



# PERFECT **RUNNING**

**CUSCINETTI A STRISCIAMENTO PERMAGLIDE®**  
CATALOGO: MATERIALI, FORME COSTRUTTIVE,  
TABELLE DIMENSIONALI

## AVVERTENZE IMPORTANTI

---

Le indicazioni riportate nel presente catalogo non sono vincolanti. Non ci assumiamo alcuna responsabilità per la loro correttezza e completezza. Le informazioni su eventuali errori nel catalogo sono sempre gradite. Gli errori segnalati verranno corretti nelle edizioni future.

Ci riserviamo espressamente il diritto di apportare in qualsiasi momento modifiche alle specifiche dei nostri prodotti, al materiale utilizzato, al loro aspetto e alla loro dotazione. Le immagini contenute nel catalogo non sono vincolanti.

Prima del montaggio verificare sempre l' idoneità del prodotto acquistato agli scopi d' utilizzo desiderati. Ricordiamo che i prodotti offerti nel catalogo non sono destinati all' utilizzo in aeromobili e veicoli spaziali.

Ricordiamo espressamente che il montaggio deve essere sempre realizzato da personale specializzato istruito. Le figure, i disegni schematici e altre indicazioni servono alla spiegazione e alla rappresentazione e non possono essere utilizzati come base per il montaggio.

La riproduzione e la copia, anche parziali, del presente catalogo sono consentite solo con la nostra autorizzazione scritta e solo riportando la fonte.

Con la pubblicazione del presente catalogo le edizioni precedenti perdono validità.

## CERTIFICAZIONI

---

Motorservice ha un sistema di gestione della qualità certificato a norma ISO 9001 e un sistema di gestione ambientale certificato a norma ISO 14001.



## DISCLAIMER

I nomi, le descrizioni, i numeri di motori, i veicoli, i prodotti, i produttori, eccetera sono elencati solo per poter fare confronti. I componenti contenuti nel catalogo sono ricambi per le applicazioni elencate.



I CONTENUTI DEL CATALOGO SONO CONSULTABILI ANCHE NEL NOSTRO CATALOGO ONLINE.

**Maggiori informazioni:**  
[shop.permaglidle.com](http://shop.permaglidle.com)



CONTENUTO	PAGINA
<b>1 IL FORNITORE PREMIUM MOTORSERVICE</b>	<b>5</b>
<b>2 PANORAMICA DEI MATERIALI</b>	<b>6</b>
<b>3 DENOMINAZIONI ED UNITÀ</b>	<b>10</b>
<b>4 CUSCINETTI A STRISCIAMENTO PERMAGLIDE®</b>	<b>12</b>
4.1 Introduzione materiale P1	12
4.2 Introduzione materiale P2	17
<b>5 SCELTA DEL MATERIALE, INFORMAZIONI SUI MATERIALI</b>	<b>21</b>
5.1 Cuscinetti a strisciamento P1	22
5.2 Cuscinetti a strisciamento P2	32
<b>6 CALCOLO DELLA DURATA UTILE NOMINALE</b>	<b>36</b>
6.1 Formule per il calcolo della durata utile	36
<b>7 DANNI TIPICI DEI CUSCINETTI A STRISCIAMENTO</b>	<b>44</b>
<b>8 CONFIGURAZIONE COSTRUTTIVA DEL PUNTO DI SUPPORTO</b>	<b>47</b>
8.1 Scatola	47
8.2 Configurazione dell'antagonista di strisciamento	49
8.3 Gioco del cuscinetto, accoppiamento con interferenza	52
<b>9 MONTAGGIO DEI CUSCINETTI A STRISCIAMENTO</b>	<b>56</b>
<b>10 FORME COSTRUTTIVE E TABELLE DIMENSIONALI</b>	<b>60</b>
10.1 Boccole Permaglidle®, esenti da manutenzione	62
10.2 Boccole flangiate Permaglidle®, esenti da manutenzione	68
10.3 Anelli di spallamento Permaglidle®, esenti da manutenzione	70
10.4 Strisce Permaglidle®, esenti da manutenzione	71
10.5 Boccole Permaglidle®, a manutenzione ridotta	72
10.6 Anelli di spallamento Permaglidle®, a manutenzione ridotta	74
10.7 Strisce Permaglidle®, a manutenzione ridotta	75
10.8 Fabbricazioni speciali Permaglidle®	76
<b>11 METODI DI PROVA</b>	<b>77</b>
11.1 Prova di boccole rullate	77
11.2 Lavorazione dello strato di strisciamento	78
Condizioni di vendita e fornitura	79

## GRUPPO MOTORSERVICE

### QUALITÀ E ASSISTENZA DA UN UNICO FORNITORE

Il Gruppo Motorservice è l'organizzazione di distribuzione per le attività aftermarket di Rheinmetall a livello globale. L'azienda rappresenta uno dei fornitori leader per componenti del motore nel mercato libero dei ricambi. Con i marchi premium Kolbenschmidt, Pierburg, TRW Engine Components e il marchio BF, Motorservice offre ai suoi clienti un ampio e vario assortimento di elevata qualità, tutto da un unico fornitore. Motorservice è inoltre il partner commerciale per cuscinetti a strisciamento Permaglidle® esenti da manutenzione e a manutenzione ridotta e di altri componenti per l'industria e il commercio tecnico.

## KS GLEITLAGER

L'azienda KS Gleitlager GmbH è lo specialista di Rheinmetall per elementi a strisciamento di elevata precisione. L'introduzione di tecnologie moderne nella produzione e nei trattamenti superficiali, innovazioni tecnologiche ed un ben definito orientamento al cliente hanno portato KS Gleitlager a divenire un primario fornitore internazionale di cuscinetti a strisciamento per motori e di cuscinetti a strisciamento con funzionamento a secco (Permaglidle®).

## RHEINMETALL

### TECNOLOGIA PER LA MOBILITÀ DEL FUTURO

In qualità di partner privilegiato dell'industria automobilistica, Rheinmetall è leader a livello mondiale nei settori dell'alimentazione dell'aria, della riduzione delle sostanze nocive e delle pompe nonché nello sviluppo, nella produzione e nella fornitura di ricambi di pistoni, blocchi motore e cuscinetti a strisciamento. Lo sviluppo dei prodotti avviene in stretta collaborazione con i principali costruttori automobilistici.



# 1 MOTORSERVICE: IL VOSTRO FORNITORE DI FIDUCIA

## SUPPORTO ALLE VENDITE E SERVIZIO DI ASSISTENZA TECNICA

- Consulenza di esperti dall'ordine alla consegna
- Catalogo online con strumento di calcolo, disegni CAD e visualizzazioni 3D
- Catalogo dei prodotti e product Information: su richiesta anche versione personalizzata con proprio indirizzo e logo
- Promozione delle vendite: Appuntamenti in fiera, campioni dei prodotti, materiale pubblicitario e opuscoli
- Per essere sempre aggiornati con la newsletter e il sito web: [www.permaglidle.com](http://www.permaglidle.com)
- Consulenza personalizzata, calcoli e progettazione dei cuscinetti a strisciamento
- Forme costruttive speciali in base alle vostre esigenze

## LA NOSTRA ESPERIENZA AL VOSTRO SERVIZIO

- Oltre 30 anni di competenza nella produzione di cuscinetti a strisciamento Permaglidle®
- Elevati standard qualitativi dell'industria automobilistica tedesca
- Banchi di prova realistici in base alle vostre esigenze
- Sviluppo di materiali e processi

## PRESTAZIONE LOGISTICA

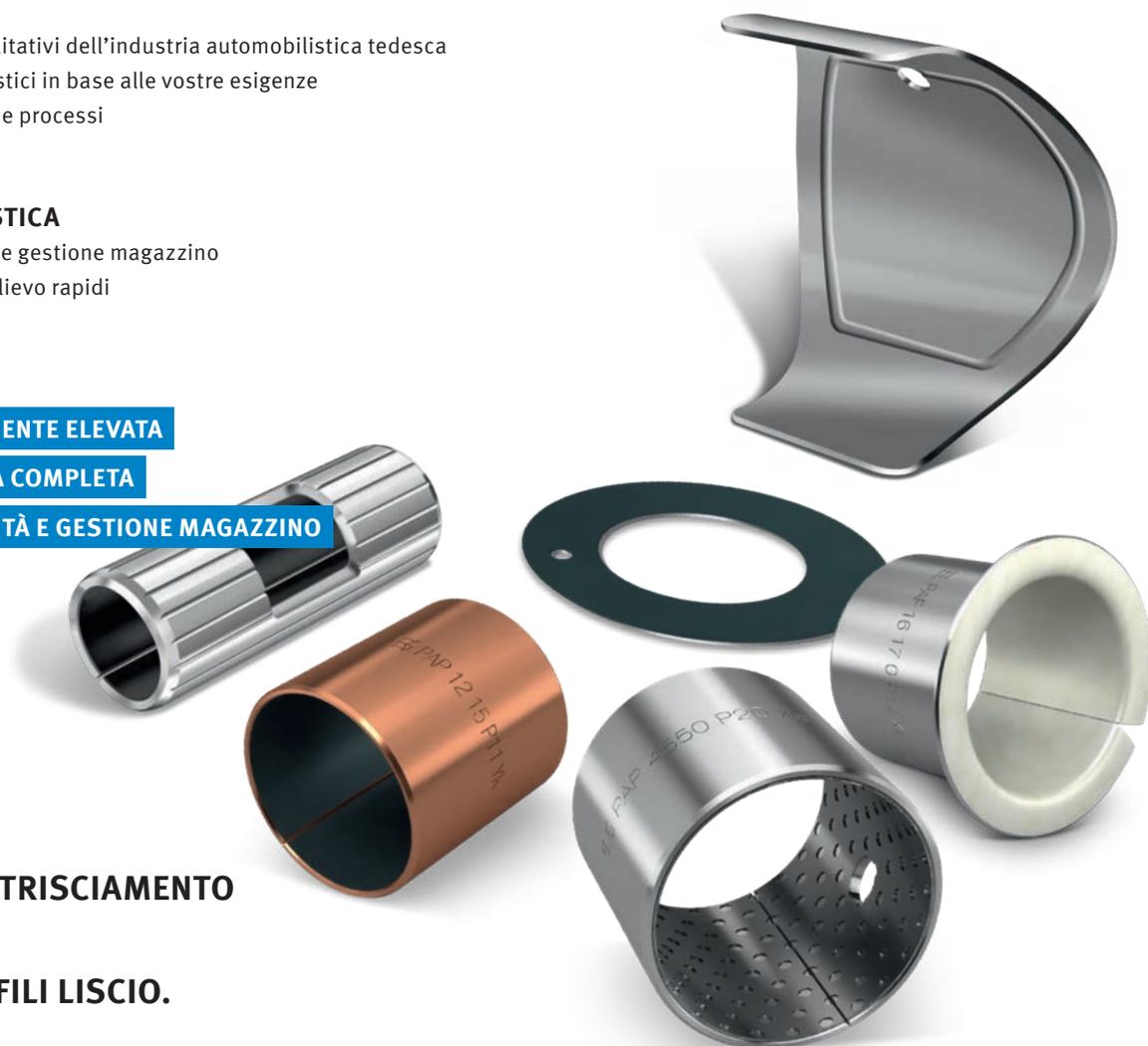
- Elevata disponibilità e gestione magazzino
- Gestione ordini e prelievo rapidi

QUALITÀ COSTANTEMENTE ELEVATA

ASSISTENZA TECNICA COMPLETA

ELEVATA DISPONIBILITÀ E GESTIONE MAGAZZINO

**CUSCINETTI A STRISCIAMENTO  
PERMAGLIDE®:  
PERCHÉ TUTTO FILI LISCIO.**



# 2 PANORAMICA DEI MATERIALI

## CUSCINETTI A STRISCIAMENTO PERMAGLIDE® P1

- esenti da manutenzione
- idonei per il funzionamento a secco

Valori caratteristici Proprietà	Unità	P180	P14**	P147*	P10, P11
privi di piombo	–	sì	sì	sì	no
$p_{v\ max.}$	MPa · m/s	2,2	1,6	1,4	1,8
$p_{\ max.\ stat.}$	MPa	250	250	250	250
$p_{\ max.\ din.}$	MPa	56 con $v = 0,035\ m/s$	56 con $v \leq 0,029\ m/s$	56 con $v = 0,025\ m/s$	56 con $v \leq 0,032\ m/s$
$v_{\ max.}$	m/s	2 con $p \leq 1,10\ MPa$	1 con $p \leq 1,60\ MPa$	0,8 con $p \leq 1,75\ MPa$	2 con $p \leq 0,90\ MPa$
T	°C	da -200 a +280	da -200 a +280	da -200 a +280	da -200 a +280

## MATERIALI PERMAGLIDE® P1



### NOVITÀ Materiale standard P180

- privo di piombo
- conforme alla direttiva 2011/65/UE (RoHS II)
- tendenza minima allo stick-slip
- massima resistenza in particolare in caso di usura dei bordi
- coefficiente di attrito costante e basso
- ottima resistenza all'usura nel funzionamento a secco che con lubrificante
- utilizzo universale: adatto per movimenti di rotazione, oscillazione e assiali
- eccellente resistenza chimica
- elevata resistenza all'erosione
- molto resistente al rigonfiamento
- compatibile con i più comuni alberi in acciaio nel funzionamento a secco



### Materiale standard P14\*\*

- privo di piombo
- conforme alla direttiva 2011/65/UE (RoHS II)
- tendenza minima allo stick-slip
- usura ridotta
- basso coefficiente di attrito
- nessuna tendenza a saldarsi al metallo
- molto resistente al rigonfiamento



### Materiale speciale P147\*

- privo di piombo
- conforme alla direttiva 2011/65/UE (RoHS II)
- ottima resistenza alla corrosione
- tutte le altre proprietà simili a P14

### Materiale standard P10

- contenente piombo
- tendenza minima allo stick-slip
- usura ridotta
- buona compatibilità chimica
- basso coefficiente di attrito
- nessuna tendenza a saldarsi al metallo
- molto resistente al rigonfiamento
- non assorbe acqua

### Materiale standard P11

- contenente piombo
- migliorata resistenza alla corrosione
- ottima conduttività termica e quindi aumentata sicurezza operativa
- antimagnetico
- tutte le altre proprietà come P10

\* Su richiesta

\*\* In esaurimento

**FORME COSTRUTTIVE PERMAGLIDE® P1**

**Boccole PAP**



PAP P180

**Boccole flangiate PAF**



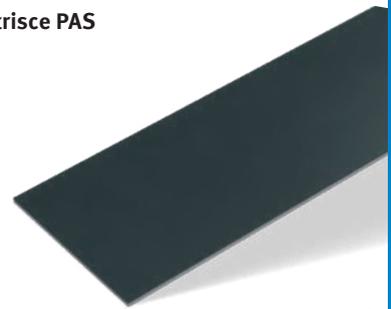
PAF P180

**Rosette di spallamento PAW**



PAW P180

**Strisce PAS**



PAS P180



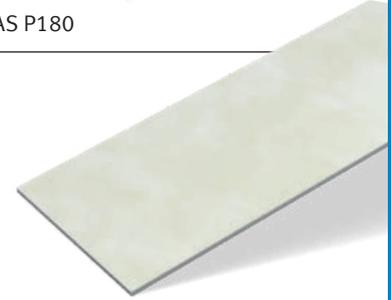
PAP P14\*\*, PAP P147\*



PAF P14\*\*, PAF P147\*



PAW P14\*\*, PAW P147\*



PAS P14\*\*, PAS P147\*



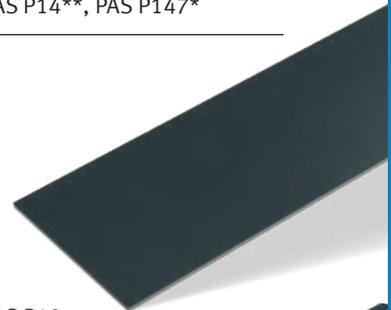
PAP P10



PAF P10



PAW P10



PAS P10



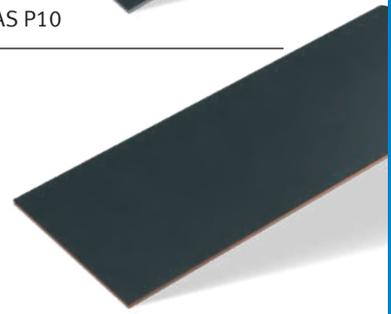
PAP P11



PAF P11



PAW P11



PAS P11

\* Su richiesta  
\*\* In esaurimento

## CUSCINETTI A STRISCIAMENTO PERMAGLIDE® P2

- a manutenzione ridotta
- per applicazioni che prevedono la lubrificazione con grasso o liquidi

