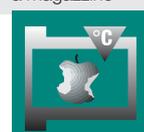


iglidur® A500

Per impiego alimentare

▶ Pagina 10.1

- Materiale conforme alle normative FDA per il contatto diretto con gli alimenti
- Resistenza universale agli agenti chimici
- Temperature operative da -100°C a +250°C



a magazzino

iglidur® – Materiali speciali



iglidur® F

Conduttore di corrente

► Pagina 11.1

- Elettricamente conduttore
- Elevata resistenza alla compressione



a magazzino



iglidur® H

Per applicazioni in acqua

► Pagina 12.1

- Per applicazioni immerse
- Idoneo a lavorare ad alte temperature
- Ottima resistenza agli agenti chimici



a magazzino

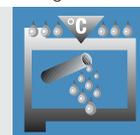


iglidur® H1

Il maratoneta per le alte temperature

► Pagina 13.1

- Eccellente resistenza all'abrasione anche alle alte temperature
- Bassi coefficienti d'attrito
- Ottima resistenza agli agenti chimici



a magazzino



iglidur® H4

Per l'industria automobilistica

► Pagina 14.1

- Ottima resistenza all'abrasione
- Bassi coefficienti d'attrito
- Temperature operative da -40°C a +200°C



a magazzino



iglidur® H370

Per gli ambienti bagnati

► Pagina 15.1

- Per applicazioni immerse
- Resistente all'abrasione
- Ottima resistenza agli agenti chimici



a magazzino



iglidur® L250

Per rotazioni veloci

► Pagina 16.1

- Specifico per rotazioni ad elevate velocità
- Bassi coefficienti d'attrito
- Elevata resistenza all'abrasione



a magazzino



iglidur® P

Per ambienti umidi

► Pagina 17.1

- Minima igroscopia
- Buona resistenza all'abrasione
- Buone caratteristiche meccaniche



a magazzino



iglidur® Q

Per alti carichi anche dinamici

► Pagina 18.1

- Ottima resistenza all'abrasione
- Per p x v elevati
- Funzionamento a secco esente da manutenzione



a magazzino



iglidur® R

Meno attrito, più risparmio

► Pagina 19.1

- Ottima resistenza all'abrasione
- Bassi coefficienti d'attrito
- Soluzione estremamente economica



a magazzino



iglidur® UW

Lo specialista per applicazioni in acqua

► Pagina 20.1

- Per applicazioni immerse
- Per rotazioni in immersione ad elevate velocità
- Buona resistenza all'abrasione



a magazzino



iglidur® V400

Elevate durate, anche in temperatura

► Pagina 21.1

- Idoneo a scorrere anche su alberi teneri
- Ottima resistenza agli agenti chimici
- Eccellente resistenza all'abrasione anche alle alte temperature



a magazzino



iglidur® Z

Per alti carichi, anche in temperatura

► Pagina 22.1

- Temperature operative da -100°C a +250°C
- Elevata resistenza all'abrasione
- Per alti carichi sia statici che dinamici



a magazzino

Materiali speciali a richiesta – Componenti con forme speciali
(Clip, Flange, Boccole con doppia flangia e Molle a tazza)



iglidur® – Materiali speciali a richiesta



iglidur® B

Estremamente elastico

► Pagina 23.1

- Funzionamento estremamente silenzioso
- Elevata elasticità
- Tollera carichi di spigolo (Possibilità di realizzare anche tenute)



su richiesta



iglidur® C

Esente da PTFE e siliconi

► Pagina 24.1

- Esente da PTFE e siliconi
- Ottima resistenza all'abrasione
- Esente da manutenzione



su richiesta

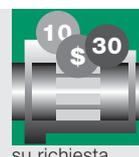


iglidur® D

Meno attrito, più risparmio

► Pagina 25.1

- Soluzione economica
- Bassi coefficienti d'attrito



su richiesta

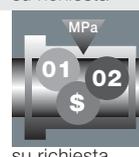


iglidur® GLW

Versatile e conveniente

► Pagina 26.1

- Soluzione economica
- Eccellente resistenza ai carichi statici



su richiesta



iglidur® H2

Economico per alte temperature

► Pagina 27.1

- Soluzione economica
- Idoneo a lavorare ad alte temperature



su richiesta

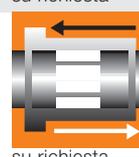


iglidur® J200

Per scorrimenti su alluminio anodizzato

► Pagina 28.1

- Eccellente resistenza all'abrasione su perni in alluminio anodizzato
- Bassi coefficienti d'attrito
- Ottima durata anche in ambienti sporchi



su richiesta



iglidur® T220

Per l'industria del tabacco

► Pagina 29.1

- Privo di PTFE e additivi tossici



su richiesta



iglidur® UW500

Per applicazioni in acqua, anche con elevate temperature

► Pagina 30.1

- Per applicazioni in acqua, anche con elevate temperature
- Per rotazioni in immersione ad elevate velocità



su richiesta

TIPP

► **Alberi**
DryLin® ► Pagina 64.44

► **Calotte**
Calotte in
iglidur® W300 ► Pagina 57.1



iglidur® – Altri prodotti



iglidur® Clip per lamiere

► Pagina 31.1

- Facile montaggio
- Ottima resistenza all'abrasione
- Autolubrificanti, esenti da manutenzione
- Materiale: iglidur® M250



a magazzino



iglidur® Clips2

A gioco ridotto

► Pagina 32.1

- Montaggio semplificato
- Facile montaggio grazie al taglio obliquo
- Materiale: iglidur® M250
- Autolubrificanti, esenti da manutenzione



a magazzino



iglidur® MKM

Boccola a doppia flangia

► Pagina 32.5

- Boccola da piantaggio
- Precaricata assialmente
- Compensazione delle tolleranze
- Facile montaggio
- Carichi sopportabili da entrambe le flange



a magazzino



iglidur® MDM

Boccola a doppia flangia

► Pagina 32.7

- Montaggio a clip
- Resistente a processi di cataforesi
- Flange simmetriche
- Facile montaggio



a magazzino



iglidur® JVSM/JVFM

Cuscinetti precaricati

► Pagina 33.1

- Cuscinetti precaricati per accoppiamenti precisi
- Materiale: iglidur® J
- Autolubrificanti, esenti da manutenzione



a magazzino



iglidur® Flange

► Pagina 34.1

- Ottima resistenza all'abrasione
- Funzionamento a secco esente da manutenzione
- Disponibili in diversi materiali
- Leggere



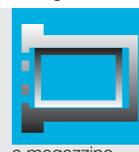
a magazzino



iglidur® PEP

► Pagina 35.1

- Per qualunque tipo di albero e superficie
- Soluzione estremamente economica
- Facile montaggio
- Bassi coefficienti d'attrito



a magazzino

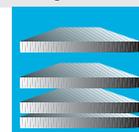


Polysorb

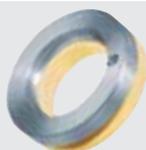
Molle a tazza

► Pagina 36.1

- Compensazione del gioco assiale e degli errori di lavorazione
- Eccellenti capacità ammortizzanti
- Insonorizzanti
- Inossidabili
- Leggere



a magazzino



iglidur® JATM

Ralla reggispinta

► Pagina 37.1

- Esente da manutenzione
- Elevate prestazioni
- Superfici di scorrimento definite
- Durata della vita calcolabile



a magazzino



iglidur® JDMS

► Pagina 37.5

- Cuscinetto in tecnopolimero completo di guarnizione
- Tenuta sull'albero di rotazione
- Range di temperatura come iglidur® J
- Coefficiente d'attrito solo 10% in più dell'iglidur® J
- Buona resistenza all'usura come iglidur® J



a magazzino



iglidur® PRT

Giunto asso-radiale a strisciamento

► Pagina 38.1

- Facile montaggio
- Elevata capacità di carico
- Elementi di scorrimento autolubrificanti e sostituibili
- Elevata resistenza all'usura
- Ottimo rapporto prestazioni/prezzo



a magazzino



iglidur® – Cuscinetti a sfere NOVITÀ

► Pagina 39.1

- Autolubrificanti, esenti da manutenzione
- Elevata resistenza alla corrosione
- Temperature operative fino a +150°C



a magazzino



iglidur® – Barre semilavorate NOVITÀ

► Pagina 40.1

- Barre tonde in materiale iglidur® rilavorabili meccanicamente



a magazzino

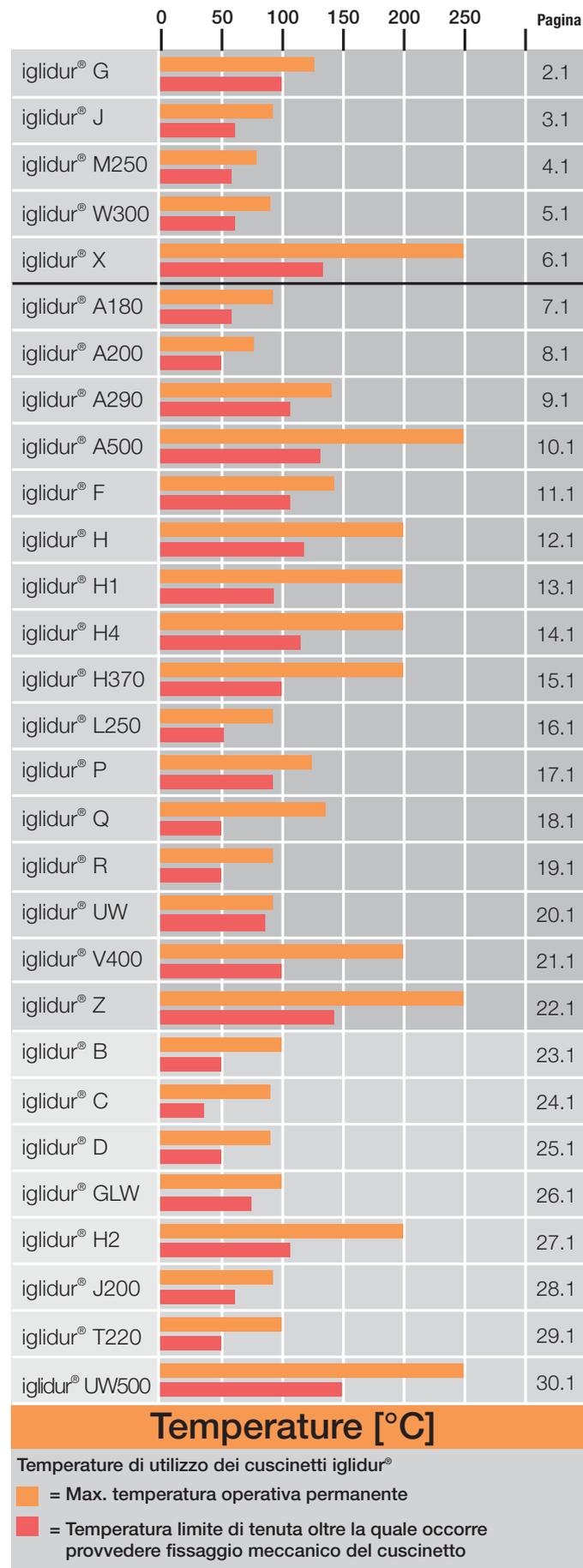
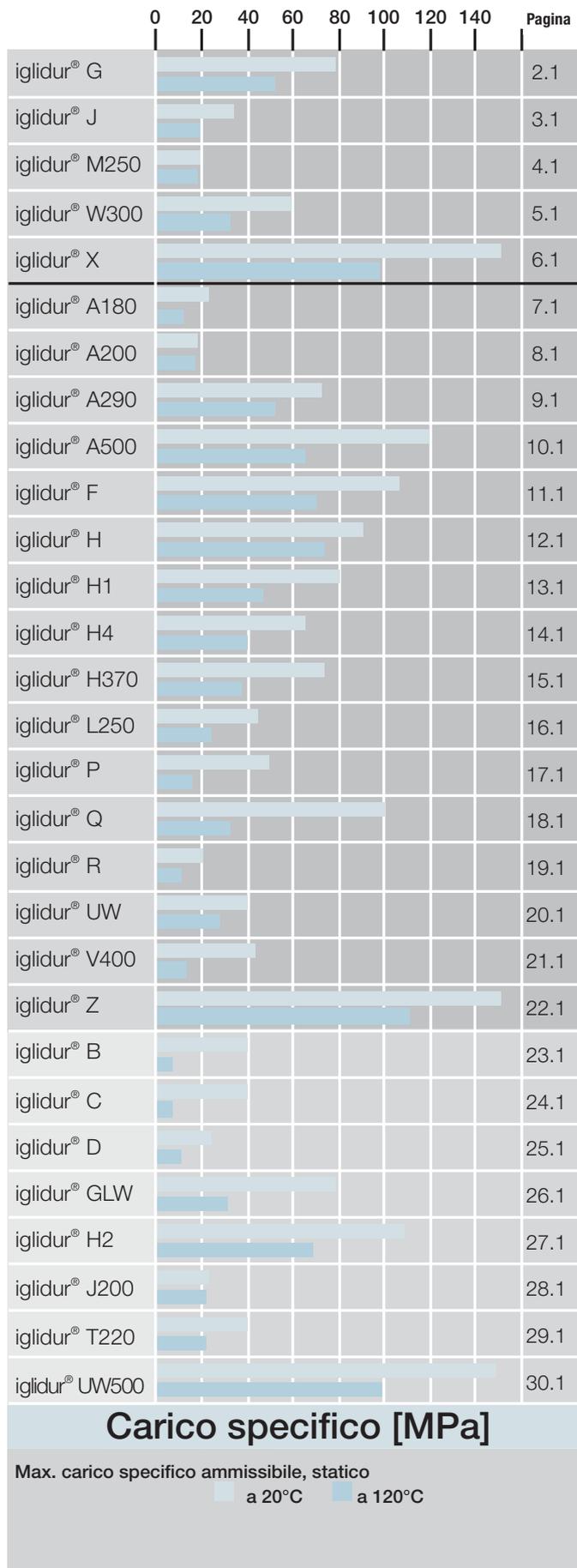
Indice di scelta rapida per parametri applicativi

	Materiali iglidur®	Caratteristiche	 Elevata durata a secco	 Alti carichi	 Alte temperature	 Basso attrito/ Alte velocità	 Sporczia
Materiali standard	 iglidur® G	Il factotum	●	●			●
	 iglidur® J	Per i movimenti a strappo	●			●	
	 iglidur® M250	Spessore e robustezza	●				●
	 iglidur® W300	Il maratoneta	●			●	●
	 iglidur® X	La soluzione high-tech	●	●	●		
Materiali speciali	 iglidur® A180	Per impiego alimentare	●			●	
	 iglidur® A200	Per impiego alimentare					●
	 iglidur® A290	Per impiego alimentare		●			
	 iglidur® A500	Per impiego alimentare		●	●		
	 iglidur® F	Conduttore di corrente		●			
	 iglidur® H	Per applicazioni in acqua			●		
	 iglidur® H1	Il maratoneta per le alte temperature	●		●	●	
	 iglidur® H4	Per l'industria automobilistica	●		●	●	
	 iglidur® H370	Per gli ambienti bagnati			●	●	
	 iglidur® L250	Per rotazioni veloci	●			●	
	 iglidur® P	Per ambienti umidi	●				●
	 iglidur® Q	Per alti carichi anche dinamici	●	●		●	
	 iglidur® R	Meno attrito, più risparmio	●			●	
	 iglidur® UW	Lo specialista per applicazioni in acqua					
	 iglidur® V400	Elevate durate, anche in temperatura	●		●	●	
 iglidur® Z	Per alti carichi, anche in temperatura	●	●	●	●		
Materiali speciali a richiesta	 iglidur® B	Estremamente elastico					
	 iglidur® C	Esente da PTFE e siliconi					
	 iglidur® D	Meno attrito, più risparmio				●	
	 iglidur® GLW	Versatile e conveniente					●
	 iglidur® H2	Economico per alte temperature			●		
	 iglidur® J200	Per scorrimenti su alluminio anodizzato	●			●	●
	 iglidur® T220	Per l'industria del tabacco					
	 iglidur® UW500	Per applicazioni in acqua, anche in temperatura			●		