Valori caratteristici Proprietà	Unità	P200, P202*, P203*	P20**, P22*, P23*
privi di piombo	–	sì	no
$p_{v\ max.}$	MPa · m/s	3,3	3
$p_{\ max.\ stat.}$	MPa	250	250
$p_{\ max.\ din.}$	MPa	70 con $v \leq 0,047$ m/s	70 con $v \leq 0,042$ m/s
$v_{\ max.}$	m/s	3,3 con $p \leq 1,00$ MPa	3 con $p \leq 1,00$ MPa
T	°C	da -40 a +110	da -40 a +110

## MATERIALI PERMAGLIDE® P2



### Materiale standard P200

- privo di piombo
- conforme alla direttiva 2011/65/UE (RoHS II)
- con tasche di lubrificazione, pronto per il montaggio
- lubrificazione permanente
- scarsa usura
- ottime caratteristiche di funzionamento di emergenza
- insensibile ai carichi di spigolo e agli urti
- buon comportamento di smorzamento
- buona compatibilità chimica



### Materiale speciale P202\*

- privo di piombo
- conforme alla direttiva 2011/65/UE (RoHS II)
- superficie di scorrimento liscia, con sovrametallo
- tutte le altre proprietà simili a P200



### Materiale speciale P203\*

- privo di piombo
- conforme alla direttiva 2011/65/UE (RoHS II)
- superficie di scorrimento liscia, pronto per il montaggio
- tutte le altre proprietà simili a P200

### Materiale standard P20\*\*

- contenente piombo
- con tasche di lubrificazione, pronto per il montaggio
- possibilità di lubrificazione permanente
- scarsa usura
- poco sensibile ai carichi di spigolo
- buon comportamento di smorzamento
- insensibile agli urti
- buona compatibilità chimica

### Materiale speciale P22\*

- contenente piombo
- superficie di scorrimento liscia, con sovrametallo
- tutte le altre proprietà come P20

### Materiale speciale P23\*

- contenente piombo
- superficie di scorrimento liscia, pronto per il montaggio
- tutte le altre proprietà come P20

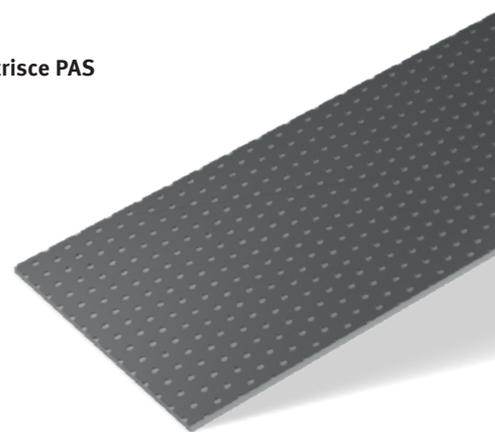
\* Su richiesta  
\*\* In esaurimento

**FORME COSTRUTTIVE PERMAGLIDE® P2****Boccole PAP**

PAP P200, PAP P202\*, PAP P203\*  
PAP P20\*\*, PAP P22\*, PAP P23\*

**Rosette di spallamento PAW**

PAW P200, PAW P202\*, PAW P203\*  
PAW P20\*\*, PAW P22\*, PAW P23\*

**Strisce PAS**

PAS P200, PAS P202\*, PAS P203\*  
PAS P20\*\*, PAS P22\*, PAS P23\*

\* Su richiesta  
\*\* In esaurimento

# 3 DENOMINAZIONI ED UNITÀ

Se non diversamente esplicitato nel testo, le grandezze utilizzate nel presente catalogo sono riferite alle seguenti denominazioni ed unità con il significato specificato.

Simbolo	Unità	Denominazione
B	mm	Larghezza della boccola, larghezza totale della striscia
B <sub>1</sub>	mm	Larghezza utile della striscia
C <sub>i</sub>	mm	Smusso (interno) della boccola
C <sub>o</sub>	mm	Smusso (esterno) della boccola
D <sub>FL</sub>	mm	Diametro della flangia
D <sub>i</sub>	mm	Diametro interno della boccola Diametro interno della rosetta di spallamento
D <sub>IE</sub>	mm	diametro interno della boccola con boccola piantata
D <sub>o</sub>	mm	Diametro esterno della boccola Diametro esterno della rosetta di spallamento
d <sub>ch</sub>	mm	Diametro dell'alloggiamento di prova (mandrino per messa a punto)
d <sub>G</sub>	mm	Diametro del foro della scatola
d <sub>H</sub>	mm	Anello ausiliario – diametro interno
d <sub>K</sub>	mm	Diametro del calibro a tampone
d <sub>L</sub>	mm	Diametro del foro di lubrificazione
d <sub>w</sub>	mm	Diametro dell'albero
d <sub>1</sub>	mm	Diametro del foro di fissaggio nella rosetta di spallamento
d <sub>Ga</sub>	mm	Diametro della rientranza nella scatola per la rosetta di spallamento
F	N	Carico sul cuscinetto, forza di piantaggio
F <sub>ch</sub>	N	Forza di prova
F <sub>E</sub>	N	Forza di piantaggio per mm di larghezza della boccola
F <sub>tot</sub>	N	Forza di piantaggio totale
f <sub>G</sub>	mm	Larghezza dello smusso sulla scatola
f <sub>A</sub>	–	Fattore di correzione caso di carico
f <sub>L</sub>	–	Fattore di correzione movimento lineare
f <sub>p</sub>	–	Fattore di correzione carico
f <sub>R</sub>	–	Fattore di correzione profondità di rugosità
f <sub>T</sub>	–	Fattore di correzione temperatura
f <sub>v</sub>	–	Fattore di correzione velocità di strisciamento
f <sub>w</sub>	–	Fattore di correzione materiale

Simbolo	Unità	Denominazione
H	mm	Corsa in caso di movimento lineare
J	mm	Diametro primitivo della rosetta di spallamento
L	mm	Lunghezza della striscia
L <sub>N</sub>	h	Durata utile nominale
m	g	Massa
n	min <sup>-1</sup>	Numero di giri
n <sub>osc</sub>	min <sup>-1</sup>	Frequenza di oscillazione del movimento
p	MPa	Carico specifico sul cuscinetto
p <sub>v</sub>	MPa · m/s	Valore p <sub>v</sub> , prodotto di carico specifico sul cuscinetto e velocità di strisciamento
R, r	mm	Raggio
R <sub>z</sub> , R <sub>a</sub>	μm	Profondità di rugosità
s <sub>1</sub>	mm	Spessore del dorso in acciaio o bronzo
s <sub>3</sub>	mm	Spessore parete della boccola
s <sub>FL</sub>	mm	Spessore della flangia
T	°C	Temperatura
t <sub>Ga</sub>	mm	Profondità della rientranza della scatola
v	m/s	Velocità di strisciamento
x	mm	Distanza delle linee di misurazione
z	mm	Distanza dei semialloggiamenti di prova
α <sub>Bz</sub>	K <sup>-1</sup>	Coefficiente di dilatazione termica bronzo
α <sub>St</sub>	K <sup>-1</sup>	Coefficiente di dilatazione termica acciaio
Δs	mm	Gioco teorico del cuscinetto
Δz	mm	Valore di misurazione nell'alloggiamento di prova
λ <sub>Bz</sub>	W(mK) <sup>-1</sup>	Coefficiente di conduttività termica bronzo
λ <sub>St</sub>	W(mK) <sup>-1</sup>	Coefficiente di conduttività termica acciaio
μ	–	Coefficiente di attrito
τ <sub>s</sub>	N/mm <sup>2</sup>	Resistenza al taglio
φ	°	Angolo di oscillazione

I cuscinetti a strisciamento servono ad assorbire e trasmettere forze tra componenti con movimento relativo tra loro. Viene determinata la posizione dei componenti in movimento l'uno rispetto all'altro e assicurata la precisione di guida nel movimento. I cuscinetti a strisciamento devono soddisfare una molteplicità di requisiti. Essi dovrebbero assorbire carichi meccanici elevati e contemporaneamente presentare un'usura solo scarsa durante il ciclo di vita. Al contempo essi dovrebbero essere in grado di sopportare elevate velocità di strisciamento ed essere insensibili a disturbi provenienti dall'area circostante del cuscinetto. La fig. 1 mostra quanto può essere complesso un sistema tribologico al cui centro funziona un cuscinetto a strisciamento.

In relazione al tipo di funzionamento si possono distinguere tre sistemi funzionali:

- cuscinetti a strisciamento esenti da manutenzione, con funzionamento a secco
- cuscinetti a strisciamento a manutenzione ridotta, lubrificati con grasso
- cuscinetti a strisciamento con funzionamento idrodinamico

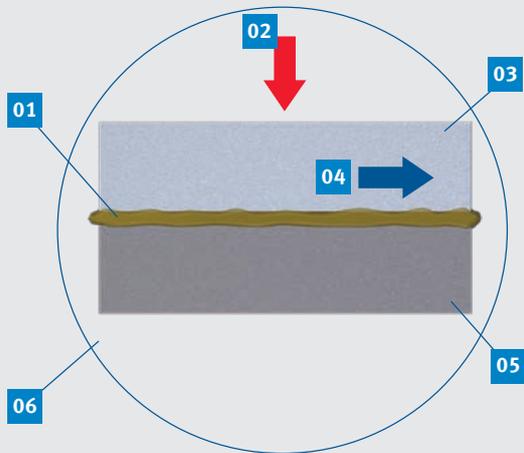
I cuscinetti a strisciamento con funzionamento idrodinamico sono in grado di soddisfare abbastanza bene i diversi requisiti. Così è ad esempio possibile, con l'aiuto di metodi di calcolo moderni, configurare in particolare i cuscinetti a strisciamento lubrificati con olio in modo ottimale ed a garanzia di un'elevata sicurezza operativa.

I cuscinetti a strisciamento a manutenzione ridotta sono in genere lubrificati con grasso. La quantità di grasso applicata in fase di montaggio è di norma sufficiente per l'intero ciclo di vita. Se un cuscinetto a strisciamento lubrificato con grasso viene impiegato in condizioni gravose, è opportuno ripetere la lubrificazione. Intervalli di rilubrificazione opportunamente cadenzati possono prolungare notevolmente la durata utile.

Tuttavia, il risultato del calcolo della durata utile da attendersi per cuscinetti a strisciamento lubrificati con grasso va considerato come semplice valore orientativo in quanto soggetto ad incertezze conseguenti ai numerosi fattori di influenza.

In molti casi la lubrificazione con olio o grasso è però impossibile oppure non ammesso. In casi del genere si ricorre all'impiego di cuscinetti a strisciamento esenti da manutenzione, con funzionamento a secco. Anche in questo caso il calcolo della durata utile non fornisce ancora dati sufficientemente precisi. La pratica molto diffusa di calcolare la durata utile con l'aiuto di metodi semplici tenendo conto dei fattori di influenza (ad es. carico specifico, velocità di strisciamento, temperatura, ecc.) può fornire solo stime approssimative. È pertanto consigliabile effettuare dei test in condizioni analoghe a quelle dell'applicazione definitiva per verificare la corretta configurazione sia per i

### Fattori di influenza in un sistema tribologico



- |                               |                                 |
|-------------------------------|---------------------------------|
| <b>01</b> Sostanza intermedia | <b>04</b> Movimento relativo    |
| <b>02</b> Carico              | <b>05</b> Corpo base            |
| <b>03</b> Corpo antagonista   | <b>06</b> Condizioni ambientali |

#### Condizioni ambientali

- Temperatura, mezzo di processo, sporco

#### Carico

- Entità del carico, tipo di carico (statico, dinamico)
- Tempo di carico (continuativo, intervallato), carico periferico, carico puntiforme

#### Corpo antagonista

- Materiale, durezza, rugosità superficiale, conduttività termica

#### Movimento relativo

- Rotatorio, oscillatorio, lineare
- Velocità di strisciamento, durata del movimento

#### Sostanza intermedia

- Lubrificante solido, grasso, liquido, viscosità
- Resistenza all'invecchiamento

#### Corpo base

- Materiale, durezza, rugosità superficiale, resistenza all'usura, capacità di funzionamento di emergenza,
- resistenza chimica

Fig. 1: Sistema tribologico

cuscinetti a strisciamento esenti da manutenzione con funzionamento a secco sia per i cuscinetti a manutenzione ridotta.

I seguenti paragrafi trattano i particolari modelli funzionali di cuscinetti a strisciamento esenti da manutenzione o a manutenzione ridotta.

# 4 CUSCINETTI A STRISCIAMENTO PERMAGLIDE®

## 4.1 INTRODUZIONE MATERIALE P1

### 4.1.1 GENERALITÀ

Il gruppo di materiali P1 comprende i materiali P10, P11, P14, P147 e P180. P10 e P11 contengono piombo nello strato di strisciamento in bronzo e nel lubrificante. P14, P147 e P180 sono privi di piombo.

### 4.1.2 STRUTTURA DEL MATERIALE

I materiali del gruppo P1 sono costituiti da un dorso di acciaio o di bronzo, uno strato di strisciamento sinterizzato in bronzo speciale con uno spessore che va da 0,2 mm a 0,35 mm e da un lubrificante solido. Lo strato di strisciamento in bronzo è sinterizzato in modo tale da ottenere un volume di porosità del 30% circa. Negli spazi interstiziali dello strato di strisciamento in bronzo con pori viene applicata una miscela di lubrificanti solidi, in genere PTFE con riempitivi, mediante un procedimento di laminazione e sinterizzazione. La miscela di lubrificanti solidi riempie completamente le cavità e forma uno strato di rodaggio con uno spessore fino a 0,03 mm al di sopra dello strato di strisciamento in bronzo (fig. 2).

### 4.1.3 DESCRIZIONE DEL FUNZIONAMENTO

I cuscinetti a strisciamento P1 esenti da manutenzione con funzionamento a secco attraversano quattro fasi durante il periodo operativo complessivo (fig. 3).

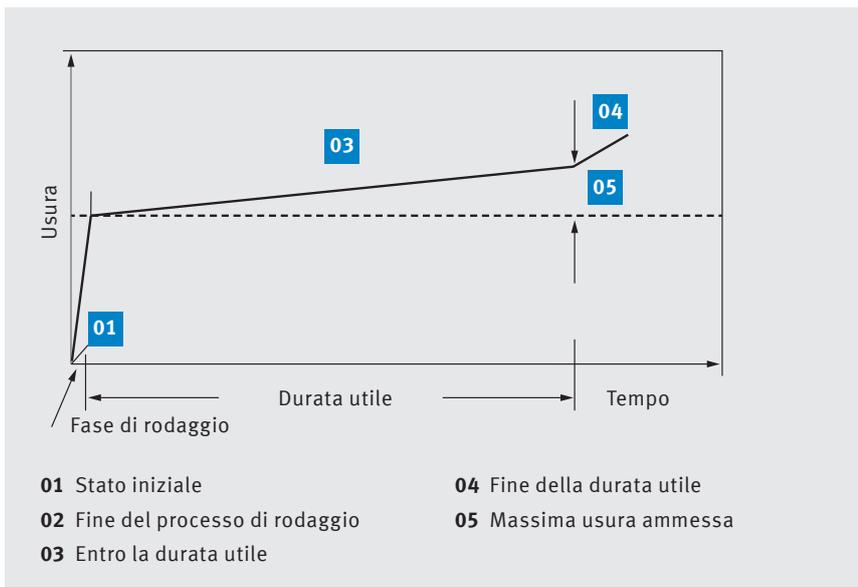


Fig. 3: Curva dell'usura di un cuscinetto a strisciamento P1 (rappresentazione schematica) /1/

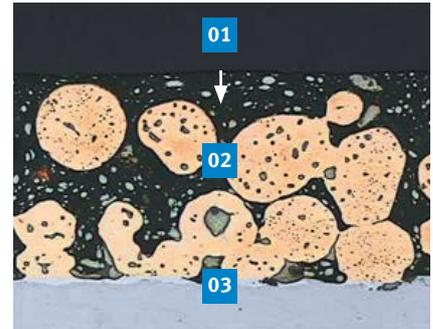


Fig. 2: Sistema di strati P1

- 01** Lubrificante solido
- 02** Strato di strisciamento in bronzo
- 03** Dorso del cuscinetto

#### Stato iniziale

Le cavità dello strato di strisciamento in bronzo sono riempite completamente con lubrificante solido e lo strato di rodaggio al di sopra dello strato di strisciamento in bronzo è ancora completamente integro (fig. 4).

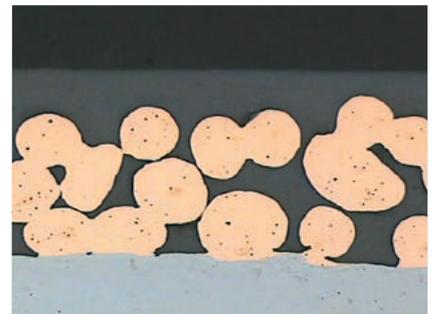


Fig. 4: Caratteristiche della superficie di strisciamento nello stato iniziale

### Processo di rodaggio

All'inizio del movimento di strisciamento parti dello strato di rodaggio vengono trasferite sull'elemento antagonista (fig. 6). Durante questo processo si forma un film continuo di lubrificante solido sull'elemento antagonista, il quale determina una riduzione notevole dell'attrito. A causa del processo di rodaggio si verifica un'asportazione di materiale sullo strato di strisciamento del cuscinetto che di norma rientra tra 0,005 mm e 0,030 mm. Le condizioni della superficie di strisciamento alla fine del periodo di rodaggio sono illustrate nella fig. 5.

### Funzionamento continuativo

Una volta concluso il processo di rodaggio, inizia la durata effettiva di utilizzo del cuscinetto a strisciamento. Essa viene determinata dal collettivo di carico, dalle condizioni ambientali, ma anche dal rapporto tra volume dello strato di strisciamento in bronzo/volume del lubrificante solido. Durante la durata di funzionamento sempre nuovo lubrificante solido giunge nella zona di contatto e va a sostituire le parti del lubrificante solido che sono state consumate. Questo processo viene provocato in particolare dai differenti coefficienti di dilatazione dello strato di strisciamento in bronzo e del lubrificante solido (rapporto ca. 1:5,5). Quando per effetto del lavoro di attrito nella zona di contatto si riscalda lo strato di strisciamento, il lubrificante solido si dilata maggiormente provvedendo alla lubrificazione dell'elemento antagonista. Ne consegue una riduzione del coefficiente di attrito e della temperatura del cuscinetto. Una volta consumato il lubrificante ha inizio un nuovo ciclo. Una curva che illustra l'andamento tipico è riportata nella fig. 7. Le caratteristiche della superficie di strisciamento entro la durata utile sono illustrate nella fig. 8.

### Fine della durata utile

Il lubrificante solido contenuto nel sistema del cuscinetto a strisciamento è disponibile solo in misura limitata (dipendente dal volume dei pori dello strato di strisciamento in bronzo sinterizzato con pori). Se in seguito ad una durata di funzionamento più lunga il volume del lubrificante è consumato, il coefficiente di attrito aumenta e l'intensità dell'usura risulta incrementata. In genere viene anche superato il limite di usura ammesso. Di norma nei cuscinetti a strisciamento P1 questo limite è  $> 0,05$  mm. In particolare in presenza di un'elevata velocità di strisciamento possono verificarsi il surriscaldamento del cuscinetto e il grippaggio dell'albero. Le condizioni della superficie di strisciamento alla fine della durata utile sono illustrate nella fig. 9.

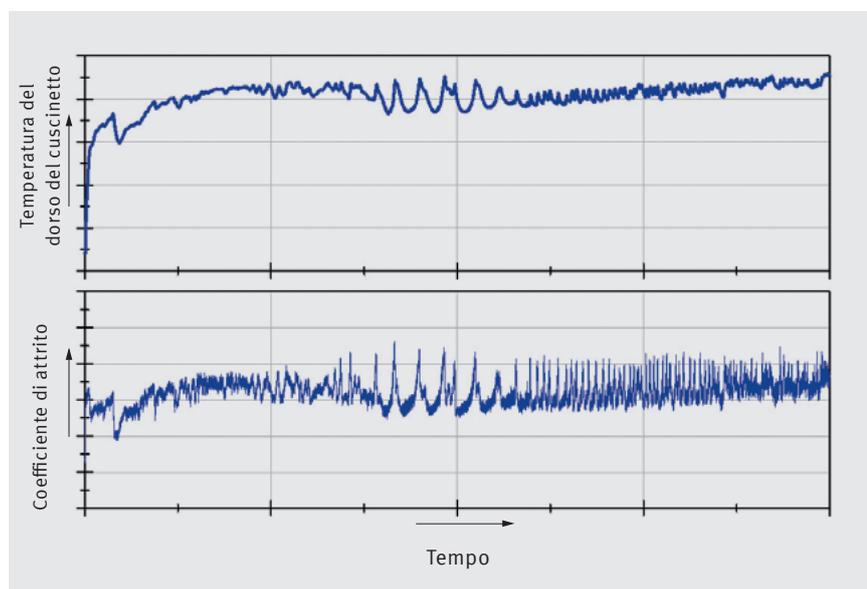


Fig. 7: Comportamento oscillatorio di coefficiente di attrito e temperatura

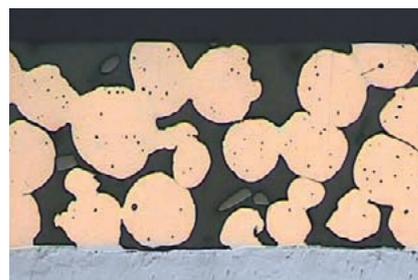


Fig. 5: Caratteristiche della superficie di strisciamento alla fine del processo di rodaggio



Fig. 6: Trasferimento di materiale  
01 Stato iniziale  
02 Fine del processo di rodaggio



Fig. 8: Caratteristiche della superficie di strisciamento entro la durata utile

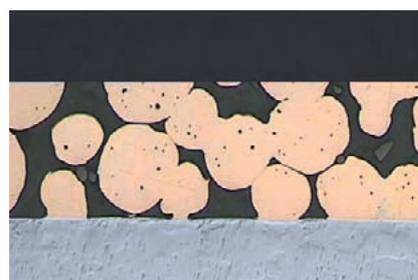


Fig. 9: Caratteristiche della superficie di strisciamento alla fine della durata utile

## 4.1.4 VALORI LIMITE E GRANDEZZE DI INFLUENZA

La durata utile e la sicurezza operativa dipendono da una molteplicità di fattori di influenza che interagiscono inoltre tra loro con effetti reciproci. Segue una descrizione delle più importanti grandezze di influenza e dei relativi valori limite.

### Massimo valore pv ammesso

Il valore pv è il prodotto di carico specifico sul cuscinetto p [MPa] e velocità di strisciamento v [m/s]. Entrambe le grandezze di influenza hanno effetti reciproci tra loro. Nella fig. 10 è rappresentato il massimo valore pv ammesso per cuscinetti a strisciamento P1 sotto forma di curva limite. Se il carico specifico sul cuscinetto e la velocità di strisciamento rientrano in questa curva limite, si può in linea di principio partire dal presupposto che è possibile ricorrere all'impiego di un cuscinetto a strisciamento P1.

In questo contesto la curva limite va intesa in modo tale che in presenza del carico specifico sul cuscinetto  $p_{max}$  [MPa] e della corrispondente velocità di strisciamento v [m/s] durante il funzionamento, si viene ad instaurare un equilibrio termico, vale a dire che il sistema del cuscinetto a strisciamento funziona ancora con sicurezza operativa. Se il carico o la velocità di strisciamento aumentano oltre la curva limite, questo equilibrio termico non si viene a creare. L'intensità dell'usura e la temperatura aumentano. Il cuscinetto a strisciamento può guastarsi entro breve tempo.

### Carico specifico sul cuscinetto

In presenza del carico specifico sul cuscinetto massimo ammesso e della relativa velocità di strisciamento massima ammessa, per un cuscinetto a strisciamento P1 esente da manutenzione con funzionamento a secco trovano applicazione i seguenti valori di riferimento:

Massimo carico specifico sul cuscinetto p[MPa]	Velocità di strisciamento v [m/s]			
	P10, P11	P14	P147	P180
statico	250 MPa	–	–	–
Carico puntiforme a riposo, movimento uniforme	140 MPa 160 Mpa	≤ 0,013 m/s	≤ 0,011 m/s	≤ 0,010 m/s ≤ 0,013 m/s
Carico puntiforme a riposo, rotatorio, oscillatorio	56 MPa	≤ 0,032 m/s	≤ 0,029 m/s	≤ 0,025 m/s ≤ 0,035 m/s
Carico puntiforme, carico periferico; crescente, rotatorio, oscillatorio	28 MPa	≤ 0,064 m/s	≤ 0,057 m/s	≤ 0,050 m/s ≤ 0,070 m/s

Tab. 1: Valori di riferimento del carico specifico sul cuscinetto

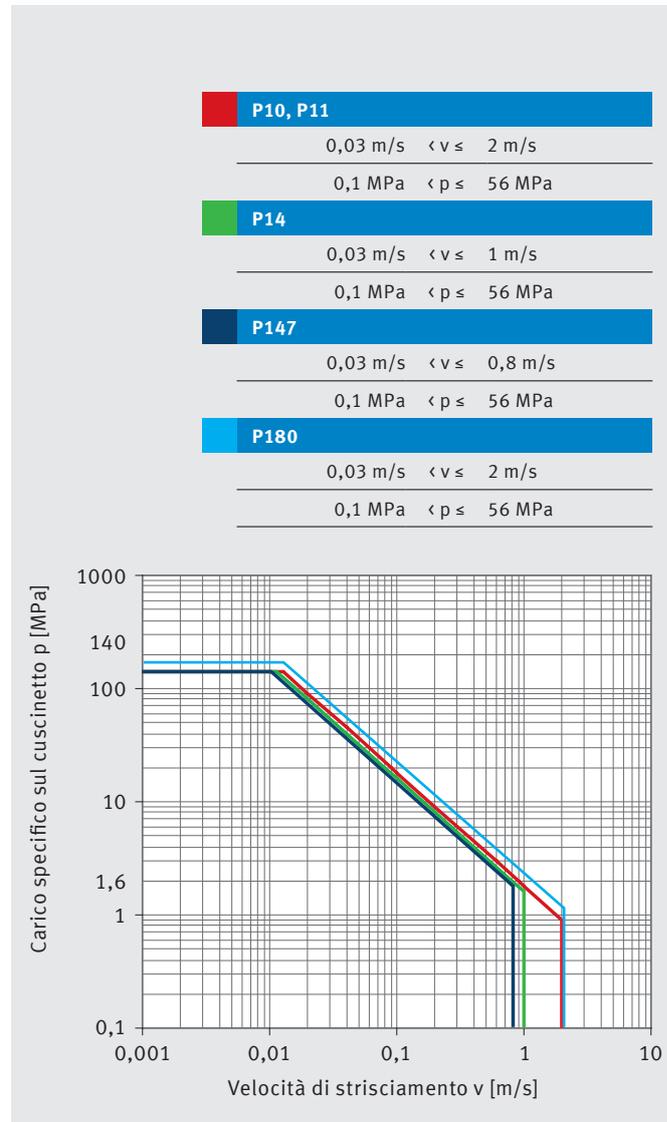


Fig. 10: Valore pv [MPa·m/s], curva limite (valori validi per temperatura ambiente)

### Velocità di strisciamento

Per i cuscinetti a strisciamento P1 esenti da manutenzione e contenenti piombo, la velocità di strisciamento  $v$  con funzionamento a secco è limitata a max. 2 m/s. Per i cuscinetti a strisciamento P1 privi di piombo la massima velocità di strisciamento  $v_{max}$  è di 1 m/s per P14, 0,8 m/s per P147 e 2 m/s per P180. Per un cuscinetto a strisciamento, la velocità di strisciamento viene intesa come velocità relativa in m/s tra cuscinetto e albero. In un sistema tribologico, essa è di estrema importanza ed insieme al carico specifico sul cuscinetto è determinante per il

campo di applicazione di un cuscinetto a strisciamento. Vedi anche la fig. 10: valore  $p_v$ , curva limite. Un'elevata velocità di strisciamento si ripercuote soprattutto sull'usura del cuscinetto. A causa del percorso di strisciamento grande entro il periodo di funzionamento viene generata un'usura altrettanto grande. Ma anche la temperatura del cuscinetto rappresenta una grandezza che dipende dalla velocità di strisciamento. Se a causa di una velocità di strisciamento troppo elevata il sistema tribologico non si trova più nello stato di equilibrio termico, viene superato il limite del carico ammesso.

### Attrito, carico sul cuscinetto, velocità di strisciamento

Queste tre grandezze di influenza hanno effetti reciproci tra loro. Esiste tendenzialmente la seguente relazione:

Carico specifico sul cuscinetto $p$ [MPa]			Velocità di strisciamento $v$ [m/s]		Coefficiente di attrito $\mu$ [1]		
140	a 250	alto	a 0,001	basso	0,03	basso	
140	a 60	↑	0,001	a 0,005	↓	0,04	a 0,07
60	a 10		0,005	a 0,05		0,07	a 0,1
10	a 1		0,050	a 0,5		0,10	a 0,15
a 1	basso		0,500	a 2		0,15	a 0,25

Tab. 2: Coefficiente di attrito (tutti i valori validi per 20 °C, superficie antagonista in acciaio, profondità di rugosità da  $R_z$  0,8 a  $R_z$  1,5)

### Attrito ed antagonista di strisciamento (materiale e superficie)

La sicurezza operativa e la durata utile di un cuscinetto esente da manutenzione non dipendono solo dal collettivo di carico, ma anche dal materiale dell'antagonista di strisciamento e dalla relativa superficie. I materiali degli antagonisti di strisciamento in parte influenzano in misura consistente le caratteristiche di usura e quindi la durata utile di un cuscinetto a strisciamento P1 esente da manutenzione con funzionamento a secco. In linea di massima per quanto riguarda la durata utile è vantaggioso impiegare per l'antagonista di strisciamento una superficie di scorrimento temprata o dotata di rivestimento speciale. Ciò vale in particolare in caso di carico o velocità di strisciamento maggiori.

Anche la rugosità superficiale dell'antagonista di strisciamento riveste una grande importanza per quanto concerne la sicurezza operativa e la durata utile di un accoppiamento a strisciamento. Le condizioni di attrito più favorevoli si ottengono con una rugosità superficiale compresa tra  $R_z$  0,8 e  $R_z$  1,5. Con una superficie troppo liscia, il lubrificante solido non riesce ad aderire sufficientemente sull'antagonista di strisciamento. Durante il movimento di strisciamento si verificano ripetuti processi di adesione e conseguenti effetti stick-slip, stridii e anomalie di funzionamento.

Se la superficie dell'antagonista di strisciamento è invece troppo ruvida, il lubrificante solido disponibile nel cuscinetto a strisciamento non è sufficiente a formare un film lubrificante continuo sull'antagonista di strisciamento. Si verificano processi abrasivi con un conseguente aumento dell'attrito, della temperatura e dell'usura.

### Attrito e temperatura (temperatura ambiente)

Per la sicurezza operativa e la durata utile è importante l'intervallo della temperatura di esercizio entro il quale un sistema di cuscinetto a strisciamento deve funzionare. Tale condizione è importante in particolare perché il lubrificante solido, così importante per il rendimento di un cuscinetto a strisciamento, varia le sue proprietà meccaniche con la temperatura. In presenza di una temperatura di esercizio fino a ca. 100 °C, il coefficiente di attrito diminuisce solo in misura esigua rispetto a quello presente a temperatura ambiente. Se la temperatura di esercizio sale però notevolmente oltre 100 °C, questo effetto si inverte. Il coefficiente di attrito aumenta rapidamente e può essere anche fino al 50% maggiore rispetto al valore presente a temperatura ambiente. Come conseguenza cambia anche la temperatura del cuscinetto, il che determina a sua volta l'alterazione delle proprietà meccaniche del lubrificante solido. La componente del lubrificante solido che è determinante per l'attrito è rappresentata dal polimero PTFE. È soprattutto la resistenza al taglio di PTFE che è responsabile per la formazione e il mantenimento del film lubrificante sull'antagonista di strisciamento. Ora l'entità della resistenza al taglio di PTFE dipende però dalla temperatura (fig. 11). Se aumenta la temperatura di esercizio, la resistenza al taglio diminuisce in misura proporzionale. /2/

Se la sollecitazione di taglio conseguente al processo di attrito nella zona di contatto è superiore alla resistenza al taglio di PTFE, il film lubrificante viene tagliato nella zona di contatto e si può verificare il mancato funzionamento per breve tempo.