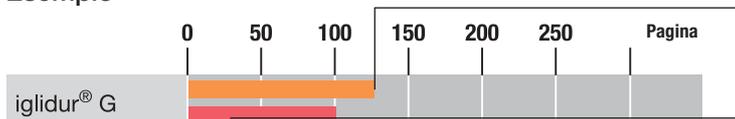
Indice per proprietà fisiche

 Resistenza chimica	 Basso assorbimento umidità	 Impiego alimentare	 Capacità ammortizzanti	 Tollera carichi di spigolo	 Applicazioni immerse	 Economicità	Pagina
						●	2.1
	●			●		●	3.1
			●	●		●	4.1
				●		●	5.1
●	●				●		6.1
	●	●		●		●	7.1
		●	●	●			8.1
		●				●	9.1
●	●	●		●	●		10.1
							11.1
●	●				●		12.1
●	●			●	●		13.1
●	●			●	●	●	14.1
●	●				●		15.1
				●			16.1
	●					●	17.1
							18.1
	●			●		●	19.1
	●				●	●	20.1
●	●			●			21.1
●	●			●			22.1
			●	●			23.1
				●			24.1
	●			●		●	25.1
						●	26.1
●	●				●	●	27.1
	●			●			28.1
							29.1
●	●				●		30.1

Indice di scelta rapida per proprietà fisiche

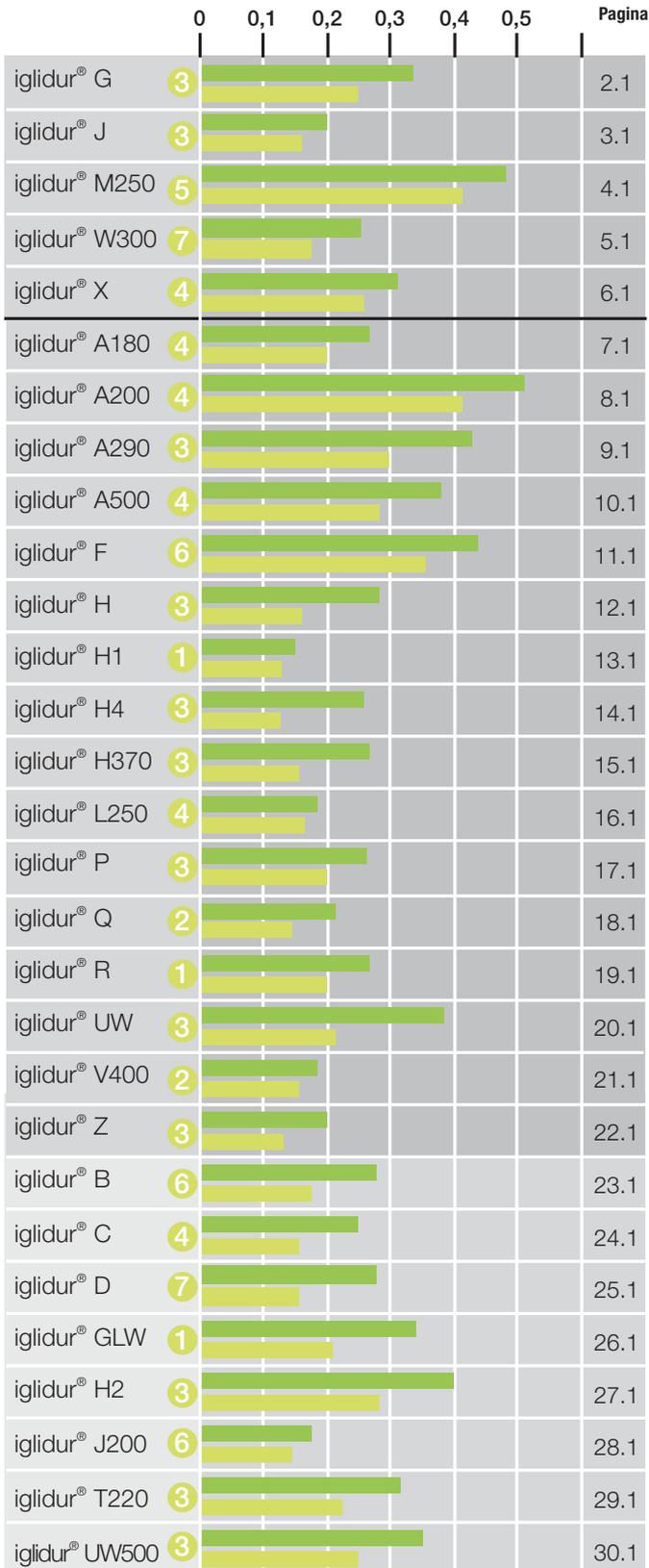


Esempio



igidur® G – max temperatura operativa permanente: 130°C.

igidur® G – max limite di tenuta: 100°C.

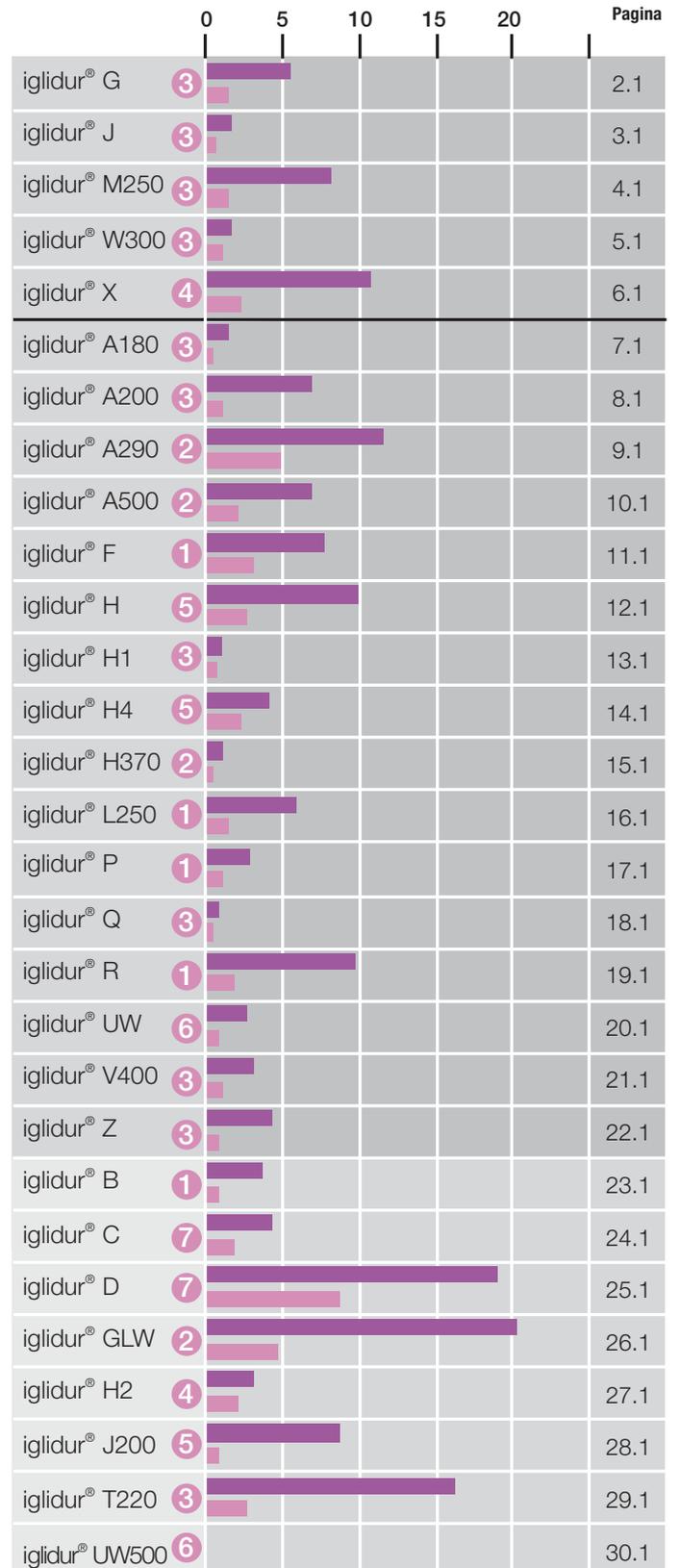


Coefficiente d'attrito

Coefficiente d'attrito dei cuscinetti iglidur®, rotazione, $p = 1,2 \text{ MPa}$, $v = 0,3 \text{ m/s}$

- = Miglior accoppiamento **1** Cf53 **2** Cromato duro **3** Alluminio anodiz. duro
4 AVP **5** Trafilato standard **6** ASIS 304 **7** X90

= Valore medio dei risultati ottenuti con i 7 diversi materiali



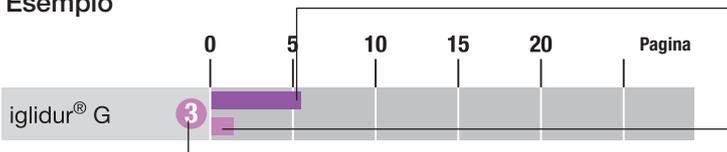
Abrasione relativa [$\mu\text{m}/\text{km}$]

Abrasione relativa dei cuscinetti iglidur®, rotazione, $p = 1 \text{ MPa}$

- = Miglior accoppiamento **1** Cf53 **2** Cromato duro **3** Alluminio anodiz. duro
4 AVP **5** Trafilato standard **6** ASIS 304 **7** X90

= Valore medio dei risultati ottenuti con i 7 diversi materiali

Esempio



igidur® G – valore medio dei risultati di abrasione relativa ottenuti con i 7 diversi materiali: $5,5 \mu\text{m}/\text{km}$

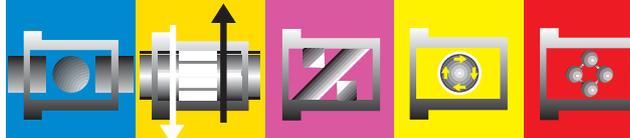
igidur® G – miglior valore di abrasione relativa ottenuto con i 7 diversi materiali: $1,0 \mu\text{m}/\text{km}$

igidur® G – miglior accoppiamento perno-cuscinetto: Alluminio anodizzato duro

iglidur® – Dati tecnici

Per la scelta del materiale più idoneo alla Vs. applicazione, contattateci oppure consultate:

- ▶ Indice di scelta rapida per parametri applicativi, Pagina 1.8
- ▶ Indice di scelta rapida per proprietà fisiche, Pagina 1.10



	iglidur® G	iglidur® J	iglidur® M250	iglidur® W300	iglidur® X
--	------------	------------	---------------	---------------	------------

Caratteristiche generali

Materiali standard

Densità g/cm ³	1,46	1,49	1,14	1,24	1,44
Colore	grigio	giallo	antracite	giallo	nero
Max. assorbimento di umidità a 23°C/50% u.r. Peso %	0,7	0,3	1,4	1,3	0,1
Max. assorbimento d'acqua per saturazione Peso %	4,0	1,3	7,6	6,5	0,5
Coefficiente d'attrito dinamico su acciaio (μ)	0,08–0,15	0,06–0,18	0,18–0,40	0,08–0,23	0,09–0,27
Max. p x v ammissibile (a secco) perno in acciaio, 20°C, spessore cuscinetto 1 mm	0,42	0,34	0,12	0,23	1,32

Caratteristiche meccaniche

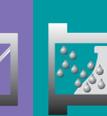
Modulo elastico MPa	7800	2400	2700	3500	8100
Resistenza alla flessione a 20°C MPa	210	73	112	125	170
Resistenza alla compressione (assiale) MPa	78	60	52	61	100
Max. carico specifico ammissibile, statico a 20°C MPa	80	35	20	60	150
Durezza Shore D	81	74	79	77	85

Caratteristiche fisiche e termiche

Max. temperatura operativa permanente °C	130	90	80	90	250
Temperatura limite per breve durata °C	220	120	170	180	315
Temperatura operativa minima °C	- 40	- 50	- 40	- 40	- 100
Conducibilità termica W/m x K	0,24	0,25	0,24	0,24	0,60
Coefficiente di dilatazione termica (T _{rif} = 23°C) W ⁻¹ x 10 ⁻⁵	9	10	10	9	5

Caratteristiche elettriche

Resistività di volume Ω cm	> 10 ¹³	> 10 ¹³	> 10 ¹³	> 10 ¹³	< 10 ⁵
Resistività di superficie Ω	> 10 ¹¹	> 10 ¹²	> 10 ¹¹	> 10 ¹²	< 10 ³



iglidur®

iglidur® A180

iglidur® A200

iglidur® A290

iglidur® A500

iglidur® F

iglidur® H

iglidur® H1

iglidur® H4

iglidur® H370

iglidur® L250

Materiali speciali

1,46	1,14	1,41	1,28	1,25	1,64	1,53	1,79	1,60	1,5
bianco	bianco	bianco	marrone	nero	grigio	crema	marrone	grigio	beige
0,2	1,5	1,7	0,3	1,8	< 0,1	0,1	0,1	< 0,1	0,7
1,3	7,6	7,3	0,5	8,4	0,3	0,3	0,2	< 0,1	3,9
0,05-0,23	0,10-0,40	0,13-0,40	0,26-0,41	0,10-0,39	0,07-0,20	0,06-0,20	0,08-0,25	0,07-0,17	0,08-0,19
0,31	0,09	0,23	0,28	0,34	1,37	0,8	0,7	0,74	0,4
2300	2500	8800	3600	11600	12500	2800	7500	11100	1950
88	116	250	140	260	175	55	120	135	67
78	54	91	n. d.	98	81	78	n. d.	79	n. d.
20	18	70	120	105	90	80	65	75	45
76	81	88	83	84	87	77	80	82	68
90	80	140	250	140	200	200	200	200	90
110	170	180	300	180	240	240	240	240	180
- 50	- 40	- 40	- 100	- 40	- 40	- 40	- 40	- 40	- 40
0,25	0,24	0,24	0,24	0,65	0,60	0,24	0,24	0,50	0,24
11	10	7	9	12	4	6	5	5	10
> 10 ¹²	> 10 ¹³	> 10 ¹¹	> 10 ¹⁴	< 10 ³	< 10 ⁵	> 10 ¹²	> 10 ¹³	< 10 ⁵	> 10 ¹⁰
> 10 ¹¹	> 10 ¹²	> 10 ¹¹	> 10 ¹³	< 10 ²	< 10 ²	> 10 ¹¹	> 10 ¹²	< 10 ⁵	> 10 ¹¹

igus® Cuscinetti

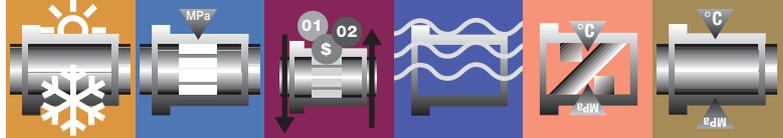
Tel. +39 039 59 06 1
Fax +39 039 59 06 222



iglidur® – Dati tecnici

Per la scelta del materiale più idoneo alla Vs. applicazione, contattateci oppure consultate:

- ▶ Indice di scelta rapida per parametri applicativi, Pagina 1.8
- ▶ Indice di scelta rapida per proprietà fisiche, Pagina 1.10



	iglidur® P	iglidur® Q	iglidur® R	iglidur® UW	iglidur® V400	iglidur® Z
--	------------	------------	------------	-------------	---------------	------------