### Movimento di strisciamento e tipo di carico

In combinazione con un movimento rotatorio o oscillatorio, è di particolare importanza il caso di carico, che può essere puntiforme o periferico. Carico puntiforme vuol dire albero in movimento e scatola con boccola cuscinetto ferma. In caso di carico periferico è invece la scatola con boccola cuscinetto che si muove intorno all'albero o all'asse fermo. Movimenti oscillatori o rotatori con carico uniforme causano principalmente usura, anche se il tasso di usura per punti di supporto soggetti a carico periferico può essere notevolmente inferiore rispetto a quello per punti di supporto soggetti a carico puntiforme. Se il punto di supporto è inoltre soggetto a variazioni di carico ad elevata frequenza o vibrazioni, a questa si può aggiungere l'affaticamento del materiale.

In caso di movimenti lineari, il cuscinetto scorre in genere per un tratto più lungo sull'antagonista di strisciamento. Ciò consente una maggiore dissipazione del calore di attrito attraverso l'antagonista di strisciamento. Sono pertanto possibili velocità di strisciamento più elevate rispetto al caso di applicazione con movimento rotatorio o oscillatorio.

### Funzionamento idrodinamico

In linea di massima i cuscinetti a strisciamento P1 possono essere impiegati anche in condizioni idrodinamiche. Il relativo calcolo viene offerto da Motorservice come servizio a parte.

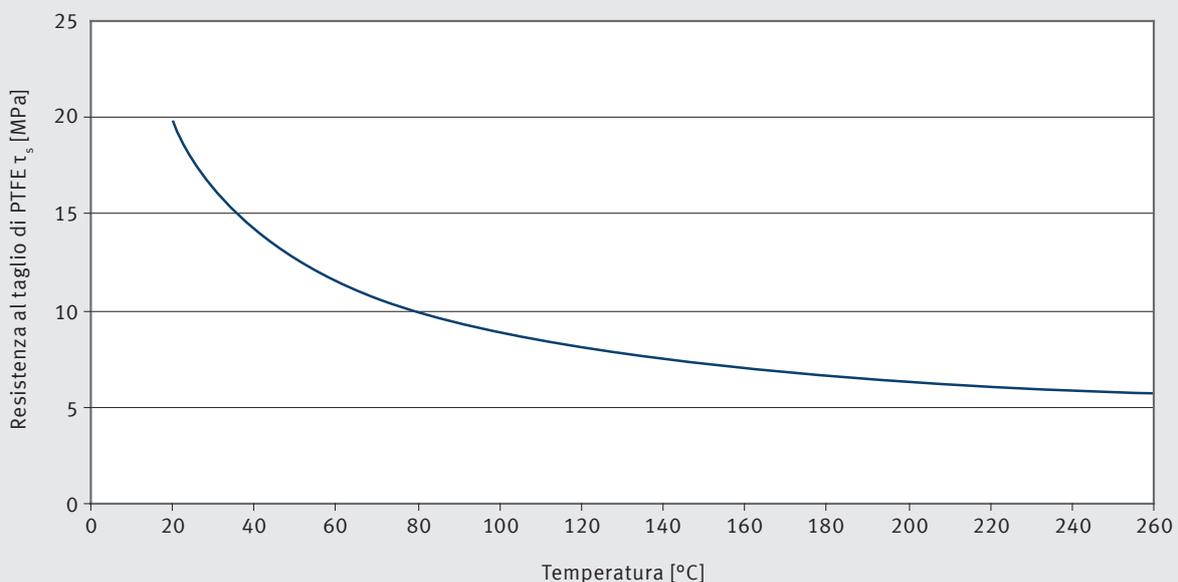


Fig. 11: Resistenza al taglio di PTFE  $\tau_s$  in funzione della temperatura

## 4.2 INTRODUZIONE MATERIALE P2

### 4.2.1 STRUTTURA DEL MATERIALE

Il materiale per cuscinetti a strisciamento P2 è costituito da un dorso di acciaio, uno strato connettivo di bronzo con uno spessore compreso tra 0,2 mm e 0,35 mm ed un materiale sintetico termoplastico con riempitivi come strato di strisciamento. Lo strato di strisciamento in materiale sintetico è ancorato nelle cavità (volume dei pori ~ 50%) dello strato connettivo di bronzo e, a seconda della finalità di impiego forma, al di sopra dello strato connettivo, una superficie di strisciamento con uno

spessore tra 0,08 mm e 0,2 mm. All'interno del gruppo di materiali P2 esistono due diverse composizioni dello strato di strisciamento:

- P20, P22, P23 contenente piombo
- P200, P202, P203 senza piombo

Anche lo spessore e il profilo dello strato di strisciamento variano. Maggiori dettagli in merito sono reperibili nelle schede dati dei materiali contenute nel presente catalogo.

### 4.2.2 DESCRIZIONE DEL FUNZIONAMENTO

I cuscinetti a strisciamento P2 a manutenzione ridotta di norma vengono impiegati con lubrificazione permanente. A tale scopo le tasche di lubrificazione presenti nella superficie di strisciamento in fase di montaggio vengono riempite completamente con lubrificante (grasso).

#### Processo di rodaggio

All'inizio del movimento di strisciamento il grasso presente nella superficie di strisciamento viene trasferito sull'elemento antagonista (albero). Le due superfici di strisciamento sono quindi separate da un sottile strato di lubrificante. Nel movimento di strisciamento si riduce il coefficiente di attrito e può assumere valori da 0,02 a 0,15. Contemporaneamente le superfici di strisciamento del cuscinetto e dell'antagonista di strisciamento si adeguano l'una all'altra, vale a dire che eventuali irregolarità del materiale vengono asportate.

Il materiale asportato si accumula prevalentemente nelle tasche di lubrificazione e in un primo momento non è rilevante dal punto di vista dell'usura.

#### Funzionamento continuativo

Grazie al design specifico delle tasche di lubrificazione (conforme a DIN ISO 3547) è disponibile una quantità sufficiente di lubrificante per la durata di funzionamento prevista. Il coefficiente di attrito e la temperatura rimangono pressoché costanti per un periodo abbastanza lungo. Il tasso di usura è basso. Questo è valido per sollecitazioni scarse e medie. In presenza di carichi maggiori o condizioni di impiego gravose si consiglia di provvedere ad una rilubrificazione periodica dei punti di supporto. Intervalli di rilubrificazione opportunamente cadenzati riducono il tasso di usura. Di conseguenza aumentano la sicurezza operativa e la durata utile.

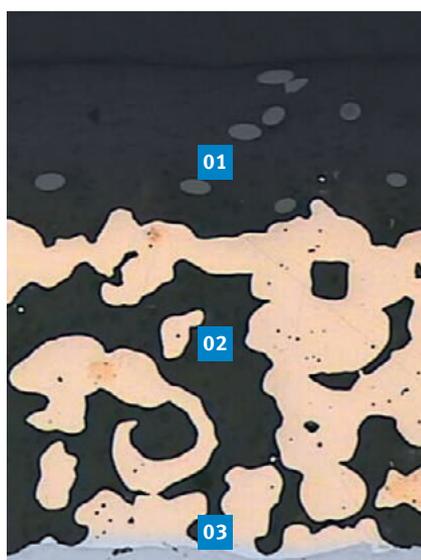


Fig. 12: Sistema di strati P2  
 01 Strato di strisciamento  
 02 Strato connettivo  
 03 Dorso del cuscinetto

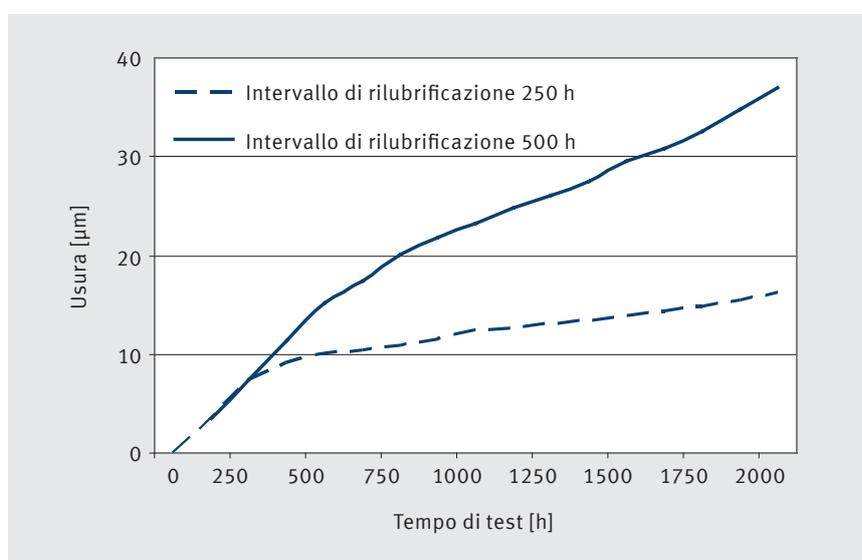


Fig. 13: Curva dell'usura di un cuscinetto a strisciamento P2 (rappresentazione schematica)

### Fine della durata utile

Dopo una durata di funzionamento abbastanza lunga ed una corrispondente profondità di usura, nelle applicazioni con cuscinetti a strisciamento dotati di lubrificazione permanente (lubrificazione unica) il volume del lubrificante è consumato. A seconda del tipo di grasso lubrificante utilizzato e delle condizioni ambientali, viene inoltre compromessa l'efficacia del lubrificante (invecchiamento). Ciò significa che coefficiente di attrito, temperatura del cuscinetto e usura aumentano in misura sproporzionata. Il cuscinetto si surriscalda e cessa di funzionare. In linea di massima, anche per i punti di supporto dove è

prevista una rilubrificazione è da attendersi un comportamento simile. Anche se la rilubrificazione del punto di supporto prolunga notevolmente la durata utile, la crescente profondità di usura riduce comunque fortemente il volume delle tasche di lubrificazione. Il lubrificante che vi si deposita non è più sufficiente. A ciò si aggiunge il materiale asportato per attrito che si accumula nelle tasche di lubrificazione riducendone ulteriormente il volume. Si verificano anomalie di funzionamento, analogamente a come avviene per i cuscinetti a strisciamento con lubrificazione permanente.

## 4.2.3 VALORI LIMITE E GRANDEZZE D'INFLUENZA

La durata utile e la sicurezza operativa di un cuscinetto a strisciamento a manutenzione ridotta non vengono influenzate solo dalle condizioni di esercizio ed ambientali, ma anche dalle condizioni di lubrificazione (grasso, olio). Di norma esistono contemporaneamente diverse grandezze di influenza che si ripercuotono inoltre le une sulle altre. Segue una descrizione delle più importanti grandezze di influenza e dei relativi valori limite.

### Massimo valore pv ammesso

Il valore pv è il prodotto di carico specifico sul cuscinetto p [MPa] e velocità di strisciamento v [m/s]. Entrambe le grandezze di influenza hanno effetti reciproci tra loro. Nella fig. 14 è rappresentato il massimo valore pv ammesso per cuscinetti a strisciamento P2 lubrificati con grasso sotto forma di curva limite. Se il carico specifico sul cuscinetto e la corrispondente velocità di strisciamento rientrano in questa curva limite, si può in linea di principio partire dal presupposto che è possibile ricorrere all'impiego di un cuscinetto a strisciamento P2 lubrificato con grasso.

La curva limite va intesa in modo tale che in presenza del carico specifico sul cuscinetto p [MPa] e della corrispondente velocità di strisciamento v [m/s] durante il funzionamento, si viene ad instaurare un equilibrio termico, vale a dire che il sistema del cuscinetto a strisciamento funziona ancora con sicurezza operativa. Se il carico o la velocità di strisciamento aumentano oltre la curva limite, questo equilibrio termico non può crearsi. L'intensità dell'usura e la temperatura aumentano. Il cuscinetto si guasta entro breve tempo. I cuscinetti a strisciamento P2 devono essere lubrificati. A seconda del lubrificante utilizzato, la durata utile può aumentare. La curva limite raffigurata è valida per grasso saponato al litio a base di olio minerale ed una temperatura di 20 °C.

### Campo di validità per il calcolo della durata utile:

<b>P20</b>
0,04 m/s < v ≤ 3 m/s
0,1 MPa < p ≤ 70 MPa
<b>P200</b>
0,04 m/s < v ≤ 3,3 m/s
0,1 MPa < p ≤ 70 MPa

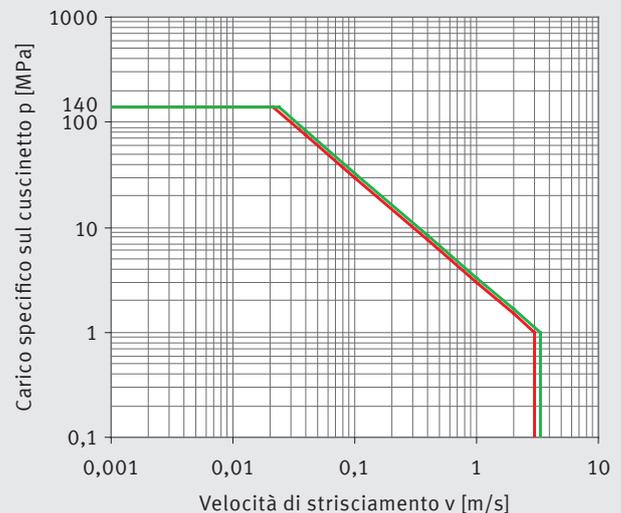


Fig. 14: Valori pv, curve limite P20, P200 lubrificazione con grasso a 20 °C

### Carico specifico sul cuscinetto

In presenza del carico specifico sul cuscinetto massimo ammesso e della relativa velocità di strisciamento massima ammessa, per un cuscinetto a strisciamento P2 a manutenzione ridotta trovano applicazione i seguenti valori di riferimento:

Massimo carico specifico sul cuscinetto p [MPa]	Velocità di strisciamento v [m/s]		
		P20, P22*, P23*	P200, P202*, P203*
statico	250 MPa	–	–
Carico puntiforme a riposo, movimento uniforme	140 MPa	≤ 0,021 m/s	≤ 0,024 m/s
Carico puntiforme a riposo, rotatorio, oscillatorio	70 MPa	≤ 0,043 m/s	≤ 0,047 m/s
Carico puntiforme, carico periferico; crescente, rotatorio, oscillatorio	35 MPa	≤ 0,086 m/s	≤ 0,094 m/s
Carico limite (fig. 14)	1,0 MPa	max. 3,0 m/s	max. 3,3 m/s

Tab. 3: Valori di riferimento del carico specifico sul cuscinetto

### Velocità di strisciamento

Per i cuscinetti a strisciamento P2 a manutenzione ridotta e contenenti piombo, la velocità di strisciamento massima ammessa  $v$  con lubrificazione a base di grasso è limitata a 3,0 m/s. Per i cuscinetti a strisciamento P2 a manutenzione ridotta e privi di piombo, la velocità di strisciamento massima ammessa è di 3,3 m/s. In questo contesto la velocità di strisciamento viene intesa come velocità relativa tra cuscinetto e antagonista di strisciamento. In un sistema tribologico, essa è di estrema importanza ed insieme al carico specifico sul cuscinetto  $p$  è determinante per il campo di applicazione di un cuscinetto a strisciamento. Un'elevata velocità di strisciamento si ripercuote soprattutto sull'usura del cuscinetto. A causa del percorso di strisciamento grande entro il periodo di funzionamento viene generata un'usura altrettanto grande. Se la velocità di strisciamento aumenta oltre il valore ammesso, il sistema del cuscinetto a strisciamento non si trova più nello stato di equilibrio termico. Si possono verificare anomalie di funzionamento fino all'avaria.

### Lubrificazione con grasso

La durata utile di un cuscinetto a strisciamento P2 viene influenzata anche dal grasso lubrificante utilizzato. In particolare il coefficiente di attrito, la capacità di carico e la temperatura di esercizio ammessa dipendono dal lubrificante. Anche la resistenza all'invecchiamento è importante per il corretto funzionamento. Grassi idonei sono in linea di massima:

- grassi al sapone di litio (resistenti all'invecchiamento)
- grassi al sapone di bario (buona adesione)
- grassi al sapone di alluminio (buona umettabilità)

Intervalli di rilubrificazione opportunamente cadenzati allungano la durata utile e migliorano la sicurezza operativa (fig. 13).

### Attrito ed antagonista di strisciamento (materiale e superficie)

La sicurezza operativa e la durata utile di un cuscinetto a manutenzione ridotta non dipendono solo dal collettivo di carico e dal lubrificante, ma anche dal materiale dell'antagonista di strisciamento e dalla relativa superficie. I materiali degli antagonisti di strisciamento in parte influenzano in misura consistente la durata utile (v. tab. 27). Anche la rugosità superficiale dell'antagonista di strisciamento riveste una grande importanza per quanto concerne la sicurezza operativa e la durata utile di un accoppiamento a strisciamento. I presupposti migliori sono rappresentati da valori della profondità di rugosità che vanno da  $R_z 0,8$  a  $R_z 1,5$ . In presenza di valori maggiori si verificano processi abrasivi con usura aumentata nonostante la presenza di grasso come lubrificante.

### Temperatura

I cuscinetti a strisciamento P2 sono molto poco sensibili con temperature di esercizio fino a ca. 70 °C. Se le temperature salgono notevolmente oltre questo valore, l'efficacia del cuscinetto si riduce rapidamente. Il limite di impiego pratico è raggiunto in presenza di una temperatura di 110 °C. Per breve tempo è possibile una temperatura di impiego di 140 °C, ma solo con un carico molto esiguo sul cuscinetto. Va inoltre considerata la resistenza alle temperature del lubrificante utilizzato (ad es. tipo di grasso).

\* Su richiesta

### **Movimento di strisciamento e carico**

In combinazione con un movimento rotatorio o oscillatorio, è di particolare importanza il caso di carico, che può essere puntiforme o periferico. Carico puntiforme vuol dire albero in movimento e scatola con boccola cuscinetto ferma. In caso di carico periferico è invece la scatola con boccola cuscinetto che si muove intorno all'albero fermo. Movimenti oscillatori o rotatori con carico uniforme causano principalmente usura. Se il punto di supporto è inoltre soggetto a variazioni di carico ad elevata frequenza o vibrazioni, a questa si può aggiungere l'affaticamento del materiale.

In caso di movimenti lineari, il cuscinetto scorre in genere per un tratto più lungo sull'antagonista di strisciamento. Ciò consente una maggiore dissipazione del calore di attrito attraverso l'antagonista di strisciamento. Sono pertanto possibili velocità di strisciamento più elevate rispetto al caso di applicazione con movimento rotatorio o oscillatorio.

### **Funzionamento idrodinamico**

I cuscinetti a strisciamento P2 possono essere impiegati anche in condizioni idrodinamiche. A tale scopo è necessario uno strato di strisciamento senza tasche di lubrificazione. Cuscinetti a strisciamento senza tasche di lubrificazione possono essere forniti sia pronti al montaggio che, su richiesta, rettificabili nel diametro interno del cuscinetto. A causa della complessità del compito, Motorservice offre il calcolo di cuscinetti a strisciamento con funzionamento idrodinamico come servizio a parte.



# 5 SCELTA DEL MATERIALE, INFORMAZIONI SUI MATERIALI

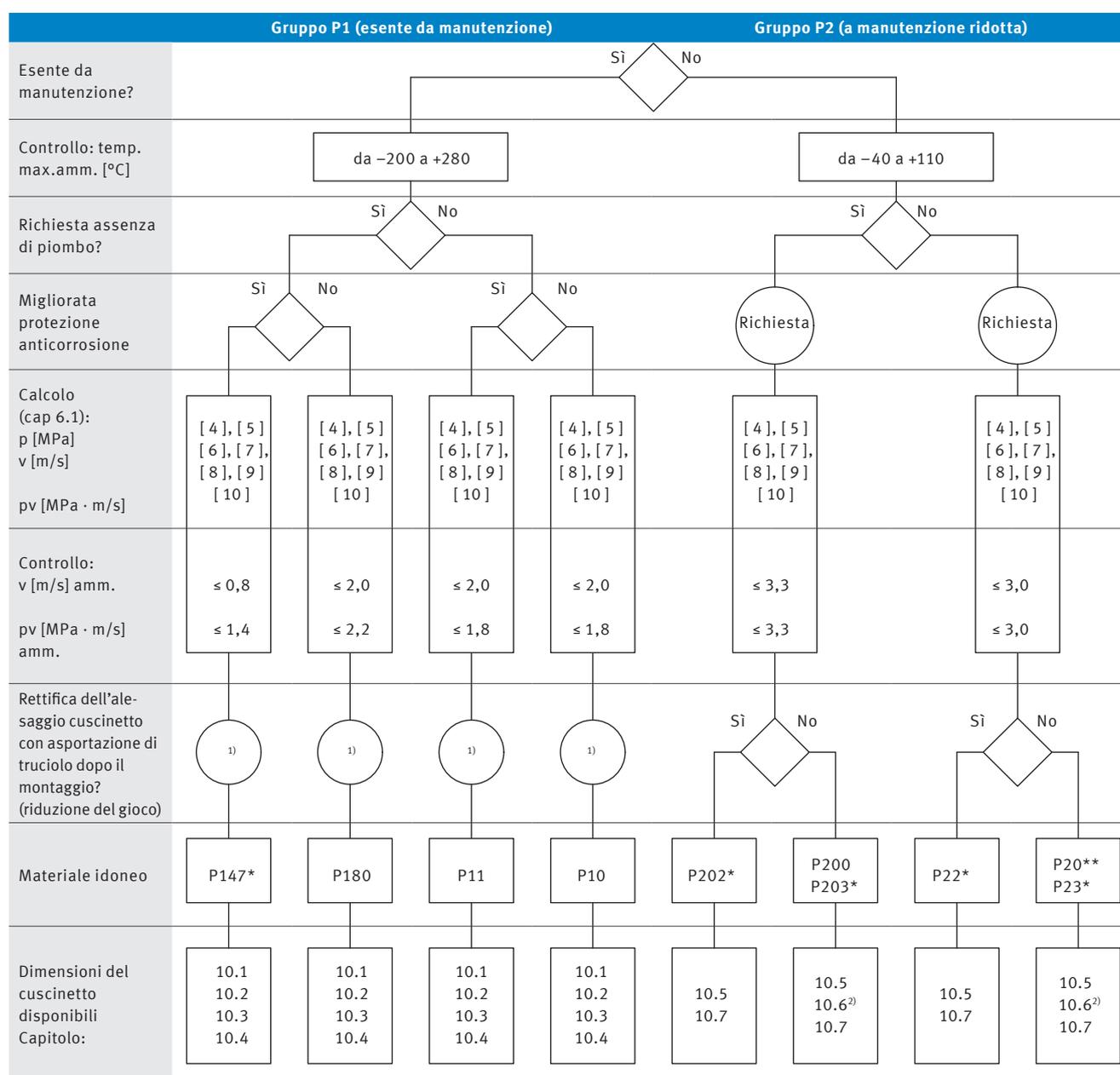
## Schema per la scelta del materiale

Valido per cuscinetti a strisciamento con funzionamento a secco o lubrificati con grasso. Per l'impiego idrodinamico, Motorservice offre il calcolo e la scelta del materiale come servizio a parte.

### Grandezze d'ingresso

Le grandezze d'ingresso riportate a fianco normalmente sono specificate nel capitolato o vengono calcolate (albero). In una prima approssimazione è necessario definire in via provvisoria la larghezza cuscinetto in funzione dell'albero, come risulta dal presente schema.

- Carico sul cuscinetto [MPa]
- Diametro dell'albero [mm]
- Numero di giri [min<sup>-1</sup>]
- Angolo di oscillazione [°]
- Frequenza di oscillazione [min<sup>-1</sup>]
- Larghezza del cuscinetto [mm]



<sup>1)</sup> Le bocche del gruppo P1 non possono essere sottoposte a rettifica mediante asportazione di truciolo. È possibile la calibratura senza asportazione di truciolo la quale riduce comunque la durata utile (tab. 37)

<sup>2)</sup> Valido solo per materiale P20/P200

\* Su richiesta

\*\* In esaurimento

## 5.1 CUSCINETTI A STRISCIAMENTO P1

NOVITÀ

### 5.1.1 P180 ... ROBUSTO E ALTAMENTE RESISTENTE, SOSTENIBILE E PRIVO DI PIOMBO – IL MATERIALE P1 È IL MATERIALE DEL FUTURO

#### Descrizione sintetica

P180 è un materiale ad elevate prestazioni privo di piombo con elevate prestazioni tribologiche. Si tratta di un materiale concepito per applicazioni esenti da manutenzione con funzionamento a secco. Può inoltre essere impiegato sia in sistemi lubrificati con grasso che con liquidi. P180 rappresenta l'evoluzione del comprovato materiale P14 con una migliore capacità di carico e resistenza all'usura sia nelle applicazioni a secco che lubrificate. Questo materiale può essere utilizzato anche in sistemi tribologici nei quali fino ad ora potevano essere impiegati solo materiali contenenti piombo, come ad es. P10.

#### Produzione del materiale

In uno speciale processo di miscelazione viene realizzato il lubrificante solido. Parallelamente viene applicata tramite il metodo della sinterizzazione continua della polvere di bronzo sul dorso di acciaio in qualità di strato di strisciamento. Si viene quindi a formare uno strato di strisciamento con spessore da 0,2 mm a 0,35 mm ed un volume dei pori del 30 % circa. Successivamente ha luogo il riempimento delle cavità con il lubrificante solido tramite impregnazione a rullo. Questa fase di processo è controllata in modo tale che sopra lo strato di strisciamento si viene a formare uno strato di rodaggio costituito da lubrificante solido con uno spessore massimo di 0,03 mm. In ulteriori fasi di processo termiche vengono realizzate le proprietà caratteristiche del sistema del materiale e quindi, tramite coppie di rulli opportunamente impostate, la necessaria precisione dello spessore del materiale composito.

#### Produzione dei cuscinetti a strisciamento

Dal materiale P180 vengono realizzati elementi di strisciamento delle più diverse forme tramite fasi successive di taglio, punzonatura e deformazione. Forme costruttive standard sono:

- Boccole cilindriche
- Boccole flangiate
- Anelli di spallamento
- Strisce

I cuscinetti a strisciamento realizzati in P180 ricevono infine un trattamento anticorrosivo per il dorso del cuscinetto, le superfici frontali e le superfici di contatto del giunto di testa.

*Esecuzione standard: stagno*

*Spessore dello strato: ca. 0,002 mm*

#### Proprietà di P180

- privo di piombo
- conforme alla direttiva 2011/65/UE (RoHS II)
- tendenza minima allo stick-slip
- massima resistenza in particolare in caso di usura dei bordi
- coefficiente di attrito costante e basso
- ottima resistenza all'usura nel funzionamento a secco che con lubrificante
- utilizzo universale: adatto per movimenti di rotazione, oscillazione e assiali
- eccellente resistenza chimica
- elevata resistenza all'erosione
- molto resistente al rigonfiamento
- compatibile con i più comuni alberi in acciaio nel funzionamento a secco

#### Campi di impiego preferenziali

- Impiego in condizioni di funzionamento a secco e con lubrificazione, nei settori in cui è richiesta l'assenza di piombo
- Movimenti rotatori o oscillatori fino ad una velocità di 2 m/s
- Movimenti lineari
- Intervallo di temperatura da -200 °C a 280 °C

#### Funzionamento idrodinamico

L'impiego in condizioni idrodinamiche fino ad una velocità di strisciamento di 10 m/s non rappresenta alcun problema. Il materiale presenta una resistenza elevata alla corrosione e alla cavitazione. Il calcolo degli stati di funzionamento per l'impiego idrodinamico viene offerto da Motorservice come servizio a parte.



#### AVVERTENZA

Lo stagno serve come anticorrosivo di breve durata e facilita inoltre il montaggio.



**Il materiale P180 si presta come sostituto dei materiali contenenti piombo e in alcuni casi può addirittura superare i loro limiti prestazionali.**



## Struttura del materiale P180

01 Strato di rodaggio	
Matrice PTFE con riempitivo <sup>1)</sup>	
Spessore strato [mm]:	max. 0,03
02 Strato di strisciamento	
Stagno-bronzo	
Spessore strato [mm]:	0,11–0,26
Volume dei pori [%]:	ca. 30
03 Dorso del cuscinetto	
Acciaio	
Spessore acciaio [mm]:	Variabile
Durezza acciaio [HB]:	100–180

Tab. 4: Struttura del sistema

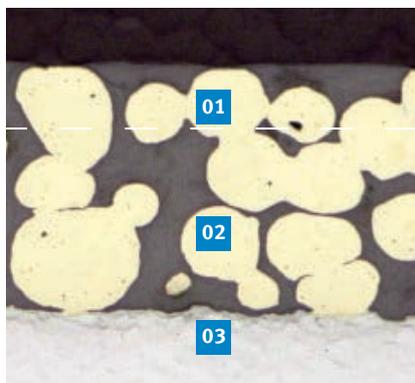


Fig. 15: Sistema di strati

Strato di rodaggio	
Componenti	% in peso
PTFE	60
BaSO <sub>4</sub>	16
Altri riempitivi	24
Strato di strisciamento	
Componenti	% in peso
Sn	da 9 a 11
Cu	Resto
Dorso del cuscinetto	
Materiale	Informazioni sul materiale
Acciaio	DC04
	DIN EN 10130
	DIN EN 10139

Tab. 5: Composizione chimica

Valori caratteristici, carico limite	Simbolo	Unità	Valore
Valore pv ammesso	$p_{v,amm.}$	MPa · m/s	2,2
Carico specifico sul cuscinetto ammesso			
• statico	$p_{amm.}$	MPa	250
• Carico puntiforme, carico periferico con una velocità di strisciamento $\leq 0,013$ m/s	$p_{amm.}$	MPa	160
• Carico puntiforme, carico periferico con una velocità di strisciamento $\leq 0,035$ m/s	$p_{amm.}$	MPa	56
• Carico puntiforme, carico periferico, crescente con una velocità di strisciamento $\leq 0,070$ m/s	$p_{amm.}$	MPa	28
Velocità di strisciamento ammessa			
• Funzionamento a secco con $p \leq 1,60$ MPa	$v_{amm.}$	m/s	2
• Funzionamento idrodinamico	$v_{amm.}$	m/s	10
Temperatura ammessa	$T_{amm.}$	°C	da -200 a +280
Coefficiente di dilatazione termica			
• Dorso di acciaio	$\alpha_{St}$	K <sup>-1</sup>	$11 \cdot 10^{-6}$
Coefficiente di conduttività termica			
• Dorso di acciaio	$\lambda_{St}$	W(mK) <sup>-1</sup>	40

Tab. 6: Valori caratteristici del materiale P180

## SOSTENIBILITÀ



<sup>1)</sup> Con questo lubrificante sono riempiti anche i pori dello strato di strisciamento.

## 5.1.2 P14 ... ESENTE DA MANUTENZIONE ED ECOLOGICO

### Descrizione sintetica

P14 è un materiale di strisciamento standard privo di piombo con elevate prestazioni tribologiche. Si tratta di un materiale concepito per applicazioni esenti da manutenzione con funzionamento a secco. Esso può essere comunque impiegato anche in sistemi lubrificati con liquidi. Grasso come lubrificante in contatto con P14 è possibile solo in misura limitata e non è consigliato.

### Produzione del materiale

In uno speciale processo di miscelazione viene realizzato il lubrificante solido. Parallelamente viene applicata tramite il metodo della sinterizzazione continua della polvere di bronzo sul dorso di acciaio o di bronzo in qualità di strato di strisciamento. Si viene quindi a formare uno strato di strisciamento con spessore da 0,2 mm a 0,35 mm ed un volume dei pori del 30% circa. Successivamente ha luogo il riempimento delle cavità con il lubrificante solido tramite impregnazione a rullo. Questa fase di processo è controllata in modo tale che sopra lo strato di strisciamento si viene a formare uno strato di rodaggio costituito da lubrificante solido con uno spessore massimo di 0,03 mm. In ulteriori fasi di processo termiche vengono realizzate le proprietà caratteristiche del sistema del materiale e quindi, tramite coppie di rulli opportunamente impostate, la necessaria precisione dello spessore del materiale composito.