Caratteristiche generali

Materiali speciali

Densità g/cm ³	1,58	1,40	1,39	1,52	1,51	1,40
Colore	nero	nero	rosso	nero	bianco	marrone
Max. assorbimento di umidità a 23°C/50% u.r. Peso %	< 0,2	0,9	0,2	0,2	0,1	0,3
Max. assorbimento d'acqua per saturazione Peso %	0,4	4,9	1,1	0,8	0,2	1,1
Coefficiente d'attrito dinamico su acciaio (μ)	0,06–0,21	0,05–0,15	0,09–0,25	0,22–0,5	0,15–0,20	0,06–0,14
Max. p x v ammissibile (a secco) perno in acciaio, 20°C, spessore cuscinetto 1 mm	0,39	0,55	0,27	0,3	0,5	0,84
Caratteristiche meccaniche						
Modulo elastico MPa	5300	4500	1950	9600	4500	2400
Resistenza alla flessione a 20°C MPa	120	120	70	90	95	95
Resistenza alla compressione (assiale) MPa	66	89	n. d.	n. d.	n. d.	65
Max. carico specifico ammissibile, statico a 20°C MPa	50	100	23	40	45	150
Durezza Shore D	75	83	77	78	74	81
Caratteristiche fisiche e termiche						
Max. temperatura operativa permanente °C	130	135	90	90	200	250
Temperatura limite per breve durata °C	200	155	110	110	240	310
Temperatura operativa minima °C	- 40	- 40	- 50	- 50	- 50	- 100
Conducibilità termica W/m x K	0,25	0,23	0,25	0,60	0,24	0,62
Coefficiente di dilatazione termica (T _{rif} = 23°C) W ⁻¹ x 10 ⁻⁵	4	5	11	6	3	4
Caratteristiche elettriche						
Resistività di volume Ω cm	> 10 ¹³	> 10 ¹⁵	> 10 ¹²	< 10 ⁵	> 10 ¹²	> 10 ¹¹
Resistività di superficie Ω	> 10 ¹²	> 10 ¹²	> 10 ¹²	< 10 ⁵	> 10 ¹²	> 10 ¹¹



igidur® B

igidur® C

igidur® D

igidur® GLW

igidur® H2

igidur® J200

igidur® T220

igidur® UW500

igus® Cuscinetti

Tel. +39 039 59 06 1
Fax +39 039 59 06 222



Materiali speciali a richiesta

1,15	1,1	1,40	1,36	1,69	1,72	1,28	1,49
grigio	bianco	verde	nero	marrone	grigio scuro	bianco	nero
1,0	1,0	0,3	1,3	< 0,1	0,2	0,3	0,1
6,3	6,9	1,1	5,5	0,2	0,7	0,5	0,5
0,18–0,28	0,17–0,25	0,08–0,26	0,10–0,24	0,07–0,30	0,11–0,17	0,20–0,32	0,20–0,36
0,15	0,1	0,27	0,3	0,58	0,3	0,28	0,35
1750	1900	2000	7700	10300	2800	1800	16000
55	60	72	235	210	58	65	260
n. d.	n. d.	70	74	109	n. d.	n. d.	n. d.
40	40	23	80	110	23	45	140
69	72	78	78	88	70	76	86
100	90	90	100	200	90	100	250
130	130	110	160	240	120	160	315
- 40	- 40	- 50	- 40	- 40	- 50	- 40	- 100
0,24	0,24	0,25	0,24	0,24	0,24	0,24	0,60
12	15	11	17	4	8	11	4
> 10 ¹⁰	> 10 ¹⁰	> 10 ¹⁴	> 10 ¹¹	> 10 ¹⁵	> 10 ⁸	> 10 ¹⁰	< 10 ⁹
> 10 ⁹	> 10 ⁹	> 10 ¹⁴	> 10 ¹¹	> 10 ¹⁴	> 10 ⁸	> 10 ¹⁰	< 10 ⁹



Foto 1.1: Il sogno di ogni costruttore: individuare il cuscinetto giusto, di cui poter prevedere – già in fase di progettazione – performance e durata



Foto 1.2: Laboratorio cuscinetti iglidur®



Foto 1.3: Prove sui materiali

iglidur® – Cuscinetti a strisciamento in tecnopolimero

L'idea iglidur®: polimeri high-tech rinforzati con fibre disposte a matrice e lubrificanti solidi, ampiamente testati e collaudati nelle più svariate condizioni di lavoro.

Alla igus® sviluppiamo continuamente nuovi materiali effettuando oltre 5.000 prove e test di laboratorio all'anno su compound autolubrificanti esenti da manutenzione. Questo bagaglio di esperienze ci ha consentito di raggiungere un know-how molto vasto in materia e di creare un'esauriente banca dati dedicata alle proprietà tribologiche dei polimeri.

Grazie a questa banca dati siamo oggi in grado di fare una valutazione preliminare di ogni specifica applicazione, individuare e suggerire il materiale più idoneo e – già in fase di progettazione – effettuare una stima di durata, per consentire al cliente di fare tutte le considerazioni opportune.

Si monta e via

Avvalendoci dei risultati delle numerosissime prove effettuate, possiamo rispondere con sicurezza a tutte le domande sulla durata dei cuscinetti iglidur®, fornendo anche informazioni e accorgimenti importanti, ad esempio sul materiale per alberi più idoneo alla specifica applicazione.

Materiali high-tech stampati a iniezione

Nessun altro materiale è più versatile e consente di modificare ed adattare le caratteristiche meccaniche con altrettanta facilità: i compound termoplastici stampati a iniezione possono essere arricchiti con lubrificanti, rinforzati con fibre o con altri tipi di cariche, per ottenere migliori performance in termini di coefficienti d'attrito e resistenza all'abrasione.

Proprietà dei cuscinetti iglidur®

La igus® sviluppa materiali che ben rispondono alle esigenze di chi intende utilizzare un cuscinetto esente da manutenzione:



Caratteristiche dei materiali iglidur®

- Essenti da manutenzione
- Assenza di lubrificazione
- Resistenza alla corrosione
- Ottime performance in ambienti sporchi
- Bassi coefficienti di attrito
- Ottime capacità di carico
- Tollerano carichi di spigolo
- Buona stabilità termica
- Anche per alberi teneri
- Proprietà ammortizzanti

1. Mantengono nel tempo la proprietà meccaniche
2. Anche per impiego a secco, hanno bassi coefficienti di attrito
3. L'ottima resistenza all'abrasione ne garantisce la durata nel tempo

Sia in fase di scelta dei materiali che di dimensionamento è possibile ridurre al minimo gli svantaggi tipici delle materie plastiche. I cuscinetti iglidur® sono realizzati in spessori sottili e presentano una buona conducibilità termica: questi accorgimenti contribuiscono a contenere la dilatazione e garantire una rapida dissipazione del calore sviluppato per attrito, con conseguente aumento del carico ammissibile.

Caratteristiche specifiche

Oltre alle caratteristiche generali comuni a tutti i materiali iglidur®, ciascun compound presenta una serie di proprietà specifiche che ne determinano in modo più dettagliato le possibilità d'impiego. La descrizione particolareggiata di ogni materiale si trova nel rispettivo capitolo, unitamente alla tabella dimensionale degli articoli facenti parte del programma di produzione standard.

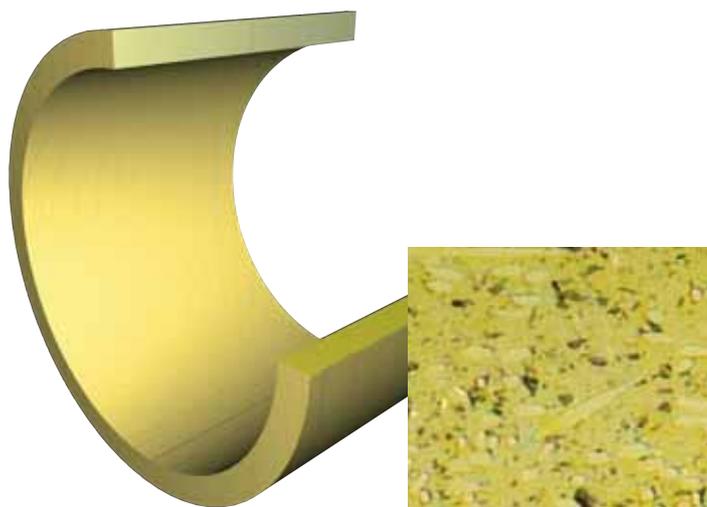


Grafico 1.1: I cuscinetti iglidur® hanno una composizione omogenea: i tecnopolimeri di base, una matrice di fibre ed i lubrificanti solidi conferiscono alla struttura ottime caratteristiche meccaniche

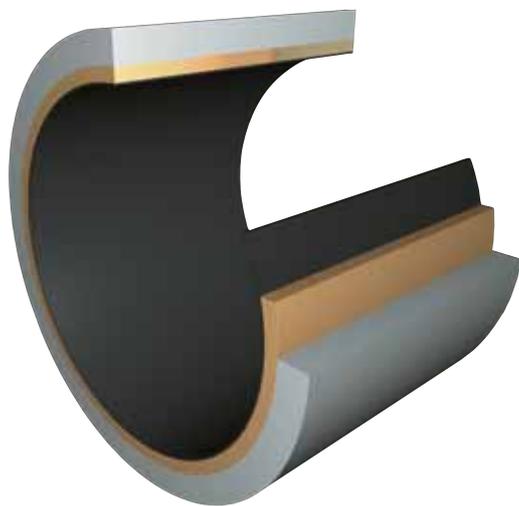


Grafico 1.2: La soluzione tradizionale: un guscio in materiale ferroso con una sottile spalmatura di lubrificante sulla superficie di strisciamento



Foto 1.4: Cuscinetti autolubrificanti iglidur®: il materiale giusto per ogni applicazione. In foto iglidur® A180 materiale conforme alle normative FDA per il contatto diretto con gli alimenti

L'effetto autolubrificante

Il materiale di realizzazione dei cuscinetti a strisciamento iglidur® comprende:

- Tecnopolimeri di base
- Fibre disposte a matrice
- Lubrificanti solidi

Questi componenti non sono applicati a strati, bensì vengono mescolati uniformemente fra loro per ottenere una lega omogenea. L'importanza di questo elemento è evidente se si esaminano le prestazioni richieste ad un cuscinetto:

1. Il coefficiente di attrito, determinato in particolare dalle controsuperfici di scorrimento, deve essere il più basso possibile.
2. I lubrificanti devono essere parte integrante del cuscinetto, onde evitare che si stacchino o si spostino per effetto del carico applicato.
3. Oltre allo strisciamento, anche le sollecitazioni (pressione, shock, vibrazioni, carichi di spigolo, ...) che si scaricano sul cuscinetto sono causa di usura, di conseguenza questo deve avere una buona resistenza meccanica.

Purtroppo non esiste un materiale che – da solo – sia in grado di rispondere in modo efficace a tutte queste esigenze contemporaneamente.

La soluzione tradizionale:

Un guscio rigido con un rivestimento anti-frizione morbido. I cuscinetti rivestiti funzionano su questo principio: lavorano a secco senza manutenzione finché dura la spalmatura di lubrificante. Però lo strato antifrizione è delicato e tenero: in presenza di sporcizia, elevate sollecitazioni, carichi di spigolo o vibrazioni, cede e si stacca.

I cuscinetti a strisciamento iglidur® funzionano diversamente

Per ciascuna delle funzioni richieste ad un cuscinetto è previsto uno specifico componente dei materiali iglidur®:

- I polimeri di base sono indispensabili per la resistenza all'abrasione.
- Fibre e cariche rinforzano il cuscinetto in modo che forze e sollecitazioni elevate, ma anche urti e carichi di spigolo possano essere assorbiti senza problemi.
- I lubrificanti solidi garantiscono il funzionamento regolare del cuscinetto, riducendo l'attrito del sistema e aumentando di conseguenza la durata.

Lubrificazione incorporata

I lubrificanti solidi sono parte integrante del compound; non c'è quindi rischio che – per effetto della sporcizia presente nell'ambiente di lavoro o della pressione agente, di carichi di spigolo o sollecitazioni esterne quali shock o vibrazioni – si scorporino dal resto del cuscinetto, perdendo efficacia. Al contrario essi entrano in azione non appena si innesca un movimento relativo tra i contropiezzi.

I lubrificanti contribuiscono a ridurre il coefficiente di attrito, garantendo un funzionamento regolare di lunga durata. Essendo omogeneamente distribuiti nel compound, col passare del tempo – anche in presenza di usura molto marcata – non si esauriscono.

Polimeri di base e fibre

Il carico agente sul cuscinetto viene supportato dai tecnopolimeri che, grazie alle proprietà meccaniche e all'elasticità che li caratterizza, lo distribuiscono in modo uniforme su tutta la zona di appoggio, evitando un sovraccarico localizzato su una superficie di contatto ridotta. Le fibre assolvono invece alla funzione fondamentale di smorzare le vibrazioni e gli urti a carico del cuscinetto, mantenendone una buona stabilità meccanica e dimensionale.

La fase di rodaggio

Nella fase iniziale si verifica un rodaggio tra albero e cuscinetto: si ha una microabrasione di partenza sul cuscinetto ed un assestamento dei contropiezzi, che si adattano in modo ottimale l'uno con l'altro. La superficie di contatto aumenta, quindi il carico

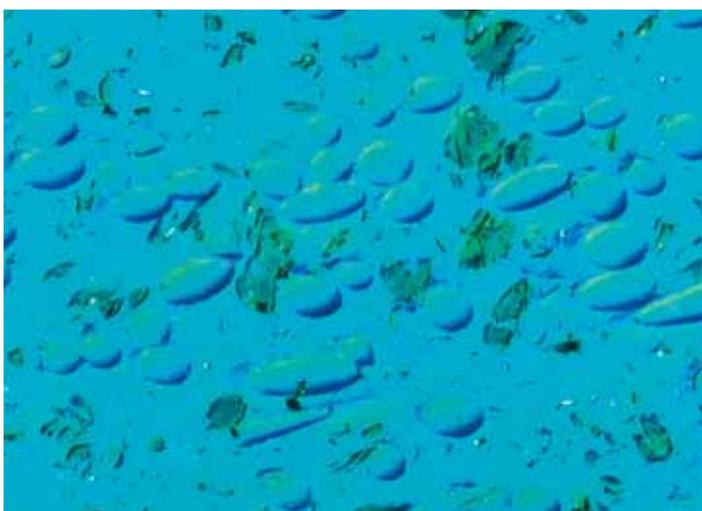


Foto 1.5: Polimeri di base con fibre e lubrificanti solidi; ingrandimento di 200 volte



Foto 1.6: Polimeri di base e lubrificanti solidi, senza fibre di rinforzo; ingrandimento di 50 volte

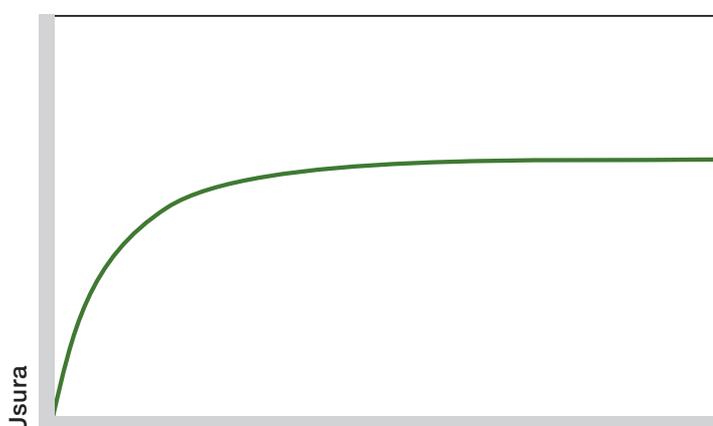


Grafico 1.3: Durante la fase di rodaggio l'abrasione relativa diminuisce progressivamente