### Produzione dei cuscinetti a strisciamento

Dal materiale P14 vengono realizzati elementi di strisciamento delle più diverse forme tramite fasi successive di taglio, punzonatura e deformazione. Forme costruttive standard sono:

- Boccole cilindriche
- Boccole flangiate
- Rosette di spallamento
- Strisce

I cuscinetti a strisciamento realizzati in P14 ricevono infine un trattamento anticorrosivo per il dorso del cuscinetto, le superfici frontali e le superfici di contatto del giunto di testa.

*Esecuzione standard: stagno*

*Spessore dello strato: ca. 0,002 mm*

### Proprietà di P14

- assenza di piombo
- conforme alla direttiva 2011/65/EU (RoHS II)
- tendenza minima allo stick-slip
- usura ridotta
- basso coefficiente di attrito
- nessuna tendenza a saldarsi al metallo
- tendenza minima al rigonfiamento

### Campi di impiego preferenziali

- impiego esente da manutenzione in condizioni di funzionamento a secco, nei settori in cui è richiesta l'assenza di piombo
- movimenti rotatori o oscillatori fino ad una velocità di 1 m/s
- movimenti lineari
- intervallo di temperatura da -200 °C a 280 °C

### Funzionamento idrodinamico

L'impiego in condizioni idrodinamiche fino ad una velocità di strisciamento di 3 m/s non rappresenta alcun problema. Nell'esercizio continuativo oltre 3 m/s sussiste il rischio di erosione da flusso o cavitazione. Il calcolo degli stati di funzionamento per l'impiego idrodinamico viene offerto da Motorservice come servizio a parte.

### AVVERTENZA

Lo stagno serve come anticorrosivo di breve durata e facilita inoltre il montaggio.



P14 non può essere impiegato in acqua  
(alternativa: P10, P11, P147, P180)



### AVVERTENZA

Il materiale P180 è collaudato per l'uso in applicazioni simili.



## Struttura del materiale P14

01 Strato di rodaggio	
Matrice PTFE con riempitivo <sup>1)</sup>	
Spessore strato [mm]:	max. 0,03
02 Strato di strisciamento	
Stagno-bronzo	
Spessore strato [mm]:	0,20–0,35
Volume dei pori [%]:	ca. 30
03 Dorso del cuscinetto	
Acciaio	
Spessore acciaio [mm]:	variabile
Durezza acciaio [HB]:	100–180

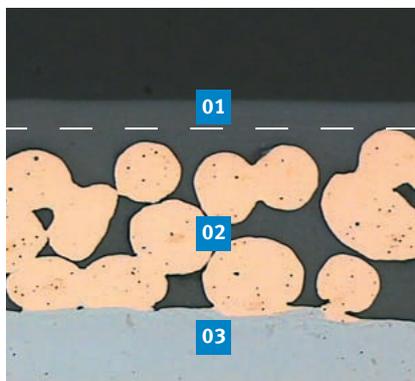


Fig. 16: Sistema di strati

Strato di rodaggio	
Componenti	% in peso
PTFE	62
ZnS	38
Strato di strisciamento	
Componenti	% in peso
Sn	9 bis 11
Cu	Rest
Dorso del cuscinetto	
Materiale	Informazioni sul materiale
Acciaio	DC04
	DIN EN 10130
	DIN EN 10139

Tab. 7: Struttura del sistema

Tab. 8: Composizione chimica

Valori caratteristici, carico limite	Simbolo	Unità	Valore
Valore pv ammesso	$p_{v_{amm.}}$	MPa · m/s	1,6
Carico specifico sul cuscinetto ammesso			
• statico	$p_{amm.}$	MPa	250
• Carico puntiforme, carico periferico con una velocità di strisciamento $\leq 0,011$ m/s	$p_{amm.}$	MPa	140
• Carico puntiforme, carico periferico con una velocità di strisciamento $\leq 0,029$ m/s	$p_{amm.}$	MPa	56
• Carico puntiforme, carico periferico, crescente con una velocità di strisciamento $\leq 0,057$ m/s	$p_{amm.}$	MPa	28
Velocità di strisciamento ammessa			
• Funzionamento a secco con $p \leq 1,60$ MPa	$v_{amm.}$	m/s	1
• Funzionamento idrodinamico	$v_{amm.}$	m/s	3
Temperatura ammessa	$T_{amm.}$	°C	da -200 a +280
Coefficiente di dilatazione termica			
• Dorso di acciaio	$\alpha_{St}$	K <sup>-1</sup>	$11 \cdot 10^{-6}$
Coefficiente di conduttività termica			
• Dorso di acciaio	$\lambda_{St}$	W(mK) <sup>-1</sup>	40

Tab. 9: Valori caratteristici del materiale P14

## SOSTENIBILITÀ



<sup>1)</sup> Con questo lubrificante sono riempiti anche i pori dello strato di strisciamento.

## 5.1.3 P147 ... ESENTE DA MANUTENZIONE E RESISTENTE ALLA CORROSIONE

### Descrizione sintetica

P147 è un materiale di strisciamento speciale privo di piombo con elevate prestazioni tribologiche. Si tratta di un materiale concepito per applicazioni esenti da manutenzione con funzionamento a secco, in particolare in applicazioni con una maggiore esposizione al rischio di corrosione. Anche l'impiego in sistemi lubrificati con liquidi è possibile. Grasso come lubrificante in contatto con P147 è possibile solo in misura limitata e non è consigliato.

### Produzione del materiale

In uno speciale processo di miscelazione viene realizzato il lubrificante solido. Parallelamente viene applicata tramite il metodo della sinterizzazione continua della polvere di bronzo sul dorso di acciaio o di bronzo in qualità di strato di strisciamento. Si viene quindi a formare uno strato di strisciamento con spessore da 0,2 mm a 0,35 mm ed un volume dei pori del 30% circa. Successivamente ha luogo il riempimento delle cavità con il lubrificante solido tramite impregnazione a rullo. Questa fase di processo è controllata in modo tale che sopra lo strato di strisciamento si viene a formare uno strato di rodaggio costituito da lubrificante solido con uno spessore massimo di 0,03 mm. In ulteriori fasi di processo termiche vengono realizzate le proprietà caratteristiche del sistema del materiale e quindi, tramite coppie di rulli opportunamente impostate, la necessaria precisione dello spessore del materiale composito.

### Produzione dei cuscinetti a strisciamento

Dal materiale P147 vengono realizzati elementi di strisciamento delle più diverse forme tramite fasi successive di taglio, punzonatura e deformazione. Forme costruttive standard sono:

- Boccole cilindriche
- Boccole flangiate
- Rosette di spallamento
- Strisce

I cuscinetti a strisciamento realizzati in P147 ricevono infine su richiesta uno speciale trattamento anticorrosivo per il dorso del cuscinetto, le superfici frontali e le superfici di contatto del giunto di testa.

*Versione standard: stagno*

*Spessore dello strato: ca. 0,002 mm*

- Migliorata protezione anticorrosione (su richiesta)
- Esecuzione: zinco, con passivazione trasparente
- Spessore dello strato: da 0,008 mm a 0,012 mm
- Spessori dello strato maggiori su richiesta.

### Proprietà di P147

- assenza di piombo
- conforme alla direttiva 2011/65/EU (RoHS II)
- tendenza minima allo stick-slip
- usura ridotta
- buona compatibilità chimica
- basso coefficiente di attrito
- nessuna tendenza a saldarsi al metallo
- tendenza minima al rigonfiamento
- non assorbe acqua
- ottima resistenza alla corrosione

### Campi di impiego preferenziali

- con mezzi di processo aggressivi <sup>1)</sup>
- nell'area esterna di macchinari ed impianti <sup>1)</sup>
- impiego esente da manutenzione in condizioni di funzionamento a secco, nei settori in cui è richiesta l'assenza di piombo
- movimenti rotatori o oscillatori fino ad una velocità di 0,8 m/s
- movimenti lineari
- intervallo di temperatura da -200 °C a 280 °C

### Funzionamento idrodinamico

L'impiego in condizioni idrodinamiche fino ad una velocità di strisciamento di 3 m/s non rappresenta alcun problema. Nell'esercizio continuativo oltre 3 m/s sussiste il rischio di erosione da flusso o cavitazione. Il calcolo degli stati di funzionamento per l'impiego idrodinamico viene offerto da Motorservice come servizio a parte.

### AVVERTENZA

Lo zinco con passivazione trasparente rappresenta un anticorrosivo particolarmente efficace. In fase di montaggio delle boccole cuscinetto (piantaggio) è necessario evitare la posizione inclinata della boccola. In caso contrario sussiste il rischio di danneggiamento del rivestimento in zinco.

### AVVERTENZA

Il materiale P147 è fornibile su richiesta.



<sup>1)</sup> P147 soddisfa i requisiti della prova in nebbia salina secondo DIN 50021

## Struttura del materiale P147

01 Strato di rodaggio	
Matrice PTFE con riempitivo <sup>1)</sup>	
Spessore strato [mm]:	max. 0,03
02 Strato di strisciamento	
Stagno-bronzo	
Spessore strato [mm]:	0,20–0,35
Volume dei pori [%]:	ca. 30
03 Dorso del cuscinetto	
Acciaio	
Spessore acciaio [mm]:	variabile
Durezza acciaio [HB]:	100–180

Tab. 10: Struttura del sistema

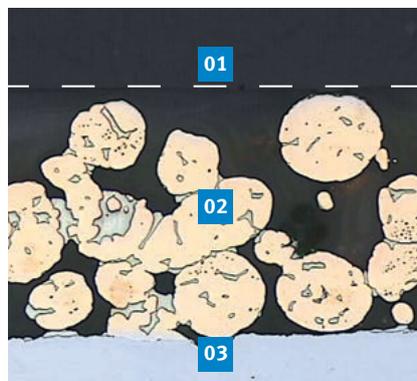


Fig. 17: Sistema di strati

Strato di rodaggio	
Componenti	% in peso
PTFE	82
BaSO <sub>4</sub>	18
Strato di strisciamento	
Componenti	% in peso
Sn	da 9 a 11
Cu	Resto
Dorso del cuscinetto	
Materiale	Informazioni sul materiale
Acciaio	DC04
	DIN EN 10130
	DIN EN 10139

Tab. 11: Composizione chimica

Valori caratteristici, carico limite	Simbolo	Unità	Valore
Valore pv ammesso	$p_{v\text{ amm.}}$	MPa · m/s	1,4
Carico specifico sul cuscinetto ammesso			
• statico	$p_{\text{ amm.}}$	MPa	250
• Carico puntiforme, carico periferico con una velocità di strisciamento $\leq 0,010$ m/s	$p_{\text{ amm.}}$	MPa	140
• Carico puntiforme, carico periferico con una velocità di strisciamento $\leq 0,025$ m/s	$p_{\text{ amm.}}$	MPa	56
• Carico puntiforme, carico periferico, crescente con una velocità di strisciamento $\leq 0,050$ m/s	$p_{\text{ amm.}}$	MPa	28
Velocità di strisciamento ammessa			
• Funzionamento a secco con $p \leq 1,75$ MPa	$v_{\text{ amm.}}$	m/s	0,8
Temperatura ammessa	$T_{\text{ amm.}}$	°C	da -200 a +280
Coefficiente di dilatazione termica			
• Dorso di acciaio	$\alpha_{\text{ St}}$	K <sup>-1</sup>	$11 \cdot 10^{-6}$
Coefficiente di conduttività termica			
• Dorso di acciaio	$\lambda_{\text{ St}}$	W(mK) <sup>-1</sup>	40

Tab. 12: Valori caratteristici del materiale P147

## SOSTENIBILITÀ



<sup>1)</sup> Con questo lubrificante sono riempiti anche i pori dello strato di strisciamento.

## 5.1.4 P10 ... ESENTE DA MANUTENZIONE E ROBUSTO

### Descrizione sintetica

P10 è un materiale di strisciamento robusto e contenente piombo, caratterizzato da massime prestazioni tribologiche. È concepito per applicazioni esenti da manutenzione con funzionamento a secco, può tuttavia essere impiegato anche in sistemi lubrificati con liquidi. Grasso come lubrificante in contatto con P10 è possibile solo in misura limitata e non è consigliato.

### Produzione del materiale

In uno speciale processo di miscelazione viene realizzato il lubrificante solido. Parallelamente viene applicata tramite il metodo della sinterizzazione continua della polvere di bronzo sul dorso di acciaio o di bronzo in qualità di strato di strisciamento. Si viene quindi a formare uno strato di strisciamento con spessore da 0,2 mm a 0,35 mm ed un volume dei pori del 30 % circa. Successivamente ha luogo il riempimento delle cavità con il lubrificante solido tramite impregnazione a rullo. Questa fase di processo è controllata in modo tale che sopra lo strato di strisciamento si viene a formare uno strato di rodaggio costituito da lubrificante solido con uno spessore massimo di 0,03 mm. In ulteriori fasi di processo termiche vengono realizzate le proprietà caratteristiche del sistema del materiale e quindi, tramite coppie di rulli opportunamente impostate, la necessaria precisione dello spessore del materiale composito.

### Produzione dei cuscinetti a strisciamento

Dal materiale P10 vengono realizzati elementi di strisciamento delle più diverse forme tramite fasi successive di taglio, punzonatura e deformazione.

Forme costruttive standard sono:

- Boccole cilindriche
- Boccole flangiate
- Anelli di spallamento
- Strisce

I cuscinetti a strisciamento realizzati in P10 ricevono infine un trattamento anticorrosivo per il dorso del cuscinetto, le superfici frontali e le superfici di contatto del giunto di testa.

*Esecuzione standard: stagno*

*Spessore dello strato: ca. 0,002 mm*

Su richiesta i cuscinetti a strisciamento P10 possono inoltre essere forniti con un rivestimento anticorrosivo ulteriormente migliorato di “zinco con passivazione trasparente”.



### AVVERTENZA

Lo stagno serve come anticorrosivo di breve durata e facilita inoltre il montaggio.

### Proprietà di P10

- tendenza minima allo stick-slip
- usura ridotta
- buona compatibilità chimica
- basso coefficiente di attrito
- nessuna tendenza a saldarsi al metallo
- molto resistente al rigonfiamento
- non assorbe acqua

### Campi di impiego preferenziali

- Impiego esente da manutenzione in condizioni di funzionamento a secco
- Movimenti rotatori o oscillatori fino ad una velocità di 2 m/s
- Movimenti lineari
- Intervallo di temperatura da -200 °C a 280 °C

### Funzionamento idrodinamico

L'impiego in condizioni idrodinamiche fino ad una velocità di strisciamento di 3 m/s non rappresenta alcun problema. Nell'esercizio continuativo oltre 3 m/s sussiste il rischio di erosione da flusso o cavitazione. Il calcolo degli stati di funzionamento per l'impiego idrodinamico viene offerto da Motorservice come servizio a parte.



Il materiale P10 contiene piombo e non può pertanto essere utilizzato nel settore alimentare.