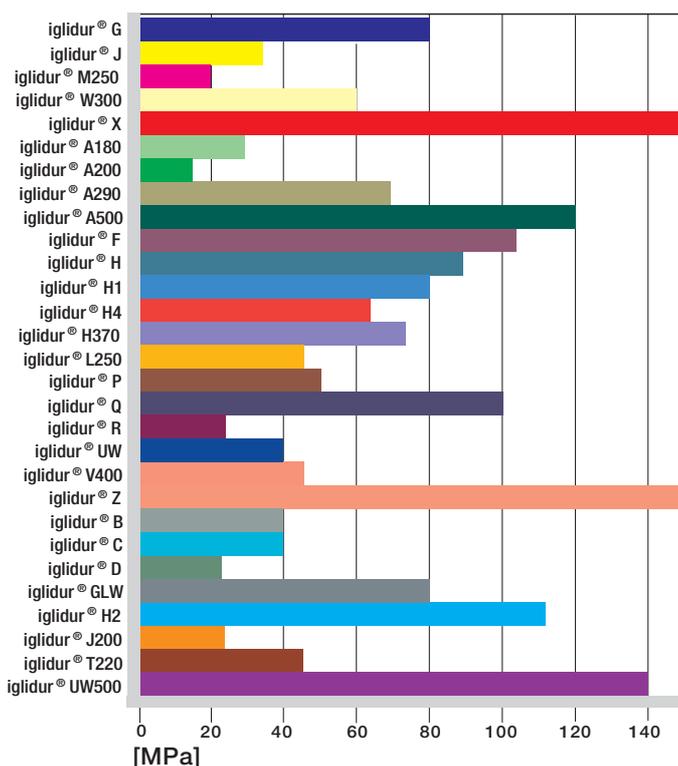


Grafico 1.4: Max. carico specifico ammissibile a 20°C, statico

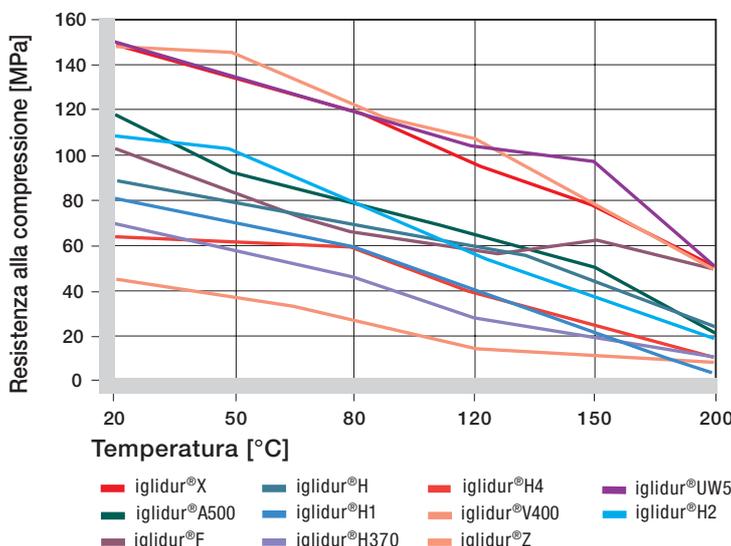
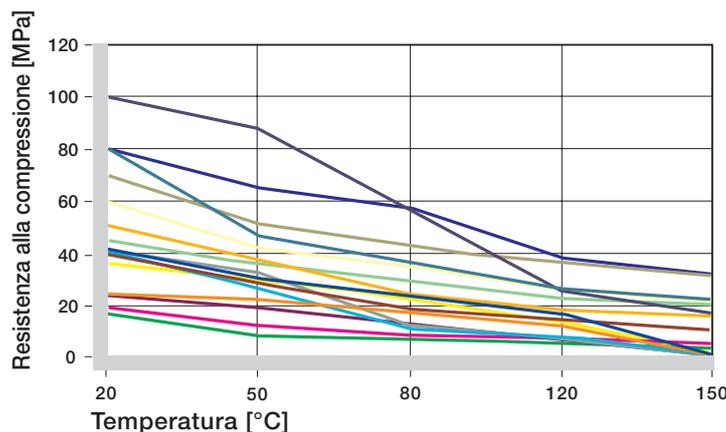


Grafico 1.5: Resistenza alla compressione dei cuscinetti iglidur® in funzione della temperatura

specifico diminuisce. Contemporaneamente si riducono anche l'abrasione relativa ed il coefficiente d'attrito che, più alti nella fase iniziale, si assestano poi su valori pressoché costanti. Un'eventuale lubrificazione in fase di montaggio facilita lo start-up.

Resistenza alla compressione

La resistenza alla compressione di un cuscinetto corrisponde alla pressione che questo è in grado di sostenere, ed è espressa in MPa (corrispondenti a N/mm²). Come superficie d'appoggio si considera la proiezione (diametro interno per lunghezza).

Cuscinetti:
$$p = \frac{F}{d1 \cdot b1}$$

Il calcolo della pressione agente sulle ralle è analogo.

Ralle:
$$p = \frac{F}{(d2^2 - d1^2) \cdot \frac{\pi}{4}}$$

Dove
F Carico [N]
d1 Diametro interno [mm]
b1 Lunghezza [mm]
d2 Diametro esterno della ralla [mm]

Carico specifico ammissibile

Un'importante caratteristica di riferimento per i cuscinetti iglidur® è il massimo carico statico ammissibile, il cui valore varia sensibilmente da un materiale all'altro. Questo parametro definisce il massimo carico permanente ammissibile su un cuscinetto per applicazioni statiche o con un movimento molto lento (massimo di 0,01 m/sec), oltre il quale si va incontro ad un danneggiamento del materiale (deformazione permanente e/o significativa diminuzione delle proprietà meccaniche). E' possibile superare i valori indicati, purché la sollecitazione sia applicata per una durata molto breve. Ad esempio alcuni materiali sono in grado di sostenere un carico specifico pari a due volte il limite segnalato, purché per un tempo massimo di pochi minuti. Contattaci per eventuali chiarimenti in proposito.

► Dati tecnici dei materiali, Pagina 1.12

Carico e temperatura

I grafici 1.4 e 1.5 illustrano la resistenza alla compressione dei cuscinetti iglidur® in funzione della temperatura. Decidendo di impiegare un cuscinetto a strisciamento, già in fase di progettazione è opportuno tenere presente che – a causa del calore sviluppato per attrito – la temperatura sul cuscinetto è generalmente superiore rispetto a quella dell'ambiente circostante. Per verificare questa eventualità, potete usufruire del sistema esperto per cuscinetti iglidur® oppure, per via sperimentale, effettuare una prova preliminare a banco.

Carico e velocità

Al diminuire del carico specifico applicato, la velocità ammissibile aumenta. Il prodotto risultante dal carico specifico [p] per la velocità [v] può essere interpretato come indice di riscaldamento del cuscinetto, molto importante per applicazioni con movimenti di rotazione e oscillazione, oppure movimenti lineari con corse brevi. Questa relazione viene illustrata nel diagramma $p \times v$ riportato all'inizio di ogni capitolo dedicato ai materiali iglidur®.

Carico e usura

Il carico agente sul cuscinetto influisce naturalmente sull'usura: i diagrammi a lato mostrano l'andamento dell'abrasione relativa sui diversi materiali iglidur® in funzione del carico applicato. È fondamentale che la scelta del materiale venga effettuata sulla base delle effettive condizioni d'impiego: per ogni valore di carico specifico, vi è il cuscinetto a strisciamento più idoneo.

Carico e coefficiente di attrito

Tipicamente nei cuscinetti a strisciamento il coefficiente di attrito diminuisce all'aumentare del carico specifico. Non meno rilevante in questo contesto è anche la tipologia di albero impiegato, in termini di materiale, durezza, grado di finitura ed eventuali trattamenti superficiali.

► Coefficienti di attrito, Pagina 1.27

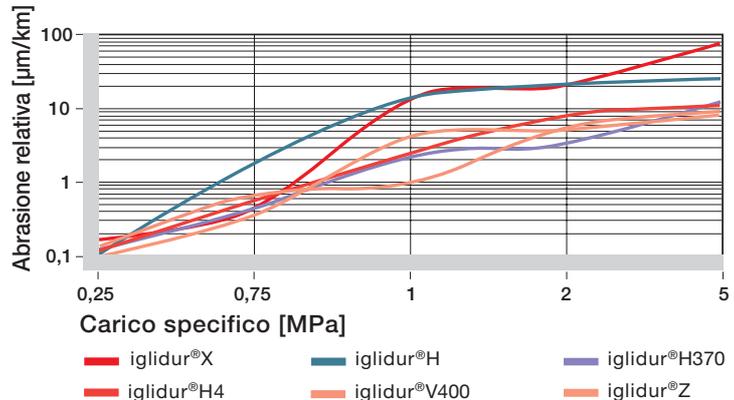
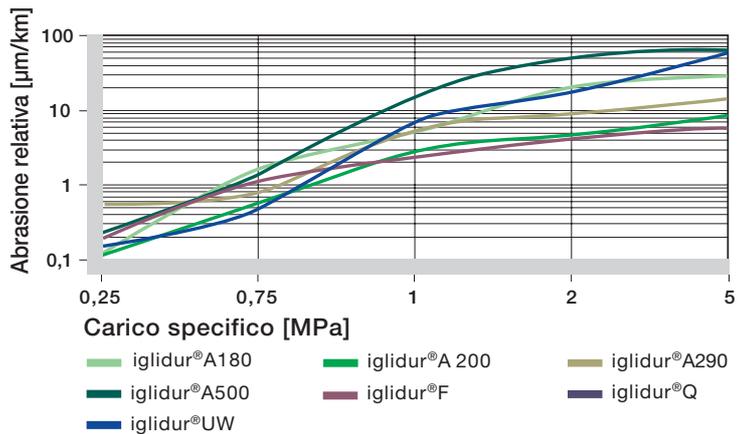
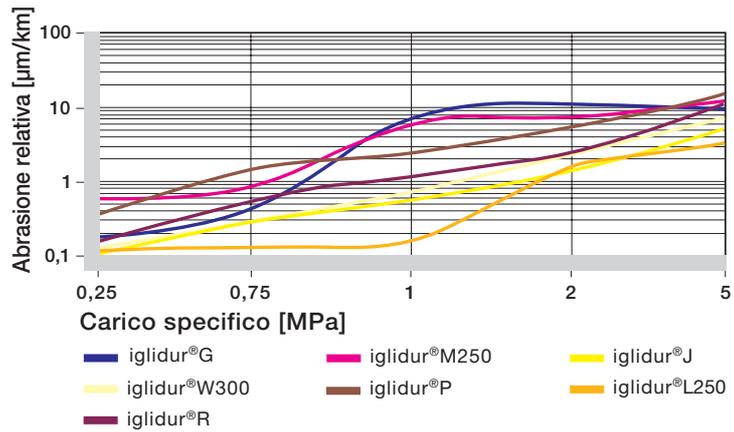


Grafico 1.6: Abrasione relativa rilevata su cuscinetti iglidur® in presenza di carichi lievi

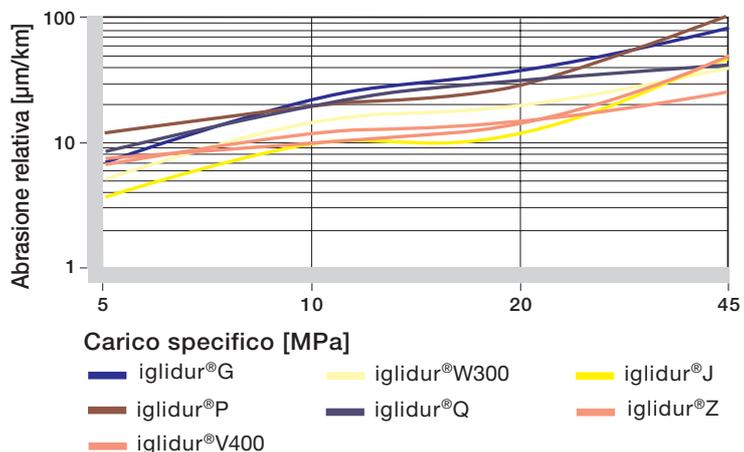


Grafico 1.7: Abrasione relativa rilevata su cuscinetti iglidur® in presenza di carichi medio-alti

Materiale	Rotatorio	Oscillatorio	Lineare
iglidur® G	1	0,7	4
iglidur® J	1,5	1,1	8
iglidur® M250	0,8	0,6	2,5
iglidur® W300	1	0,7	4
iglidur® X	1,5	1,1	5
iglidur® A180	0,8	0,6	3,5
iglidur® A200	0,8	0,6	2
iglidur® A290	1	0,7	3
iglidur® A500	0,6	0,4	1
iglidur® F	0,8	0,6	3
iglidur® H	1	0,7	3
iglidur® H1	2	1,0	5
iglidur® H4	1	0,7	1
iglidur® H370	1,2	0,8	4
iglidur® L250	1	0,7	2
iglidur® P	1	0,7	3
iglidur® Q	1	0,7	5
iglidur® R	0,8	0,6	3,5
iglidur® UW	0,5	0,4	2
iglidur® V400	0,9	0,6	2
iglidur® Z	1,5	1,1	5
iglidur® B	0,7	0,5	2
iglidur® C	1	0,7	2
iglidur® D	1,5	1,1	8
iglidur® GLW	0,8	0,6	2,5
iglidur® H2	0,9	0,6	2,5
iglidur® J200	1	0,7	10
iglidur® T220	0,4	0,3	1
iglidur® UW500	0,8	0,6	2

Tabella 1.1: Velocità massime ammissibili per cuscinetti iglidur®, permanenti [m/s]

Materiale	Rotatorio	Oscillatorio	Lineare
iglidur® G	2	1,4	5
iglidur® J	3	2,1	10
iglidur® M250	2	1,4	5
iglidur® W300	2,5	1,8	6
iglidur® X	3,5	2,5	10
iglidur® A180	1,2	1	5
iglidur® A200	1,5	1,1	3
iglidur® A290	2	1,4	4
iglidur® A500	1	0,7	2
iglidur® F	1,5	1,1	5
iglidur® H	1,5	1,1	4
iglidur® H1	2,5	1,5	7
iglidur® H4	1,5	1,1	2
iglidur® H370	1,5	1,1	5
iglidur® L250	1,5	1,1	3
iglidur® P	2	1,4	4
iglidur® Q	2	1,4	6
iglidur® R	1,2	1	5
iglidur® UW	1,5	1,1	3
iglidur® V400	1,3	0,9	3
iglidur® Z	3,5	2,5	6
iglidur® B	1	0,7	3
iglidur® C	1,5	1,1	3
iglidur® D	3	2,1	10
iglidur® GLW	1	0,7	3
iglidur® H2	1	0,7	3
iglidur® J200	1,5	1,1	15
iglidur® T220	1	0,7	2
iglidur® UW500	1,5	1,1	3

Tabella 1.2: Velocità massime ammissibili per cuscinetti iglidur®, per breve durata [m/s]

Velocità di strisciamento

Nei cuscinetti a strisciamento la velocità è un elemento da controllare con estrema attenzione. Fondamentale non è il regime di giri, bensì la velocità periferica riferita al diametro del cuscinetto, espressa in metri al secondo.

$$\text{Rotazione: } v = \frac{n \cdot d1 \cdot \pi}{60 \cdot 1000} \left[\frac{m}{s} \right]$$

$$\text{Oscillazione: } v = d1 \cdot \pi \cdot \frac{2 \cdot \beta}{360} \cdot \frac{f}{1000} \left[\frac{m}{s} \right]$$

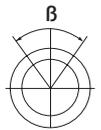
Dove

d1 = Diametro dell'albero [mm]

f = Frequenza [cicli/sec]

β = Angolo [°]

n = Giri al minuto



In caso di velocità variabili, ad esempio nei movimenti oscillatori, quella di riferimento è la velocità media.

Velocità massime ammissibili

In caso di funzionamento continuo, i cuscinetti iglidur® sono particolarmente indicati per applicazioni con velocità di strisciamento medio-basse.

Le tabelle 1.1 e 1.2 riportano le massime velocità ammissibili – permanenti e per breve durata – rispettivamente per movimenti rotatori, oscillatori e lineari.

Questi sono valori limite, raggiungibili solo se il cuscinetto non è praticamente sottoposto ad alcuna sollecitazione di tipo meccanico. Infatti se all'alta velocità si aggiungono forze o tensioni esterne, si rischia che la temperatura – a causa del calore sviluppato per attrito – aumenti fino a superare il valore massimo ammissibile, a scapito delle proprietà meccaniche e delle prestazioni proprie del materiale. E' inoltre opportuno tenere presente che nella pratica, per effetto delle interazioni tra le diverse sollecitazioni agenti, spesso bisogna considerare un ulteriore margine di sicurezza.

L'imposizione di un limite di velocità è legato al riscaldamento del cuscinetto. Questo è il motivo per cui i valori cambiano in funzione del tipo di movimento: per striscia-

mento lineare – specie con corse lunghe – il calore sviluppato per attrito viene dissipato dall'albero (miglior conduttore rispetto al cuscinetto), per cui le velocità ammissibili sono superiori.

Velocità e usura

Velocità di strisciamento elevate si traducono automaticamente in lunghe distanze di scorrimento; per questo motivo è importante che per applicazioni ad alte velocità si impieghi un compound caratterizzato da una buona resistenza all'abrasione.

Velocità e coefficienti di attrito

Il coefficiente di attrito di un cuscinetto a strisciamento varia sensibilmente al variare della velocità: in generale velocità molto alte o molto basse comportano coefficienti di attrito maggiori di quelli raggiunti a velocità medie. Il grafico 1.8 illustra questa relazione portando come esempio un'applicazione su albero in acciaio temprato (Cf53) con un carico specifico di 0,7 MPa. Anche in questo caso è evidente quanto la scelta del materiale iglidur®, a parità di condizioni operative, possa influire sulla durata del cuscinetto. Interpellateci in proposito: in base alle caratteristiche applicative, saremo in grado di consigliarvi il materiale iglidur® più idoneo.

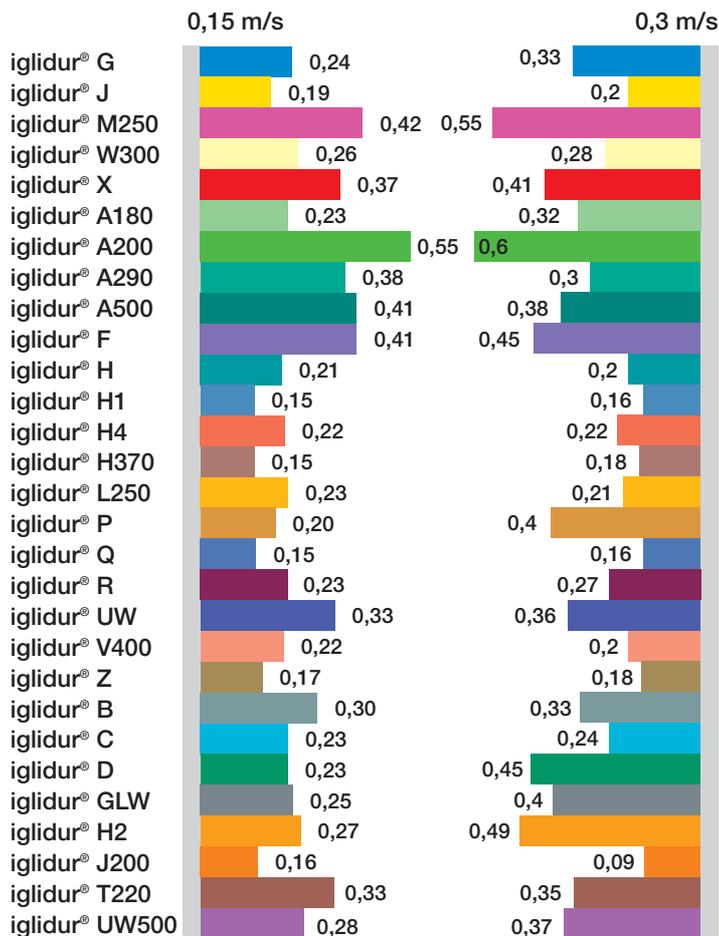


Grafico 1.8: Coefficienti di attrito dei materiali iglidur® per strisciamento su albero in Cf53 (acciaio temprato), a due diverse velocità

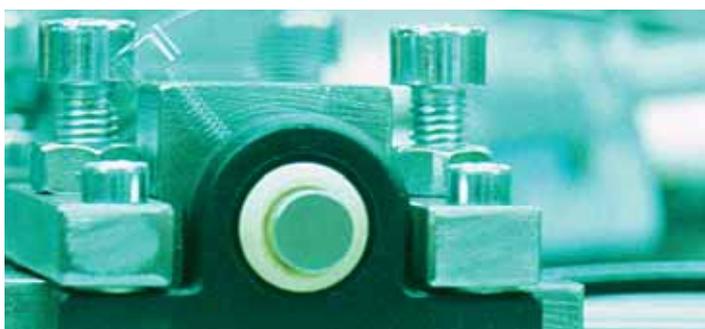


Foto 1.7: Prove di laboratorio per valutare il coefficiente di attrito e l'abrasione di un supporto snodato igubal®



Foto 1.8: Verifica della massima velocità ammissibile per una testa a snodo igubal®, movimento rotatorio



$$p \times v \text{ amm.} = \left(\frac{[K1 \cdot \pi \cdot \lambda k \cdot \Delta T]}{\mu \cdot s} + \frac{[K2 \cdot \pi \cdot \lambda s \cdot \Delta T]}{\mu \cdot b1 \cdot 2} \right) \cdot 10^{-3}$$

Dove

- K1, K2 = Fattori di dissipazione del calore (K1 = 0,5, K2 = 0,042)
- s = Spessore parete del cuscinetto [mm]
- b1 = Lunghezza del cuscinetto [mm]
- μ = Coefficiente di attrito
- λs = Conducibilità termica dell'albero
- λk = Conducibilità termica del cuscinetto
- ΔT = (T_a - T_U)
- T_U = Temperatura dell'ambiente di lavoro
- T_a = Max. temperatura operativa ammissibile

Materiale	Conducibilità termica [W/m x k]
Acciaio	46
Alluminio	204
Ghisa	58
AISI 304	16
Ceramica	1,4
Plastica	0,24

Tabella 1.3: Conducibilità termica dei più comuni materiali per alberi

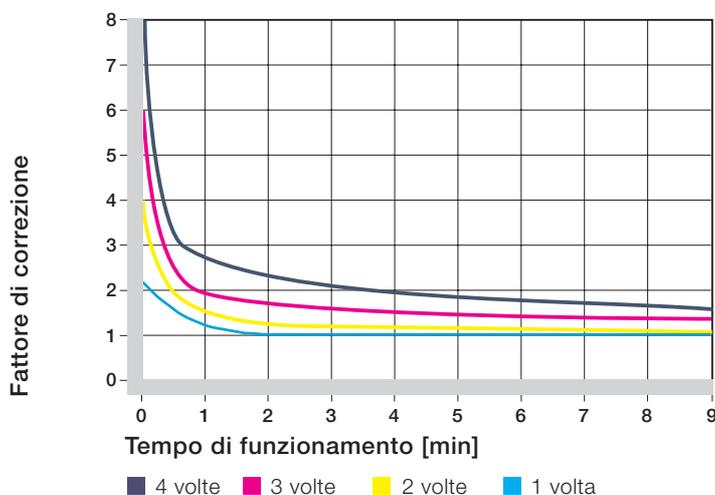


Grafico 1.9: Fattore di correzione del p x v ammissibile in base al tempo di funzionamento

Lubrificazione	Fattore di correzione
Funzionamento a secco	1
Al montaggio	1,3
Permanente, con grasso	2
Permanente, con acqua	4
Permanente, con olio	5

Tabella 1.4: Fattore di correzione del p x v ammissibile in caso di lubrificazione

Prodotto p x v

Il prodotto del carico specifico [p] per la velocità di strisciamento [v] acquisisce particolare importanza per i cuscinetti a strisciamento. Esso viene utilizzato come indice del calore sviluppato per attrito e di conseguenza si adotta come strumento di analisi per verificare l'idoneità di un cuscinetto alla specifica applicazione. A questo scopo si calcola il p x v ammissibile in quelle condizioni di lavoro e lo si confronta con il p x v effettivo. Il p x v ammissibile dipende da più fattori, tra cui il materiale del controprezzo, l'effettiva dissipazione del calore sviluppato per attrito, la temperatura dell'ambiente di lavoro ed il tempo di funzionamento.

Fattore di correzione

Nelle applicazioni on-off, se il tempo di funzionamento è breve il riscaldamento in corrispondenza del cuscinetto non è eccessivo, per questo motivo il p x v ammissibile aumenta. Attraverso prove e test di laboratorio abbiamo verificato che ciò è significativo in caso di funzionamento per un tempo inferiore ai 10 minuti; più breve è il funzionamento, minore è la temperatura raggiunta sul cuscinetto. Importante è anche il rapporto tra tempo di funzionamento (fase „on“) e pausa (fase „off“): è evidente che lunghe pause consentono il graduale raffreddamento del cuscinetto. Le curve del grafico 1.9 illustrano quale sia la correzione del fattore p x v nei diversi casi (3 volte significa che la fase „off“ dura il triplo rispetto alla fase „on“).

Lubrificazione

Anche se nati per lavorare a secco, i cuscinetti a strisciamento iglidur® raggiungono performance ancora migliori in caso di applicazioni lubrificate. Una lubrificazione un tantum al montaggio migliora il comportamento in fase di rodaggio, riducendo il coefficiente di attrito ed il calore sviluppato per attrito. Questo assicura un funzionamento regolare ed un incremento della durata del cuscinetto, oltre a far aumentare il carico ammissibile. Le prove di laboratorio hanno fornito risultati interessanti per applicazioni lubrificate: contattateci per eventuali chiarimenti ed informazioni più dettagliate.

Temperature

I cuscinetti in tecnopolimero vengono spesso sottovalutati in riferimento alle temperature di utilizzo ammissibili: chi crede che delle boccole in plastica possano essere impiegate fino a 300°C? In genere la letteratura fornisce la massima temperatura permanente ammissibile: questo dato individua il valore massimo di temperatura ammissibile, per una determinata durata, sul materiale a riposo (ossia per applicazione statica, con cuscinetto non sottoposto a carico né altre sollecitazioni meccaniche), senza che la perdita di proprietà tecniche ecceda un range prestabilito di valori. Questa prova normalizzata fornisce però un'informazione ben poco rilevante, perchè un cuscinetto, proprio per la sua funzione, è praticamente sempre sottoposto a sollecitazioni.

Molto più interessante è il range di temperatura operativa ammissibile per il materiale.

Temperature operative

La temperatura operativa minima è quella oltre la quale il materiale va considerato inutilizzabile in quanto diventa così fragile da non garantire un funzionamento regolare. La massima temperatura operativa permanente è quella che garantisce il mantenimento delle caratteristiche meccaniche entro valori accettabili. La temperatura operativa minima è quella oltre la quale il materiale va considerato inutilizzabile in quanto diventa così fragile da non garantire un funzionamento regolare. La massima temperatura operativa permanente è quella che garantisce il mantenimento delle caratteristiche meccaniche entro valori accettabili.

La massima temperatura operativa „per breve durata“ è il limite oltre il quale il materiale diventa talmente morbido da non poter sopportare nemmeno sollecitazioni lievi. In questo contesto con „breve durata“ si intendono pochi minuti. In caso di applicazioni lineari con cuscinetti sottoposti a un carico assiale c'è il rischio che, per effetto della temperatura, il cuscinetto si sfilì dalla sede. In questi casi il piantaggio con interferenza non garantisce la tenuta: è indispensabile provvedere ad un fissaggio meccanico.

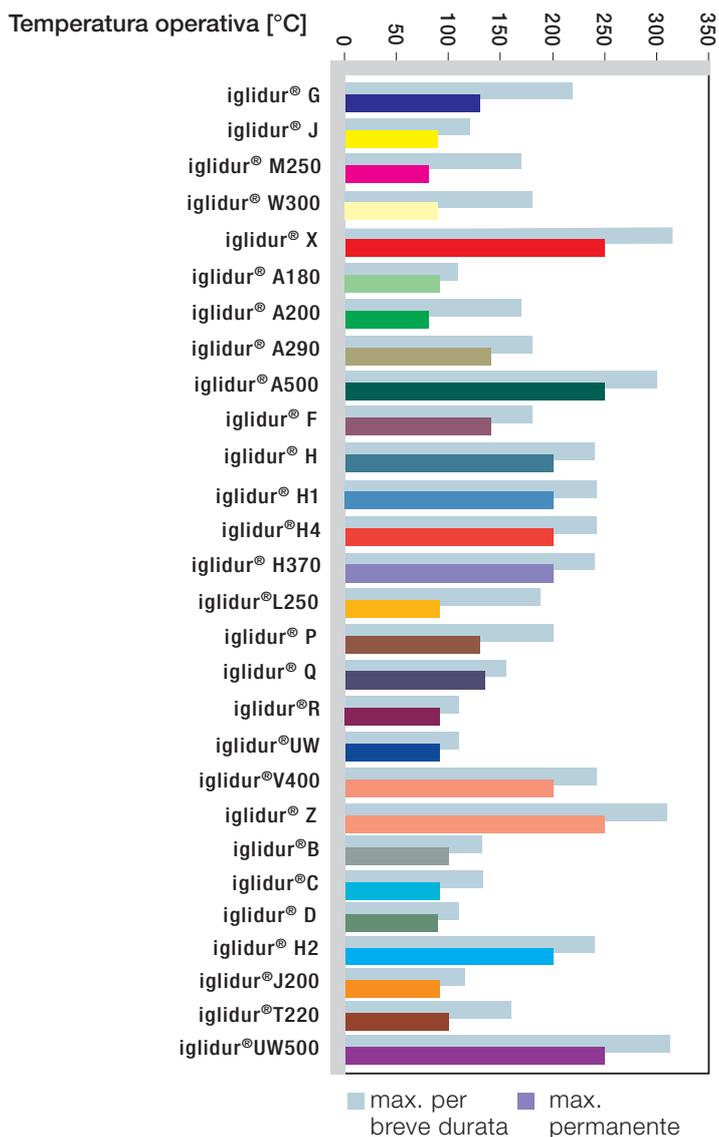


Grafico 1.10: Massime temperature operative: per breve durata e permanenti

Materiale	Temperatura operativa minima [°C]	Materiale	Temperatura operativa minima [°C]
iglidur® G	- 40	iglidur® B	- 40
iglidur® J	- 50	iglidur® C	- 40
iglidur® M250	- 40	iglidur® D	- 50
iglidur® W300	- 40	iglidur® GLW	- 40
iglidur® X	- 100	iglidur® H2	- 40
iglidur® A180	- 50	iglidur® J200	- 50
iglidur® A200	- 40	iglidur® T220	- 40
iglidur® A290	- 40	iglidur® UW500	- 100
iglidur® A500	- 100		
iglidur® F	- 40		
iglidur® H	- 40		
iglidur® H1	- 40		
iglidur® H4	- 40		
iglidur® H370	- 40		
iglidur® L250	- 40		
iglidur® P	- 40		
iglidur® Q	- 40		
iglidur® R	- 50		
iglidur® UW	- 50		
iglidur® V400	- 50		
iglidur® Z	- 100		

Tabella 1.5: Temperature operative minime per materiali iglidur®



Foto: 1.9: Cuscinetto iglidur® X in uso ad alte temperature, dovute all'ambiente di fonderia

igus® Cuscinetti

Tel. +39 039 59 06 1
Fax +39 039 59 06 222



Materiale | **Temperatura limite di tenuta [°C]**

iglidur® G	100
iglidur® J	60
iglidur® M250	60
iglidur® W300	60
iglidur® X	135
iglidur® A180	60
iglidur® A200	50
iglidur® A290	110
iglidur® A500	130
iglidur® F	105
iglidur® H	120
iglidur® H1	90
iglidur® H4	110
iglidur® H370	100
iglidur® L250	55
iglidur® P	90
iglidur® Q	50
iglidur® R	50
iglidur® UW	80
iglidur® V400	100
iglidur® Z	145
iglidur® B	50
iglidur® C	40
iglidur® D	50
iglidur® GLW	80
iglidur® H2	110
iglidur® J200	60
iglidur® T220	50
iglidur® UW500	150

Tabella 1.6: Temperature oltre le quali provvedere a un fissaggio meccanico del cuscinetto

Materiale | **Max temperatura ambiente, per breve durata [°C]**

iglidur® G	220
iglidur® J	140
iglidur® M250	200
iglidur® W300	200
iglidur® X	315
iglidur® A180	110
iglidur® A200	200
iglidur® A290	230
iglidur® A500	315
iglidur® F	230
iglidur® H	260
iglidur® H1	240
iglidur® H4	260
iglidur® H370	260
iglidur® L250	200
iglidur® P	200
iglidur® Q	200
iglidur® R	140
iglidur® UW	140
iglidur® V400	250
iglidur® Z	310
iglidur® B	130
iglidur® C	150
iglidur® D	140
iglidur® GLW	200
iglidur® H2	260
iglidur® J200	140
iglidur® T220	170
iglidur® UW500	315

Tabella 1.7: Massima temperatura dell'ambiente di lavoro, a cuscinetto fermo e senza carico, per breve durata

La tabella 1.6 indica le temperature oltre le quali si deve provvedere a un fissaggio meccanico del cuscinetto, anche in caso di carichi assiali minimi. Maggiori sono le sollecitazioni agenti, più importante diventa effettuare il fissaggio. Interpellateci per qualsiasi chiarimento sul tipo di fissaggio più opportuno per cuscinetti iglidur®.