## Struttura del materiale P10

01 Strato di rodaggio	
Matrice PTFE con riempitivo <sup>1)</sup>	
Spessore strato [mm]:	max. 0,03
02 Strato di strisciamento	
Stagno-piombo-bronzo	
Spessore strato [mm]:	0,20–0,35
Volume dei pori [%]:	ca. 30
03 Dorso del cuscinetto	
Acciaio	
Spessore acciaio [mm]:	variabile
Durezza acciaio [HB]:	100–180

Tab. 13: Struttura del sistema P10

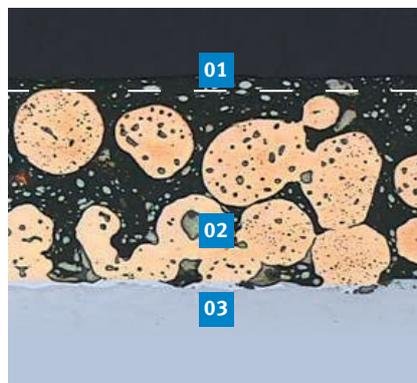


Fig. 18: Sistema di strati P10

Strato di rodaggio	
Componenti	% in peso
PTFE	44
Pb	56
Strato di strisciamento	
Componenti	% in peso
Sn	da 9 a 11
Pb	da 9 a 11
Cu	Resto
Dorso del cuscinetto	
Materiale	Informazioni sul materiale
Acciaio	DC04
	DIN EN 10130
	DIN EN 10139

Tab. 14: Composizione chimica P10

Valori caratteristici, carico limite	Simbolo	Unità	Valore
Valore pv ammesso	$p_{v\text{amm.}}$	MPa · m/s	1,8
Carico specifico sul cuscinetto ammesso			
• statico	$p_{\text{amm.}}$	MPa	250
• Carico puntiforme, carico periferico con una velocità di strisciamento $\leq 0,013$ m/s	$p_{\text{amm.}}$	MPa	140
• Carico puntiforme, carico periferico con una velocità di strisciamento $\leq 0,032$ m/s	$p_{\text{amm.}}$	MPa	56
• Carico puntiforme, carico periferico, crescente con una velocità di strisciamento $\leq 0,064$ m/s	$p_{\text{amm.}}$	MPa	28
Velocità di strisciamento ammessa			
• Funzionamento a secco con $p \leq 0,90$ MPa	$v_{\text{amm.}}$	m/s	2
• Funzionamento idrodinamico	$v_{\text{amm.}}$	m/s	3
Temperatura ammessa	$T_{\text{amm.}}$	°C	da -200 a +280
Coefficiente di dilatazione termica			
• Dorso di acciaio	$\alpha_{st}$	K <sup>-1</sup>	$11 \cdot 10^{-6}$
Coefficiente di conduttività termica			
• Dorso di acciaio	$\lambda_{st}$	W(mK) <sup>-1</sup>	40

Tab. 15: Valori caratteristici del materiale P10

<sup>1)</sup> Con questo lubrificante sono riempiti anche i pori dello strato di strisciamento.

## 5.1.5 P11 ... ESENTE DA MANUTENZIONE E ROBUSTO

### Descrizione sintetica

P11 è un materiale di strisciamento robusto e contenente piombo, caratterizzato da massime prestazioni tribologiche. È concepito per applicazioni esenti da manutenzione con funzionamento a secco, può tuttavia essere impiegato anche in sistemi lubrificati con liquidi. Grasso come lubrificante in contatto con P11 è possibile solo in misura limitata e non è consigliato.

### Produzione del materiale

In uno speciale processo di miscelazione viene realizzato il lubrificante solido. Parallelamente viene applicata tramite il metodo della sinterizzazione continua della polvere di bronzo sul dorso di acciaio o di bronzo in qualità di strato di strisciamento. Si viene quindi a formare uno strato di strisciamento con spessore da 0,2 mm a 0,35 mm ed un volume dei pori del 30 % circa. Successivamente ha luogo il riempimento delle cavità con il lubrificante solido tramite impregnazione a rullo. Questa fase di processo è controllata in modo tale che sopra lo strato di strisciamento si viene a formare uno strato di rodaggio costituito da lubrificante solido con uno spessore massimo di 0,03 mm. In ulteriori fasi di processo termiche vengono realizzate le proprietà caratteristiche del sistema del materiale e quindi, tramite coppie di rulli opportunamente impostate, la necessaria precisione dello spessore del materiale composito.

### Produzione dei cuscinetti a strisciamento

Dal materiale P11 vengono realizzati elementi di strisciamento delle più diverse forme tramite fasi successive di taglio, punzonatura e deformazione.

Forme costruttive standard sono:

- Boccole cilindriche
- Boccole flangiate
- Anelli di spallamento
- Strisce



### AVVERTENZA

Il materiale P11 non richiede alcuna protezione anticorrosiva supplementare.

### Campi di impiego preferenziali

- Impiego esente da manutenzione in condizioni di funzionamento a secco
- Movimenti rotatori o oscillatori fino ad una velocità di 2 m/s
- Movimenti lineari
- Intervallo di temperatura da -200 °C a 280 °C

### Proprietà di P11

In presenza di esigenze più severe per quanto riguarda la resistenza alla corrosione o in caso di impiego con mezzi di processo aggressivi si consiglia il materiale P11. Rispetto a P10 questo materiale possiede alcuni ulteriori vantaggi:

- ottima conduttività termica e quindi aumentata sicurezza operativa
- antimagnetico

### Funzionamento idrodinamico

L'impiego in condizioni idrodinamiche fino ad una velocità di strisciamento di 3 m/s non rappresenta alcun problema. Nell'esercizio continuativo oltre 3 m/s sussiste il rischio di erosione da flusso o cavitazione. Il calcolo degli stati di funzionamento per l'impiego idrodinamico viene offerto da Motorservice come servizio a parte.



Il materiale P11 contiene piombo e non può pertanto essere utilizzato nel settore alimentare.



## Struttura del materiale P11

01 Strato di rodaggio	
Matrice PTFE con riempitivo <sup>1)</sup>	
Spessore strato [mm]:	max. 0,03
02 Strato di strisciamento	
Stagno-bronzo	
Spessore strato [mm]:	0,20–0,35
Volume dei pori [%]:	ca. 30
03 Dorso del cuscinetto	
bronzo	
Spessore bronzo [mm]:	variabile
Durezza bronzo [HB]:	80–160

Tab. 16: Struttura del sistema P11

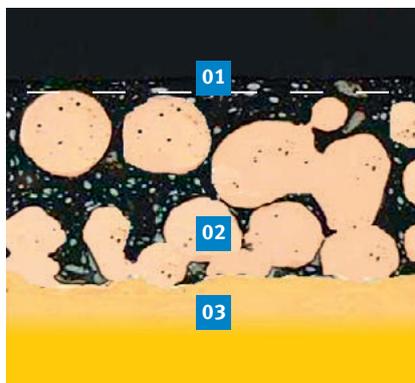


Fig. 19: Sistema di strati P11

Strato di rodaggio	
Componenti	% in peso
PTFE	44
Pb	56
Strato di strisciamento	
Componenti	% in peso
Sn	da 9 a 11
Cu	Resto
Dorso del cuscinetto	
Materiale	Informazioni sul materiale
bronzo	CuSn 6
	DIN 17662

Tab. 17: Composizione chimica P11

Valori caratteristici, carico limite	Simbolo	Unità	Valore
Valore pv ammesso	$p_{v_{amm.}}$	MPa · m/s	1,8
Carico specifico sul cuscinetto ammesso			
• statico	$p_{amm.}$	MPa	250
• dinamico	$p_{amm.}$	MPa	140
• Carico puntiforme, carico periferico con una velocità di strisciamento $\leq 0,013$ m/s	$p_{amm.}$	MPa	140
• Carico puntiforme, carico periferico con una velocità di strisciamento $\leq 0,032$ m/s	$p_{amm.}$	MPa	56
• Carico puntiforme, carico periferico, crescente con una velocità di strisciamento $\leq 0,064$ m/s	$p_{amm.}$	MPa	28
Velocità ammessa			
• Funzionamento a secco con $p \leq 0,90$ MPa	$v_{amm.}$	m/s	2
• Funzionamento idrodinamico	$v_{amm.}$	m/s	3
Temperatura ammessa	$T_{amm.}$	°C	da -200 a +280
Coefficiente di dilatazione termica			
• Dorso di bronzo	$\alpha_{Bz}$	K <sup>-1</sup>	$17 \cdot 10^{-6}$
Coefficiente di conduttività termica			
• Dorso di bronzo	$\lambda_{Bz}$	W(mK) <sup>-1</sup>	$\leq 70$

Tab. 18: Valori caratteristici del materiale P11

<sup>1)</sup> Con questo lubrificante sono riempiti anche i pori dello strato di strisciamento.

## 5.2 CUSCINETTI A STRISCIAMENTO P2

### 5.2.1 P200, P202, P203 ... A MANUTENZIONE RIDOTTA, UNIVERSALI

#### Descrizione sintetica

P200, P202 e P203 sono dei materiali di strisciamento ecologici, senza piombo, con capacità di prestazione molto elevata. Grazie alla particolare combinazione di riempitivi si ottiene un'elevata resistenza all'usura contestualmente ad ottime caratteristiche di funzionamento di emergenza. Questi materiali si prestano pertanto in modo particolare per applicazioni a manutenzione ridotta che prevedono la lubrificazione con grasso o liquidi e sono soggette a sollecitazioni maggiori. La versione standard P200 è dotata di tasche di lubrificazione secondo DIN ISO 3547 nella superficie di scorrimento ed uno spessore parete per il montaggio immediato. Su richiesta sono disponibili anche le varianti P202 (superficie di scorrimento liscia, rettificabile) e P203 (superficie di scorrimento liscia, pronto per il montaggio).

#### Produzione del materiale

Ricorrendo al metodo della sinterizzazione continua, su una superficie di acciaio preparata (nastro) viene applicato lo strato connettivo di bronzo in modo tale che con uno spessore dello strato di ca. 0,3 mm si ottiene un volume dei pori del 50% circa. Successivamente si procede all'applicazione dello strato di strisciamento sotto forma di polvere, la quale viene quindi sottoposta a laminazione a caldo in modo da penetrare nelle cavità dello strato connettivo. Si viene quindi a formare uno strato di strisciamento sopra lo strato connettivo che, a seconda della finalità di impiego, ha uno spessore tra 0,08 mm e 0,2 mm circa. Contemporaneamente vengono realizzate le tasche di lubrificazione, se necessario. Tramite un'ulteriore fase di calibrazione a rulli ha quindi luogo la regolazione della necessaria precisione dello spessore del materiale composito.

Materiale	Versioni		
	Pronto per il montaggio	Tasche di lubrificazione	Sovrametallo
P200	•	•	
P202			•
P203	•		

Tab. 19: Materiali P202 e P203 fornibili su richiesta

#### Produzione dei cuscinetti a strisciamento

Dal materiale composito vengono realizzati elementi di strisciamento tramite fasi successive di taglio, punzonatura e deformazione. Forme costruttive standard sono:

- Boccole cilindriche
- Rosette di spallamento
- Strisce

I cuscinetti a strisciamento realizzati in P200, P202 o P203 ricevono infine un trattamento anticorrosivo per il dorso del cuscinetto, le superfici frontali e le superfici di contatto del giunto di testa.

*Esecuzione standard: stagno*

*Spessore strato [mm]: ca. 0,002*

Su richiesta i cuscinetti a strisciamento possono inoltre essere forniti con un rivestimento anticorrosivo aumentato di “zinco con passivazione trasparente”.

#### AVVERTENZA

Lo stagno serve come anticorrosivo di breve durata e facilita inoltre il montaggio.

#### Proprietà

- lubrificazione permanente
- scarsa usura
- ottime caratteristiche di funzionamento di emergenza
- insensibile ai carichi di spigolo e agli urti
- buon comportamento di smorzamento
- buona compatibilità chimica
- assenza di piombo
- conforme alla direttiva 2011/65/EU (RoHS II)

#### Campi di impiego preferenziali

- settore alimentare
- esigenze particolari per la tutela ambientale
- impiego a manutenzione ridotta in condizioni di lubrificazione, con sollecitazioni maggiori
- movimenti rotatori o oscillatori fino ad una velocità di 3,3 m/s
- movimenti lineari fino a 6 m/s
- intervallo di temperatura da -40 °C a 110 °C



Fig. 20: Cuscinetto a strisciamento P200 con tasca di lubrificazione e foro di lubrificazione

P202 e P203 dispongono di superfici di strisciamento lisce e possono essere impiegati in condizioni idrodinamiche. P202 può essere sottoposto a rettifica. Motorservice offre il calcolo degli stati di funzionamento per l'impiego idrodinamico come servizio a parte.

#### AVVERTENZA

I materiali P202 e P203 sono fornibili su richiesta.

## Struttura del materiale P200, P202, P203

01 Strato di strisciamento	
Matrice PVDF con riempitivi <sup>1)</sup>	
Spessore strato [mm]:	0,08–0,20
02 Strato intermedio	
Stagno-bronzo	
Spessore strato [mm]:	0,20–0,35
Volume dei pori [%]:	ca. 50
03 Dorso del cuscinetto	
Acciaio	
Spessore acciaio [mm]:	variabile
Durezza acciaio [HB]:	100–180

Tab. 20: Struttura del sistema



Fig. 21: Sistema di strati

Strato di strisciamento	
Componenti	% in peso
PTFE	da 9 a 12
Riempitivi che riducono usura e attrito	da 22 a 26
PVDF	Resto
Strato intermedio	
Componenti	% in peso
Sn	da 9 a 11
P	max. 0,05
Altre	max. 0,05
Cu	Resto
Dorso del cuscinetto	
Materiale	Informazioni sul materiale
Acciaio	DC04
	DIN EN 10130
	DIN EN 10139

Tab. 21: Composizione chimica

Valori caratteristici, carico limite	Simbolo	Unità	Valore
Valore pv ammesso	$p_{v_{amm}}$	MPa · m/s	3,3
Carico specifico sul cuscinetto ammesso			
• statico	$p_{amm}$	MPa	250
• Carico puntiforme, carico periferico con una velocità di strisciamento $\leq 0,024$ m/s	$p_{amm}$	MPa	140
• Carico puntiforme, carico periferico con una velocità di strisciamento $\leq 0,047$ m/s	$p_{amm}$	MPa	70
• Carico puntiforme, carico periferico, crescente con una velocità di strisciamento $\leq 0,094$ m/s	$p_{amm}$	MPa	35
Velocità di strisciamento ammessa			
• lubrificazione con grasso, movimento rotatorio, oscillatorio	$v_{amm}$	m/s	3,3
• lubrificazione con grasso, movimento lineare	$v_{amm}$	m/s	6
• Funzionamento idrodinamico	$v_{amm}$	m/s	6
Temperatura ammessa	$T_{amm}$	°C	da -40 a +110
Coefficiente di dilatazione termica			
• Dorso di acciaio	$\alpha_{St}$	K <sup>-1</sup>	$11 \cdot 10^{-6}$
Coefficiente di conduttività termica			
• Dorso di acciaio	$\lambda_{St}$	W(mK) <sup>-1</sup>	40

Tab. 22: Valori caratteristici del materiale P200, P202, P203

## SOSTENIBILITÀ



<sup>1)</sup> Con questa sostanza sono riempite anche le cavità dello strato intermedio.

## 5.2.2 P20, P22, P23 ... SOLUZIONI STANDARD A MANUTENZIONE RIDOTTA

### Descrizione sintetica

P20, P22 e P23 sono materiali di strisciamento standard contenenti piombo e con elevata capacità di prestazione. Questi materiali sono concepiti per applicazioni a manutenzione ridotta che prevedono la lubrificazione con grasso o liquidi. La versione standard P20 è dotata di tasche di lubrificazione secondo DIN ISO 3547 nella superficie di scorrimento ed uno spessore parete per il montaggio immediato. Su richiesta sono disponibili anche le varianti P22 (superficie di scorrimento liscia, rettificabile) e P23 (superficie di scorrimento liscia, pronto per il montaggio).

### Produzione del materiale

Ricorrendo al metodo della sinterizzazione continua, su una superficie di acciaio preparata (nastro) viene applicato lo strato connettivo di bronzo in modo tale che con uno spessore dello strato di ca. 0,3 mm si ottiene un volume dei pori del 50 % circa. Successivamente si procede all'applicazione dello strato di strisciamento sotto forma di polvere, la quale viene quindi sottoposta a laminazione a caldo in modo da penetrare nelle cavità dello strato connettivo. Si viene quindi a formare uno strato di strisciamento sopra lo strato connettivo che, a seconda della finalità di impiego, ha uno spessore tra 0,08 mm e 0,2 mm circa. Contemporaneamente vengono realizzate le tasche di lubrificazione, se necessario. Tramite un'ulteriore fase di calibrazione a rulli ha quindi luogo la regolazione della necessaria precisione dello spessore del materiale composito.

Materiale	Versioni		
	Pronto per il montaggio	Tasche di lubrificazione	Sovrametallo
P20	•	•	
P22			•
P23	•		

Tab. 23: Materiali P22 e P23 fornibili su richiesta

### Produzione dei cuscinetti a strisciamento

Dal materiale composito vengono realizzati elementi di strisciamento tramite fasi successive di taglio, punzonatura e deformazione. Forme costruttive standard sono:

- Boccole cilindriche
- Rosette di spallamento
- Strisce

I cuscinetti a strisciamento realizzati in P20, P22 o P23 ricevono infine un trattamento anticorrosivo per il dorso del cuscinetto, le superfici frontali e le superfici di contatto del giunto di testa.