La tabella 1.7 indica la massima temperatura ammissibile, per breve durata, nell'ambiente di lavoro circostante al cuscinetto. Se il cuscinetto raggiunge questa temperatura, non deve essere contemporaneamente sottoposto a nessun tipo di sollecitazione. Questi valori sono di riferimento per casi in cui, ad esempio, il cuscinetto venga premontato in un assieme che debba essere verniciato: esso può infatti subire il passaggio in forno, purché in quella fase sia „a riposo“. E' però opportuno, ancora una volta, assicurarsi che all'aumentare della temperatura il cuscinetto, subendo un rilassamento, non possa fuoriuscire dalla sede: è quindi necessario trovare un espediente costruttivo che assolva questa funzione.

Temperatura e carico

All'aumentare della temperatura, la capacità di carico dei cuscinetti a strisciamento diminuisce. Ogni materiale ha un comportamento diverso; ad esempio iglidur® X a 200°C può ancora sopportare un carico specifico di 52 MPa.

Coefficiente di dilatazione termica

Il coefficiente di dilatazione termica dei materiali plastici è mediamente 10–20 volte superiore rispetto a quello dei metalli; inoltre nelle plastiche non ha un andamento lineare. Il controllo della dilatazione termica è un punto chiave per il funzionamento regolare di un cuscinetto a strisciamento; per questo motivo i cuscinetti iglidur® hanno dimensioni e tolleranze di accoppiamento tali da garantire un certo gioco tra boccola e albero, in modo da scongiurare il rischio di grippaggio. Il coefficiente di dilatazione termica dei cuscinetti iglidur®, indicato di volta in volta nel capitolo in cui viene trattato il materiale, è quello relativo al range di temperatura significativo per l'impiego dei cuscinetti.



Foto 1.10: Test e verifiche di laboratorio con temperature fino a 250°C

Coefficiente di attrito

I cuscinetti a strisciamento iglidur® non richiedono lubrificazione in quanto il loro stesso compound contiene lubrificanti solidi che riducono il coefficiente di attrito contribuendo ad incrementarne la resistenza all'abrasione. L'attrito – inteso come resistenza di un corpo ad entrare in movimento – è proporzionale al peso del corpo (nella formula indicato con „F“), ed esprime la forza necessaria per far scorrere un oggetto sopra una superficie.

$$F_R = \mu \cdot F$$

Parlando di coefficiente di attrito „di primo distacco“ ci si riferisce a quello riscontrato quando si mette in movimento un corpo precedentemente fermo; mentre il coefficiente di attrito dinamico è quello rilevato quando un corpo deve essere mantenuto in movimento.

Coefficienti di attrito e superfici

Sono tanti gli elementi che influiscono sul coefficiente d'attrito. Uno di questi, che riveste importanza rilevante, è il grado di finitura delle superfici di scorrimento. In caso di rugosità eccessiva si osserva un'abrasione molto precoce e marcata ai danni del cuscinetto: per evitare l'aggrappaggio tra i contropezzi, le asperità devono essere smussate. Viceversa in caso di rugosità troppo fine le superfici tendono ad aderire tra loro, e si assiste ad una sorta di „incollaggio“ che fa aumentare sensibilmente l'attrito. Quando i valori del coefficiente di attrito statico e dinamico sono molto diversi fra loro, a maggior ragione in caso di superfici molto lisce, c'è il rischio di stick-slip, riconoscibile dal funzionamento irregolare e spesso rumoroso (fenomeno di stridio), con tendenza all'impuntamento. Lo stick-slip rappresenta dunque una causa di malfunzionamento per i cuscinetti. Molto spesso questi problemi di rumorosità si risolvono – o quantomeno si riducono – impiegando alberi più ruvidi. Se un'applicazione comporta rischi di stick-slip (movimenti lenti, oppure accelerazioni brusche in presenza di bassi carichi), è opportuno effettuare una scelta mirata del tipo di albero e del grado di finitura superficiale.

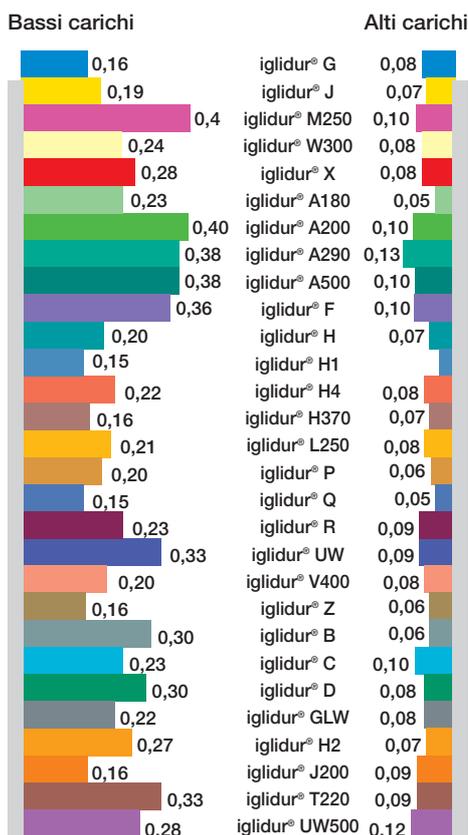


Grafico 1.11: Coefficienti di attrito dei materiali iglidur® al variare del carico specifico



Foto 1.11: Misura e verifica del coefficiente di attrito



Foto 1.12: Esempio di abrasione anomala, causata da un albero troppo liscio

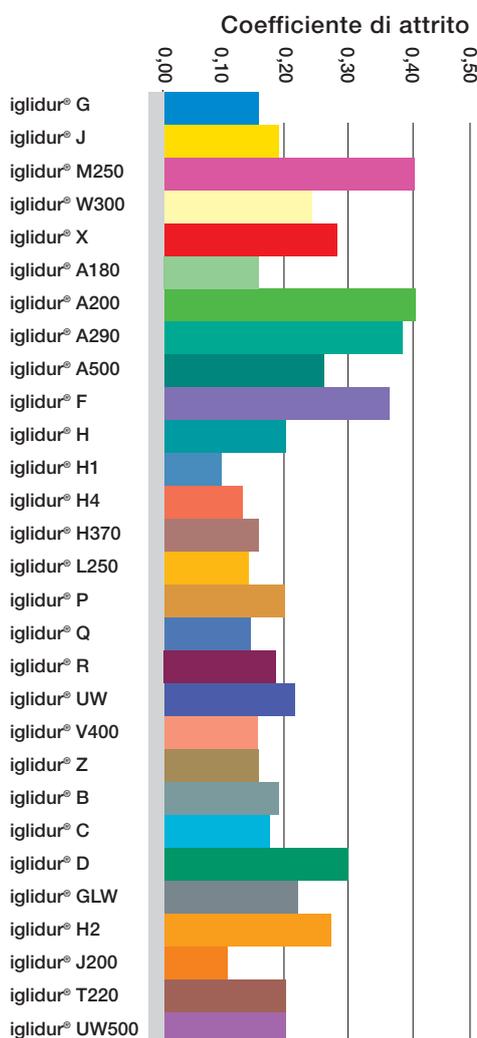


Grafico 1.12: Coefficienti di attrito dei cuscinetti iglidur® per scorrimento su superfici a bassa rugosità, con basso carico (P = 0,75 MPa)

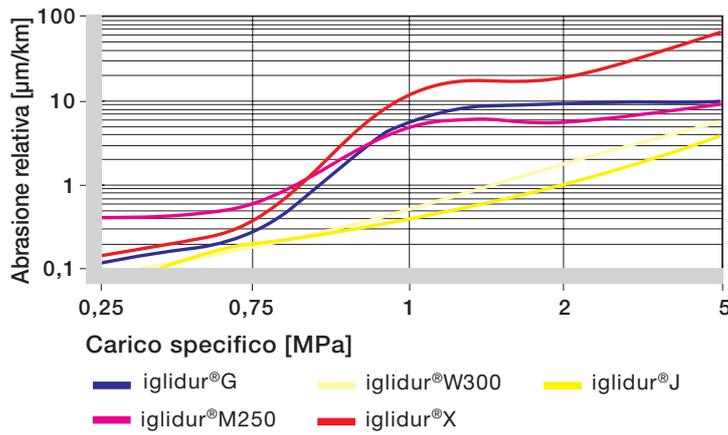


Grafico 1.13: Abrasione relativa dei cuscinetti iglidur® con bassi carichi, albero in acciaio temprato (Cf53), $v = 0,1$ m/s

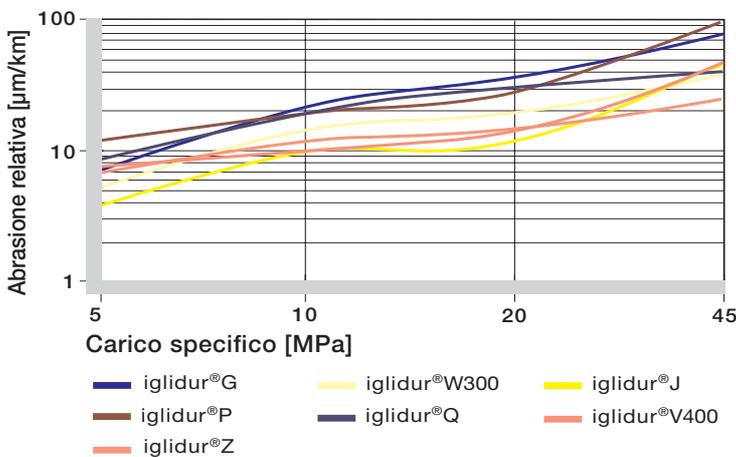


Grafico 1.14: Abrasione relativa dei cuscinetti iglidur® con carichi medi e alti, albero in acciaio temprato (Cf53), $v = 0,1$ m/s



Foto 1.13: Banco prova per carichi fino a 150 MPa e temperature fino a 250°C

Resistenza all'abrasione

Dal momento che tantissimi fattori, alcuni dei quali difficilmente determinabili, influiscono sul deterioramento dei componenti di una macchina o attrezzatura, diventa difficile fare delle considerazioni sul tempo di funzionamento o prevederne la durata. In questo senso l'usura è un criterio abbastanza significativo, in quanto ad essa è spesso associata la funzionalità della macchina stessa. Per avere delle informazioni in più sui parametri che influiscono sull'usura, abbiamo effettuato una serie di prove di laboratorio comparative: a parità di carico e velocità, abbiamo confrontato i risultati ottenuti per diverse combinazioni perno/boccola, verificando che esiste effettivamente un nesso tra tipo di contropezzo impiegato ed usura: la durata – nelle diverse combinazioni albero-boccola – varia sensibilmente: fino a un fattore 10.

► Materiali per alberi, Pagina 1.30

Usura e carico

Il carico influisce notevolmente sull'usura del cuscinetto. La gamma iglidur® comprende materiali specifici, rispettivamente, per carichi lievi ed elevati. In una prova comparativa su albero temprato e rettificato, iglidur® J ha dimostrato la migliore resistenza all'abrasione in caso di bassi carichi, mentre per alti carichi dinamici il migliore è iglidur® Z (vedi grafici 3.8 pag. 3.6 e 22.9 pag. 22.6).

Usura e temperatura

Entro un certo range di temperatura operativa, la resistenza all'abrasione dei materiali iglidur® è piuttosto regolare. Viceversa, man mano che ci si avvicina ad un determinato valore, che definiamo „temperatura limite di usura“, l'abrasione comincia a crescere in misura irregolare, ed è comunque eccessiva.

La tabella 1.8 riporta le cosiddette temperature limite di usura.

iglidur® X rappresenta l'eccezione: su questo materiale l'abrasione è piuttosto alta a temperatura ambiente, però diminuisce all'aumentare della temperatura. I valori più

bassi si registrano intorno ai 160°C; oltre questo valore l'abrasione comincia ad aumentare gradualmente.

Usura e polveri abrasive

Un ambiente di lavoro sporco compromette in modo significativo la durata del cuscinetto; i problemi più grossi si hanno quando la polvere riesce a insinuarsi tra cuscinetto e albero. I manicotti a sfere vanno incontro ad un grippaggio immediato, con conseguente bloccaggio della macchina; in caso di boccole rivestite, la spalmatura di lubrificante viene rapidamente rimossa: successivamente scorre acciaio su acciaio, con brusco incremento del coefficiente d'attrito e funzionamento irregolare; infine in caso di bronzo sinterizzato o impregnato, il lubrificante trattiene lo sporco in prossimità del cuscinetto, con conseguente usura molto precoce e marcata. In questi ambienti di lavoro i cuscinetti iglidur® garantiscono un funzionamento regolare, che si traduce in un incremento della durata di macchine e impianti: l'elevata resistenza all'abrasione ed il funzionamento a secco garantiscono ottimi tempi di esercizio in assenza di manutenzione. L'assenza di oli e grassi fa sì che la sporcizia e le polveri presenti nell'ambiente di lavoro non vengano trattenute in prossimità dei cuscinetti, diventando causa di usura e di cattivo funzionamento. Ciononostante, può succedere che una particella molto dura si insinui tra cuscinetto e albero, riuscendo a penetrare nella struttura del materiale e rimanendo incorporata ad esso: anche in questo caso i cuscinetti iglidur® continuano a lavorare regolarmente garantendo un funzionamento ottimale anche in ambienti contaminati da polveri estremamente abrasive.

Usura e superfici

Il grado di finitura superficiale dell'albero incide in misura significativa sull'abrasione a carico del cuscinetto. Analogamente alle considerazioni fatte a proposito dei coefficienti di attrito, una rugosità eccessiva abrade pesantemente il cuscinetto; mentre l'aumento del coefficiente d'attrito legato all'incollaggio ad una superficie troppo liscia

Materiale	Temperature limite di usura [°C]
iglidur® G	120
iglidur® J	70
iglidur® M250	80
iglidur® W300	120
iglidur® X	210
iglidur® A180	70
iglidur® A200	80
iglidur® A290	120
iglidur® A500	190
iglidur® F	130
iglidur® H	120
iglidur® H1	170
iglidur® H4	120
iglidur® H370	150
iglidur® L250	120
iglidur® P	100
iglidur® Q	80
iglidur® R	70
iglidur® UW	70
iglidur® V400	130
iglidur® Z	200
iglidur® B	70
iglidur® C	70
iglidur® D	70
iglidur® GLW	100
iglidur® H2	120
iglidur® J200	70
iglidur® T220	90
iglidur® UW500	190

Tabella 1.8: Temperature limite di usura dei cuscinetti a strisciamento iglidur®



Foto 1.15: Eccellente resistenza all'abrasione: cuscinetto a contatto permanente con sabbia



Foto 1.14: Banco prova per verificare l'usura alle alte temperature

Tel. +39 039 59 06 1
Fax +39 039 59 06 222



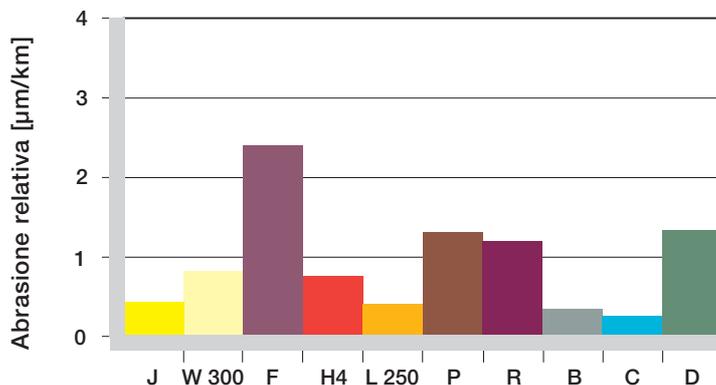


Grafico 1.15: Abrasione su albero in Cf53, $p = 0,75$ MPa, $v = 0,50$ m/s, $Ra = 0,20$ µm

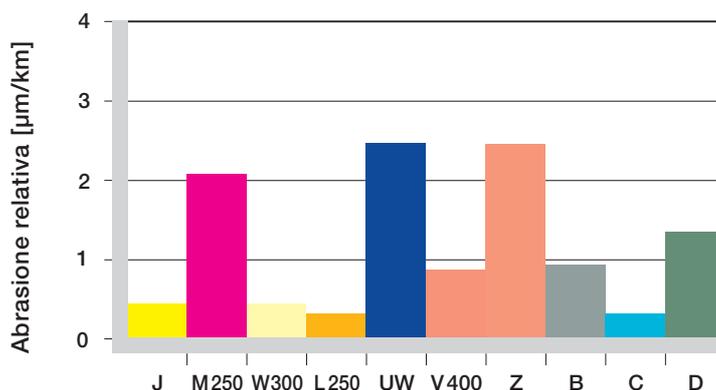


Grafico 1.16: Abrasione su albero in AISI 304, $p = 0,75$ MPa, $v = 0,50$ m/s, $Ra = 0,20$ µm

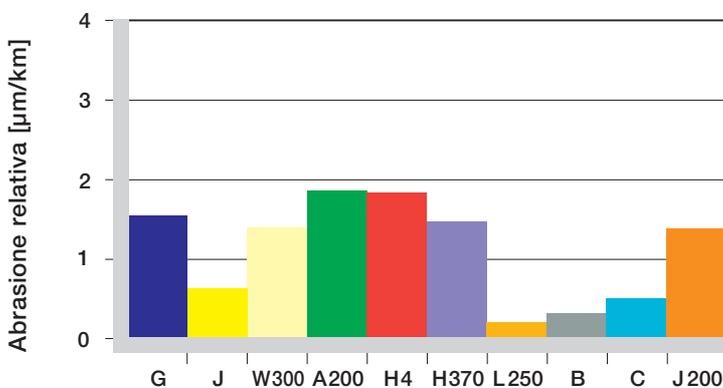


Grafico 1.17: Abrasione su albero in acciaio trafilato standard, $p = 0,75$ MPa, $v = 0,50$ m/s, $Ra = 0,20$ µm

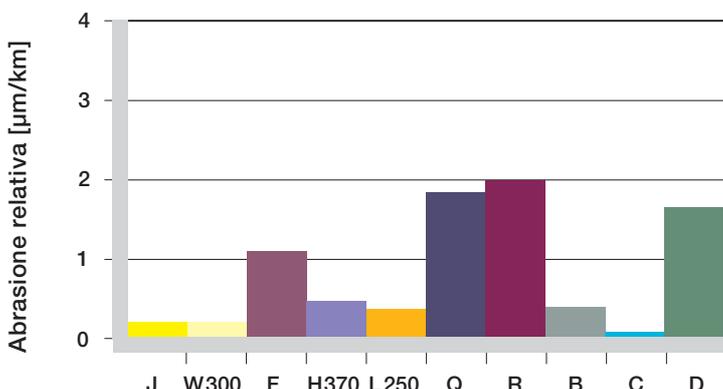


Grafico 1.18: Abrasione su albero in acciaio cromato duro, $p = 0,75$ MPa, $v = 0,50$ m/s, $Ra = 0,20$ µm

causa delle forze talmente elevate tali da portare, a volte, alla distruzione del cuscinetto.

E' importante notare che l'usura dovuta allo strisciamento non è lineare ed è influenzata dai valori di rugosità del perno; non può essere pertanto prevista accuratamente a priori.

Materiali per alberi

L'albero ed il cuscinetto sono gli elementi fondamentali di un'articolazione: essendo a contatto diretto fra loro, entrambi subiscono – oltre alle sollecitazioni provenienti dall'esterno – le interazioni dovute allo strisciamento relativo. Nel tempo anche l'albero va incontro ad una certa usura, ma le moderne soluzioni costruttive sono studiate per ridurre al minimo questo effetto, e far sì che l'abrasione a carico dell'albero sia comunque irrilevante ai fini del buon funzionamento dell'applicazione.

Le proprietà che più caratterizzano un albero sono la durezza ed il grado di finitura superficiale. L'importanza di quest'ultimo è stata già illustrata nei paragrafi precedenti.

- ▶ Coefficienti di attrito, Pagina 1.27
- ▶ Resistenza all'abrasione, Pagina 1.28

Anche la durezza riveste un ruolo importante. In caso di alberi teneri, durante la fase di rodaggio si verifica una lucidatura della superficie: le asperità si smussano e si ha un accoppiamento tra i contropezzi. Per alcuni dei materiali iglidur® questo ha un effetto positivo, nel senso che fa aumentare la resistenza all'abrasione del cuscinetto. I diagrammi a lato illustrano l'abrasione rilevata su cuscinetti iglidur® per scorrimento su diverse tipologie di alberi di uso comune. I compound riportati sono – di volta in volta – quelli più idonei a scorrere su quel tipo di albero. A scopo di chiarezza, la scala sull'asse dell'abrasione relativa (espressa in µm/km) è uguale in tutti i diagrammi.

L'abrasione è particolarmente moderata in caso di scorrimento su albero cromato duro. Questa superficie molto dura e liscia allo stesso tempo influisce positivamente sul comportamento di resistenza all'abrasione: per molti dei materiali iglidur®, il valore di



usura rilevato su alberi cromati è molto più basso che su qualsiasi altra superficie. Occorre però far notare che, a causa della rugosità tipicamente bassa degli alberi cromati, il rischio di stick-slip è abbastanza elevato.

Gli alberi cromati duri sono gli unici a dare risultati tanto buoni su così tanti dei compound iglidur®; per altri alberi è opportuno verificare di volta in volta quale sia il materiale iglidur® più idoneo.

Per esempio su acciaio inox non trattato alcuni tipi di cuscinetti iglidur® hanno conseguito – in applicazioni con carichi lievi – risultati molto buoni; mentre per altri compound l'abrasione è stata sensibilmente più marcata. L'inox non trattato è quello su cui, da un cuscinetto all'altro, si nota la maggior differenza in termini di usura. Per questo motivo è molto importante, dovendo utilizzare questo tipo di albero, scegliere con attenzione il cuscinetto da adottare: in questo caso il materiale dell'albero è abbastanza vincolante sulla scelta del cuscinetto. Per altre tipologie di alberi teneri, non c'è una variabilità così forte da un cuscinetto all'altro. Ad esempio sul trafilato standard il valore di abrasione relativa dei 7 materiali iglidur® più idonei varia in un range da 0,6 a 1,8 $\mu\text{m}/\text{km}$. In termini generali, una volta fissato il tipo di albero da adottare, il valore di abrasione relativa dei cuscinetti iglidur® può variare, dalla migliore alla peggiore performance, di circa un fattore 10. Tutti i dati sono stati rilevati durante prove comparative multiple, con carico e velocità prestabiliti: $p = 0,75 \text{ MPa}$; $v = 0,5 \text{ m/s}$. Su



Foto 1.16: Prove di usura su alberi in alluminio con diversi trattamenti superficiali

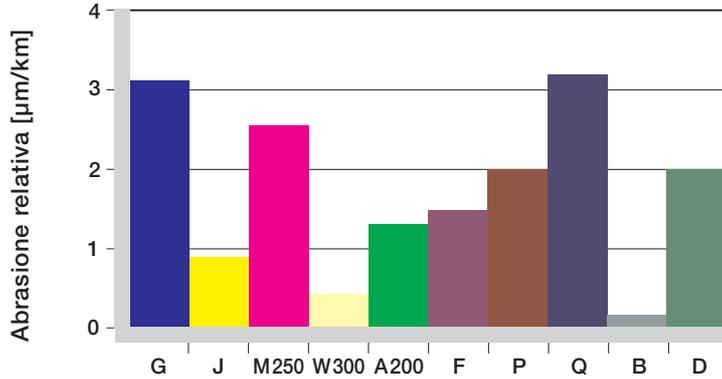


Grafico 1.19: Abrasione su albero in acciaio per utensili, $p = 0,75 \text{ MPa}$, $v = 0,50 \text{ m/s}$, $Ra = 0,20 \mu\text{m}$

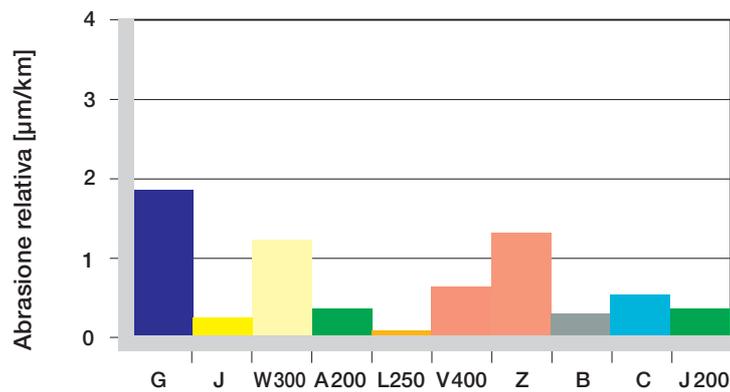


Grafico 1.20: Abrasione su albero in alluminio anodizzato duro, $p = 0,75 \text{ MPa}$, $v = 0,50 \text{ m/s}$, $Ra = 0,20 \mu\text{m}$

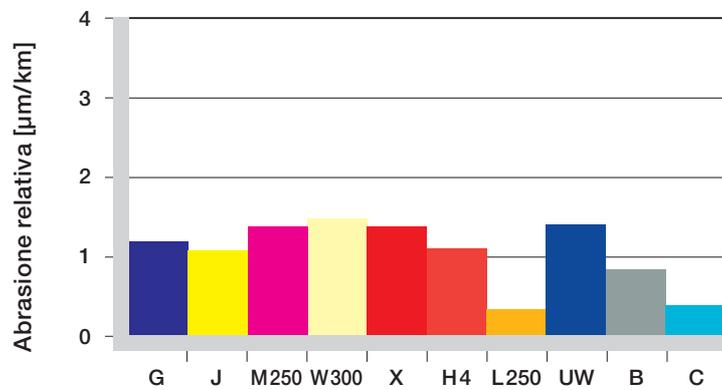


Grafico 1.21: Abrasione su albero in AVP, $p = 0,75 \text{ MPa}$, $v = 0,50 \text{ m/s}$, $Ra = 0,20 \mu\text{m}$

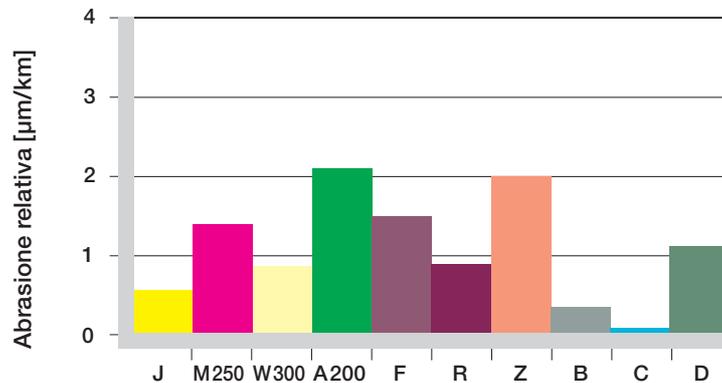


Grafico 1.22: Abrasione su albero in X90, $p = 0,75 \text{ MPa}$, $v = 0,50 \text{ m/s}$, $Ra = 0,20 \mu\text{m}$

Materiale	Idrocarburi	Grassi e oli, senza additivi	Acidi deboli	Basi deboli
iglidur® G	+	+	da 0 a -	+
iglidur® J	+	+	da 0 a -	+
iglidur® M250	+	+	da 0 a -	+
iglidur® W300	+	+	da 0 a -	+
iglidur® X	+	+	+	+
iglidur® A180	+	+	da 0 a -	+
iglidur® A200	+	+	da 0 a -	+
iglidur® A290	+	+	da 0 a -	+
iglidur® A500	+	+	+	+
iglidur® F	+	+	da 0 a -	+
iglidur® H	+	+	da + a 0	+
iglidur® H1	+	+	da + a 0	+
iglidur® H4	+	+	da + a 0	+
iglidur® H370	+	+	da + a 0	+
iglidur® L250	+	+	da 0 a -	+
iglidur® P	-	+	0	-
iglidur® Q	+	+	da 0 a -	+
iglidur® R	+	+	da 0 a -	+
iglidur® UW	+	+	da 0 a -	+
iglidur® V400	+	+	+	+
iglidur® Z	+	+	+	+
iglidur® B	-	-	da 0 a -	-
iglidur® C	+	+	da 0 a -	+
iglidur® D	+	+	da 0 a -	+
iglidur® GLW	+	+	da 0 a -	+
iglidur® H2	+	+	da + a 0	+
iglidur® J200	+	+	da 0 a -	+
iglidur® T220	-	+	0	-
iglidur® UW500	+	+	+	+

Tabella 1.9: Resistenza agli agenti chimici a temperatura ambiente [20°C]

+ resistente 0 parzialmente resistente - non resistente



Foto 1.17: Banco prova per test in immersione in acqua e/o sostanze chimiche; movimento rotatorio

richiesta siamo in grado di fornirvi i risultati ottenuti in prove con combinazioni p x v diverse.

Interpellateci qualora l'albero previsto per la Vostra applicazione non compaia tra quelli qui illustrati: i dati riportati rappresentano solo un estratto di tutte le prove eseguite.

Resistenza agli agenti chimici

I cuscinetti a strisciamento iglidur® possono lavorare a contatto con agenti chimici, anzi talvolta le prestazioni migliorano. La resistenza di un materiale plastico agli agenti chimici dipende dalla durata dell'esposizione, dalla temperatura, nonché da tipo e entità delle sollecitazioni meccaniche agenti. Se un materiale viene dichiarato resistente ad una determinata sostanza, si intende che può lavorarvi immerso; in qualche caso l'agente chimico svolge addirittura una funzione di lubrificante.

Il più resistente tra i materiali iglidur®, il tipo X, può venire a contatto perfino con l'acido cloridrico. Si consideri comunque che tutti i cuscinetti iglidur® possono lavorare a contatto con basi deboli o diluite: eventuali interazioni si possono presentare in caso di acidi o basi in forte concentrazione, oppure a temperature elevate.

Tutti i cuscinetti iglidur® resistono agli oli ed ai grassi di uso comune, il che significa che possono essere lubrificati senza timore. La lubrificazione è sconsigliabile solo per applicazioni in ambiente molto sporco: in questo caso il funzionamento a secco dà generalmente i migliori risultati di resistenza all'abrasione, e dunque una maggiore garanzia di durata. La tabella accanto vi può guidare ad una scelta di massima.

Se non conoscete con certezza la tipologia e la concentrazione delle sostanze chimiche con cui verranno a contatto i cuscinetti, potete effettuare una prova su qualche campione oppure optare per il materiale iglidur® X: questo presenta la miglior resistenza chimica (viene attaccato solo da pochi acidi concentrati). Nell'appendice del catalogo troverete un elenco dettagliato di tutte le sostanze con cui sono stati testati i materiali iglidur®.

► Tabella di resistenza chimica, Pagina 70.1

Impiego nell'industria alimentare

Per venire incontro alle esigenze dei produttori e degli utilizzatori di macchine e impianti per i settori alimentare e medicale, la gamma iglidur® comprende due materiali idonei al contatto diretto con gli alimenti: i materiali delle boccole iglidur® A180, A200 e A500 sono conformi alle normative americane FDA (Food and Drug Administration); il materiale delle boccole iglidur® A290 risponde alle norme del BfR (Bundesinstitut für Risikobewertung). In caso di contatto sporadico con gli alimenti, quasi tutti i materiali iglidur® possono essere impiegati senza problemi: i loro componenti sono infatti atossici e fisiologicamente inerti. Ciò riguarda in particolare i materiali iglidur® M250, H, Q, W300 e X. Per gli altri cuscinetti iglidur® è opportuno osservare l'accorgimento di evitare il contatto diretto e prolungato con l'alimento.

Resistenza alle radiazioni

La tabella accanto riporta la resistenza dei materiali iglidur® alle radiazioni: iglidur® X, Z e UW500 sono i più resistenti.

Resistenza ai raggi UV

In caso di applicazioni all'aperto i cuscinetti rimangono esposti agli agenti atmosferici. La resistenza ai raggi UV è il dato che indica se le prestazioni di un materiale possano essere compromesse dall'esposizione. Gli effetti possono andare da un leggero cambiamento di colore all'infragilimento del materiale. La tabella a lato mette a confronto i risultati ottenuti sui diversi materiali: si è verificato che i cuscinetti a strisciamento iglidur® sono idonei per l'impiego all'aperto; solo in alcuni casi è opportuno passare ad un materiale diverso.

Vuoto

La possibilità di impiego sottovuoto di cuscinetti iglidur® è limitata, in quanto si verifica emissione di gas che però – nella maggior parte dei casi – non comporta modifiche delle caratteristiche meccaniche del cuscinetto.

Materiale	Resistenza alle radiazioni	Materiale	Resistenza alle radiazioni
iglidur® X, UW500 Z	1 x 10 ⁵ Gy	iglidur® A500	2 x 10 ⁵ Gy
iglidur® A200, M250	1 x 10 ⁴ Gy	iglidur® L250	3 x 10 ⁴ Gy
iglidur® P	5 x 10 ² Gy	iglidur® C, V400	2 x 10 ⁴ Gy
iglidur® A180, A290, G, J, W300, F, Q, D, J200, B, T220, UW, R	3 x 10 ² Gy	iglidur® H4, H1	2 x 10 ² Gy
iglidur® H, H2 H370	2 x 10 ² Gy		

Tabella 1.10: Confronto della resistenza alle radiazioni dei cuscinetti iglidur®

Materiale	Resistenza ai raggi UV	Materiale	Resistenza ai raggi UV
iglidur® G	+++++	iglidur® P	+++++
iglidur® J	+++	iglidur® Q	++
iglidur® M250	++++	iglidur® R	++++
iglidur® W300	+++	iglidur® UW	+++
iglidur® X	+++++	iglidur® V400	+++
iglidur® A180	+++	iglidur® Z	+++
iglidur® A200	++++	iglidur® B	+
iglidur® A290	++++	iglidur® C	+
iglidur® A500	+++	iglidur® D	+++++
iglidur® F	+++++	iglidur® GLW	+++++
iglidur® H	++	iglidur® H2	+
iglidur® H1	++	iglidur® J200	+++
iglidur® H4	+	iglidur® T220	++
iglidur® H370	+++++	iglidur® UW500	+++++
iglidur® L250	+++		

Tabella 1.11: Resistenza ai raggi UV dei cuscinetti iglidur® + resistenza bassa +++++ resistenza elevata



Foto 1.18: Cuscinetti iglidur® durante la prova di esposizione ai raggi UV



Materiale	Resistenza di superficie [Ω]
iglidur® F	$1,5 \times 10^1$
iglidur® H	$8,8 \times 10^1$
iglidur® H370	$2,8 \times 10^3$
iglidur® X	$6,9 \times 10^2$

Tabella 1.12: Proprietà elettriche dei materiali iglidur® conduttori di corrente

Proprietà elettriche

Della gamma di cuscinetti a strisciamento iglidur® fanno parte sia materiali elettricamente isolanti che conduttori. Le principali proprietà elettriche sono riportate nel capitolo in cui viene trattato il singolo materiale. La tabella accanto fa un raffronto fra i compound considerati conduttori di corrente. Gli altri materiali sono isolanti. E' però opportuno tenere presente che per applicazioni in ambienti umidi o bagnati le caratteristiche elettriche potrebbero variare con l'assorbimento di umidità; pertanto dovendo lavorare in queste condizioni è consigliabile fare una prova in loco con cui verificare che la proprietà desiderata non sia soggetta a variazione.

Tolleranze e sistemi di misura

Il dimensionamento del sistema sede/cuscinetto/albero e le tolleranze di accoppiamento variano in funzione delle proprietà del compound scelto e dello spessore di realizzazione del cuscinetto. Per quanto riguarda il materiale, decisivi sono l'assorbimento di umidità ed il coefficiente di dilatazione termica: cuscinetti poco igroscopici e con bassa dilatazione possono essere montati con gioco ridotto, e viceversa. In merito agli spessori, la regola è: più robusto è lo spessore del cuscinetto, maggiore deve essere il gioco tra boccola e albero; al contrario una boccola sottile consente un montaggio a gioco ridotto.

Per questo motivo i materiali iglidur® hanno differenti tolleranze di realizzazione e di accoppiamento con i contropezzi. Rispettando i dimensionamenti e le tolleranze consigliate, il cuscinetto può lavorare alla massima temperatura operativa con un'umidità ambientale fino al 70%. In caso fosse maggiore o se i cuscinetti dovessero lavorare immersi in acqua, è consigliabile che vi rivoliate ai nostri tecnici, che saranno in grado di indicarvi la soluzione più idonea alla vostra applicazione.

Metodi di verifica dimensionale

I cuscinetti iglidur® sono dimensionati per il piantaggio in sede H7. Questo procedimento, oltre a garantire la tenuta in sede del cuscinetto, serve a conferirgli il dimensionamento definitivo in termini di quote, tolleranze e forma.

Le verifiche dimensionali vengono eseguite con calibro a tampone (passa/non-passa) e con un alesametro di precisione: a cuscinetto piantato in una sede della dimensione minima, il valore letto corrisponde al diametro minimo rilevato:

- Il tampone „passa“ deve passare agevolmente nel cuscinetto e scorrere per peso proprio; mentre il tampone „non passa“ deve rimanere bloccato.
- Con alesametro di precisione: il diametro interno del cuscinetto, rilevato ai livelli indicati, deve trovarsi entro le tolleranze prescritte (vedi grafico 1.23).

Probabili cause di scostamento dimensionale

Nonostante un lotto di produzione corretto e un montaggio accurato, capita che si verifichino degli scostamenti dimensionali che danno adito a quesiti ed incomprensioni relativi al dimensionamento e alle tolleranze di realizzazione di cuscinetto e sede. Per questo motivo abbiamo elencato le cause di scostamento dimensionale più frequenti: in molti casi questa lista ha consentito di individuare con rapidità l'origine del problema:

- La sede non è stata smussata correttamente all'imbocco, pertanto durante il montaggio si è trafilato parte del materiale del cuscinetto.
- E' stato usato un mandrino di centraggio che ha allargato o deformato il cuscinetto durante il piantaggio.
- La sede non corrisponde a tolleranza H7
- Il materiale di realizzazione della sede è troppo morbido, pertanto si è allargato anziché precaricare il cuscinetto.
- L'albero non è in tolleranza h.
- La misurazione non viene effettuata sui livelli di riferimento.



Foto 1.19: Misurazione del diametro interno di un cuscinetto, dopo piantaggio in sede

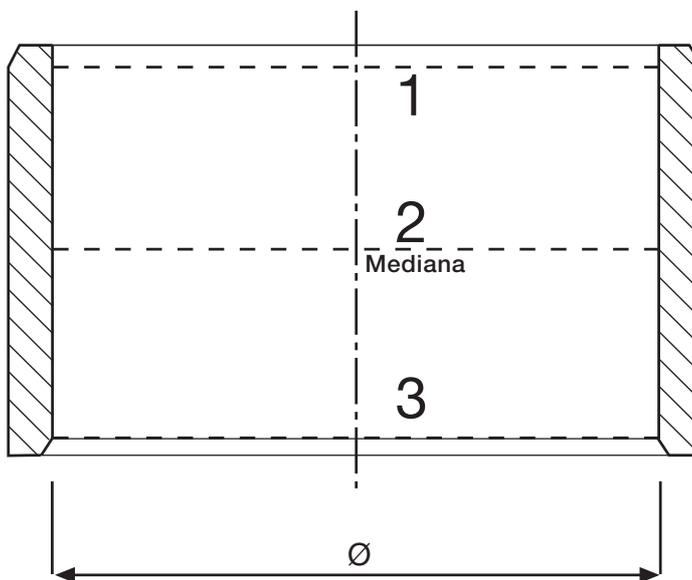


Grafico 1.23: Posizione dei livelli di misura

Lavorazione	Tornitura	Foratura	Fresatura
Materiale del tagliente	SS	SS	SS
Avanzamento [mm]	0,1 ... 0,5	0,1 ... 0,5	fino a 0,5
Angolo di spoglia inferiore	5 ... 15	10 ... 12	
Angolo di spoglia superiore	0 ... 10	3 ... 5	
Velocità di taglio [m/min]	200 ... 500	50 ... 100	fino a 1000

Tabella 1.13: Parametri indicativi nella lavorazione per asportazione di truciolo

Lavorazione per asportazione di truciolo

I cuscinetti a strisciamento iglidur® vengono forniti pronti per il montaggio. Una vasta gamma di dimensioni standardizzate consente, nella maggior parte dei casi, di trovare un cuscinetto con le esatte dimensioni cercate. Ciononostante, se fosse necessaria una ripresa meccanica, la tabella accanto riporta i parametri indicativi di lavorazione. Il taglio a lunghezza di un cuscinetto non comporta particolari problemi; viceversa sarebbe meglio evitare una rilavorazione dei diametri in quanto, oltre che difficoltosa – trattandosi di cuscinetti da piantaggio – comporta un aumento dell'abrasione relativa (in questo caso una lubrificazione in fase di montaggio può compensare questo svantaggio). Fa eccezione il materiale iglidur® M250 che, grazie alla sua particolare struttura, non risente in misura significativa di un'eventuale ripresa meccanica sul diametro.

Montaggio

I cuscinetti a strisciamento iglidur® sono dimensionati per il piantaggio in sede. Il dimensionamento definitivo si ottiene dopo adeguato piantaggio, pertanto le quote e le tolleranze vanno rilevate a boccia montata. In partenza il cuscinetto può essere sovradimensionato fino al 2% rispetto al diametro nominale in questo modo se ne garantisce la tenuta in sede.

I fori di alloggiamento vanno realizzati in tolleranza H7 e devono possibilmente avere uno smusso d'invito, privo di bave.

Il montaggio ottimale si effettua con punzone a base piana. L'impiego di mandrini di centraggio potrebbe danneggiare la superficie di scorrimento e modificare il gioco tra cuscinetto ed albero.

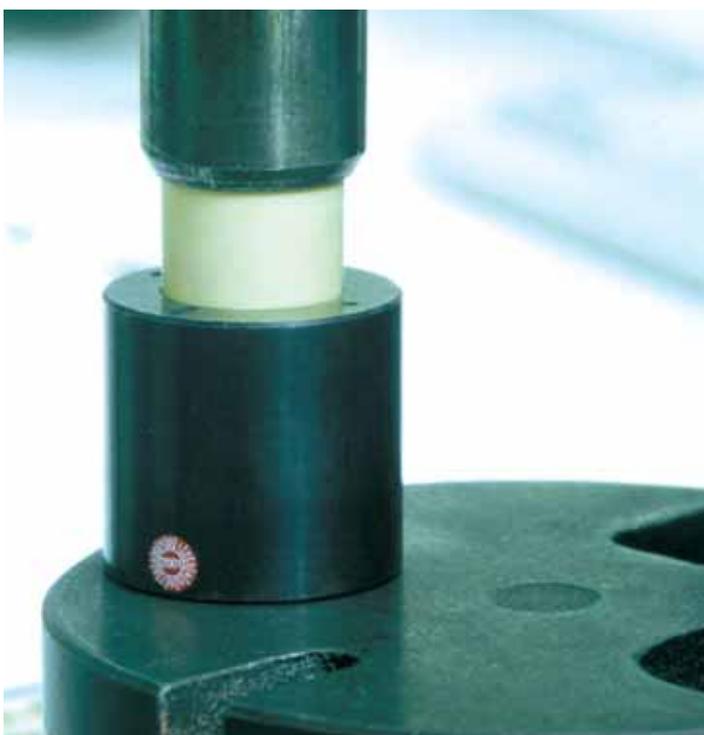


Foto 1.20: Piantaggio in sede con punzone a base piana

Incollaggio

Normalmente non è necessario incollare la boccia. Per applicazioni ad alte temperature e/o soggette a riscaldamento per attrito, si raccomanda di adottare un materiale per alte temperature.

Se ciononostante si dovesse procedere ad un fissaggio mediante incollaggio, è assolutamente necessario effettuare delle prove di tenuta del collante, senza fidarsi incondizionatamente dei risultati ottenuti in altre applicazioni. Consigliamo di utilizzare un collante bicomponente a base di resina epossidica e catalizzatore.

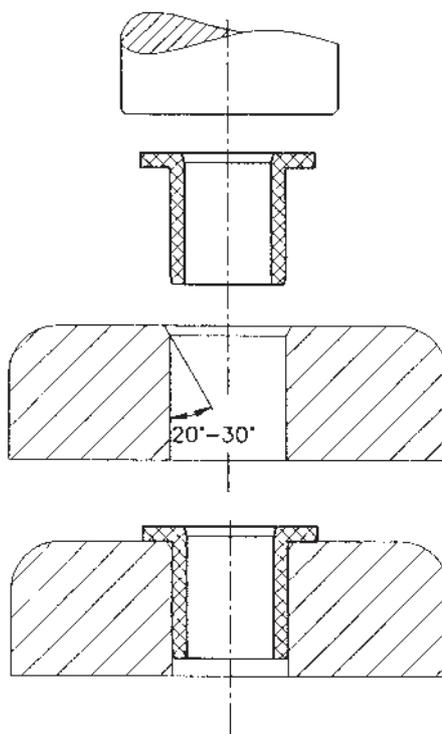


Grafico 1.24: Modalità di piantaggio di una boccia