*Esecuzione standard: stagno*

*Spessore strato [mm]: ca. 0,002*

### AVVERTENZA

Lo stagno serve come anticorrosivo di breve durata e facilita inoltre il montaggio.

### Proprietà

- lubrificazione permanente possibile
- scarsa usura
- poco sensibile ai carichi di spigolo
- buon comportamento di smorzamento
- insensibile agli urti
- buona compatibilità chimica

### Campi di impiego preferenziali

- impiego a manutenzione ridotta in condizioni di lubrificazione
- movimenti rotatori o oscillatori fino ad una velocità di 3 m/s
- movimenti lineari fino a 6 m/s
- intervallo di temperatura da -40 °C a 110 °C



I materiali P20, P22 e P23 contengono piombo e pertanto non devono essere utilizzati nel settore alimentare.



Fig. 22: Cuscinetto a strisciamento P20 con tasche di lubrificazione e foro di lubrificazione

P22 e P23 dispongono di superfici di strisciamento lisce e possono essere impiegati in condizioni idrodinamiche. P22 può essere sottoposto a rettifica in corrispondenza dell'alesaggio cuscinetto. Motorservice offre il calcolo degli stati di funzionamento per l'impiego idrodinamico come servizio a parte.



### AVVERTENZA

I materiali P22 e P23 sono fornibili su richiesta.



### AVVERTENZA

Il materiale P200 è collaudato per l'uso in applicazioni simili.

## Struttura del materiale P20, P22, P23

01 Strato di strisciamento	
Matrice PVDF con riempitivi <sup>1)</sup>	
Spessore strato [mm]:	0,08–0,20
02 Strato intermedio	
Stagno-bronzo	
Spessore strato [mm]:	0,20–0,35
Volume dei pori [%]:	ca. 50
03 Dorso del cuscinetto	
Acciaio	
Spessore acciaio [mm]:	variabile
Durezza acciaio [HB]:	100–180

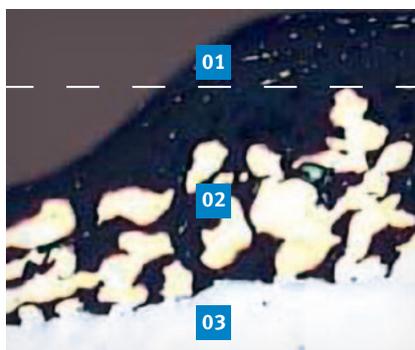


Fig. 23: Sistema di strati

Tab. 24: Struttura del sistema

Strato di strisciamento	
Componenti	% in peso
PVDF	51
PTFE	8
Pb	41
Strato intermedio	
Componenti	% in peso
Sn	da 9 a 11
Cu	Rest
Dorso del cuscinetto	
Materiale	Informazioni sul materiale
Acciaio	DC04
	DIN EN 10130
	DIN EN 10139

Tab. 25: Composizione chimica

Valori caratteristici, carico limite	Simbolo	Unità	Valore
Valore pv ammesso	$p_{v\text{amm}}$	MPa · m/s	3
Carico specifico sul cuscinetto ammesso			
• statico	$p_{\text{amm}}$	MPa	250
• Carico puntiforme, carico periferico con una velocità di strisciamento $\leq 0,021$ m/s	$p_{\text{amm}}$	MPa	140
• Carico puntiforme, carico periferico con una velocità di strisciamento $\leq 0,043$ m/s	$p_{\text{amm}}$	MPa	70
• Carico puntiforme, carico periferico, crescente con una velocità di strisciamento $\leq 0,086$ m/s	$p_{\text{amm}}$	MPa	35
Velocità di strisciamento ammessa			
• lubrificazione con grasso, movimento rotatorio, oscillatorio	$v_{\text{amm}}$	m/s	3
• lubrificazione con grasso, movimento lineare	$v_{\text{amm}}$	m/s	6
• Funzionamento idrodinamico	$v_{\text{amm}}$	m/s	6
Temperatura ammessa	$T_{\text{amm}}$	°C	da -40 a +110
Coefficiente di dilatazione termica			
• Dorso di acciaio	$\alpha_{\text{St}}$	K <sup>-1</sup>	$11 \cdot 10^{-6}$
Coefficiente di conduttività termica			
• Dorso di acciaio	$\lambda_{\text{St}}$	W(mK) <sup>-1</sup>	40

Tab. 26: Valori caratteristici del materiale P20, P22, P23



<sup>1)</sup> Con questa sostanza sono riempite anche le cavità dello strato intermedio.

# 6 CALCOLO DELLA DURATA UTILE NOMINALE

## 6.1 FORMULE PER IL CALCOLO DELLA DURATA UTILE

Sulla base dei fattori di influenza che si ripercuotono sulla durata utile e sulla sicurezza operativa di cuscinetti a strisciamento Permaglide® è possibile fare una stima approssimativa della durata utile da attendersi con l'aiuto delle equazioni indicate di seguito.

---

### Durata utile nominale $L_N$ per cuscinetti a strisciamento P1 esenti da manutenzione

[ 1 ] Movimento: rotatorio, oscillatorio

$$L_N = \frac{400}{(pv)^{1,2}} \cdot f_A \cdot f_p \cdot f_v \cdot f_T \cdot f_w \cdot f_R \quad [h]$$

[ 2 ] Movimento: lineare

$$L_N = \frac{400}{(pv)^{1,2}} \cdot f_A \cdot f_p \cdot f_v \cdot f_T \cdot f_w \cdot f_R \cdot f_L \quad [h]$$

---

### Durata utile nominale $L_N$ per cuscinetti a strisciamento P2 a manutenzione ridotta, lubrificati con grasso

[ 3 ] Movimento: rotatorio, oscillatorio

$$L_N = \frac{2000}{(pv)^{1,5}} \cdot f_A \cdot f_p \cdot f_v \cdot f_T \cdot f_w \cdot f_R \quad [h]$$

Movimento: lineare

Il calcolo della durata utile nominale in caso di movimento lineare e lubrificazione con grasso è poco ragionevole a causa dei fattori di influenza non esattamente rilevabili (ad es. sporco, invecchiamento del lubrificante, ecc.). Motorservice offre la propria consulenza, frutto dell'esperienza pratica acquisita, come servizio a parte.

[ 4 ] Carico specifico sul cuscinetto, boccola

$$p = \frac{F}{D_i \cdot B} \quad [MPa]$$

[ 5 ] Carico specifico sul cuscinetto, rosetta di spallamento

$$p = \frac{4 \cdot F}{(D_o^2 - D_i^2) \cdot \pi} \quad [MPa]$$

[ 6 ] Velocità di strisciamento, boccola rotante

$$v = \frac{D_i \cdot \pi \cdot n}{60 \cdot 10^3} \quad [m/s]$$

[ 7 ] Velocità di strisciamento, rosetta di spallamento, rotante

$$v = \frac{D_o \cdot \pi \cdot n}{60 \cdot 10^3} \quad [m/s]$$

---

[ 8 ] Velocità di strisciamento, boccola, oscillante

$$v = \frac{D_i \cdot \Pi}{60 \cdot 10^3} \cdot \frac{2\varphi \cdot n_{osc}}{360^\circ} \text{ [m/s]}$$

[ 9 ] Velocità di strisciamento, rosetta di spallamento, oscillante

$$v = \frac{D_o \cdot \Pi}{60 \cdot 10^3} \cdot \frac{2\varphi \cdot n_{osc}}{360^\circ} \text{ [m/s]}$$

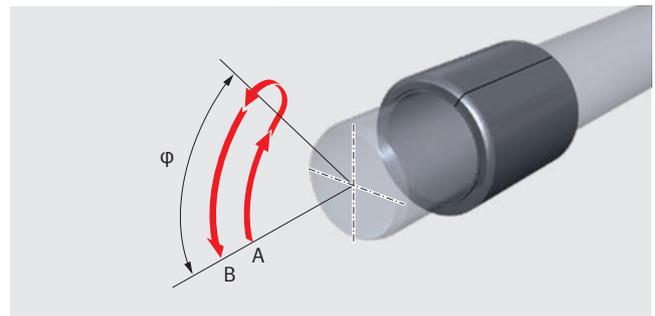


Fig. 23: Angolo di oscillazione  $\varphi$

La frequenza di oscillazione  $n_{osc}$  è il numero dei movimenti da A a B al minuto.

[ 10 ] Calcolo del valore pv

$$pv = p \text{ [MPa]} \cdot v \text{ [m/s]} \quad \text{[MPa} \cdot \text{m/s]}$$

pv <sub>amm.</sub> per	P10, P11	..... ≤ 1,8 MPa · m/s
	P14	..... ≤ 1,6 MPa · m/s
	P147	..... ≤ 1,4 MPa · m/s
	P180	..... ≤ 2,2 MPa · m/s
	P20	..... ≤ 3,0 MPa · m/s
	P200	..... ≤ 3,3 MPa · m/s

Fattori di correzione	P1	P2
$f_p$ = carico specifico sul cuscinetto	Fig. 25	Fig. 29
$f_t$ = temperatura	Fig. 26	Fig. 30
$f_v$ = velocità di strisciamento	Fig. 27	Fig. 31
$f_R$ = profondità di rugosità	Fig. 28	Fig. 32
$f_A$ = caso di carico	Fig. 33	Fig. 33
$f_w$ = materiale	Tab. 27	Tab. 27
$f_L$ = movimento lineare, [ 11 ]	Fig. 34	-

Fattori di correzione per P10, P11, P14\*\*, P147\* e P180

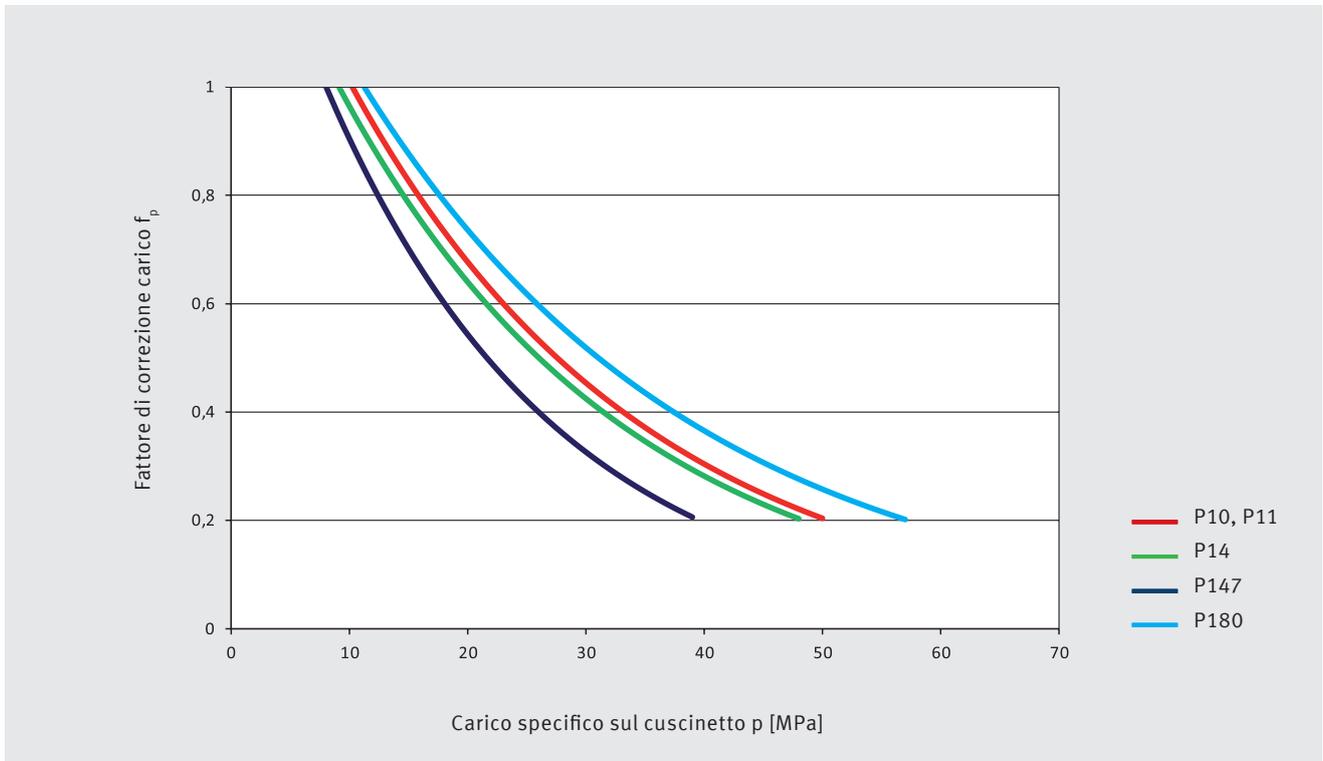


Fig. 25: Fattore di correzione carico  $f_p$

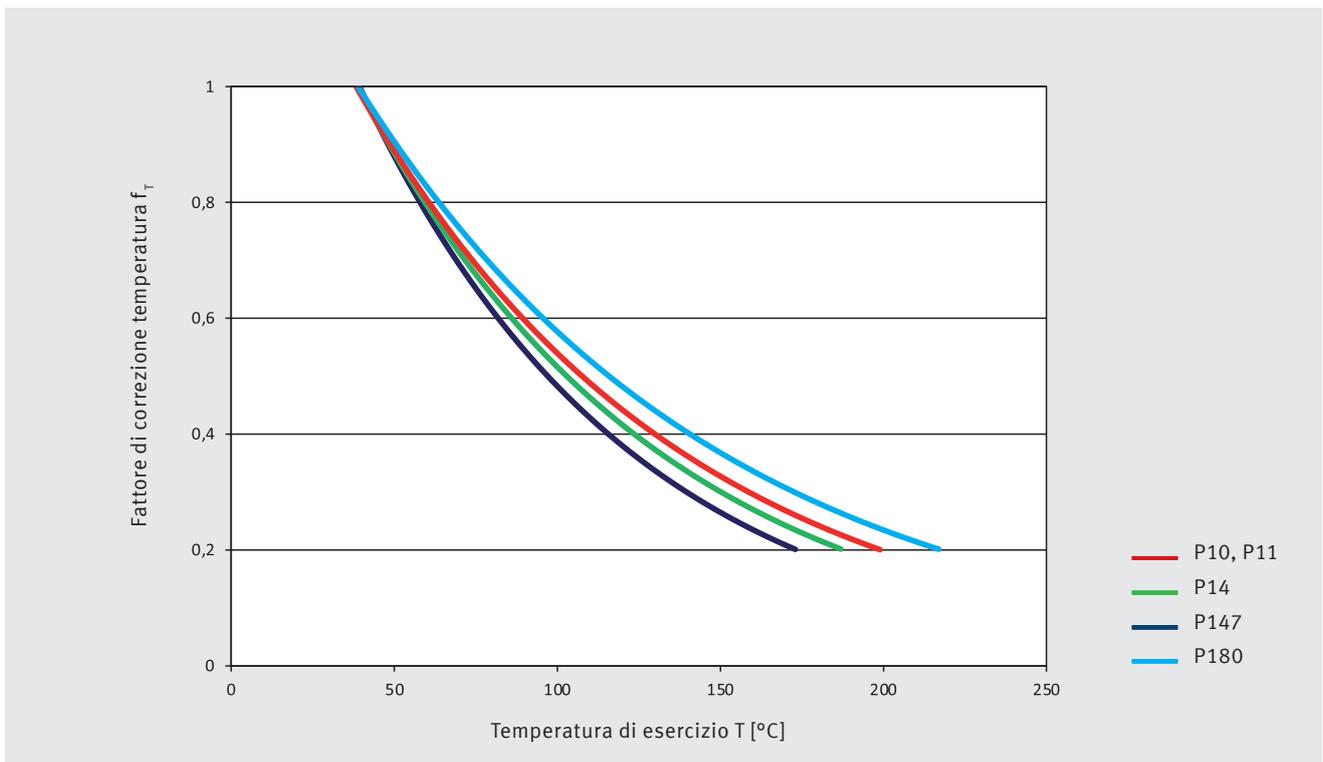
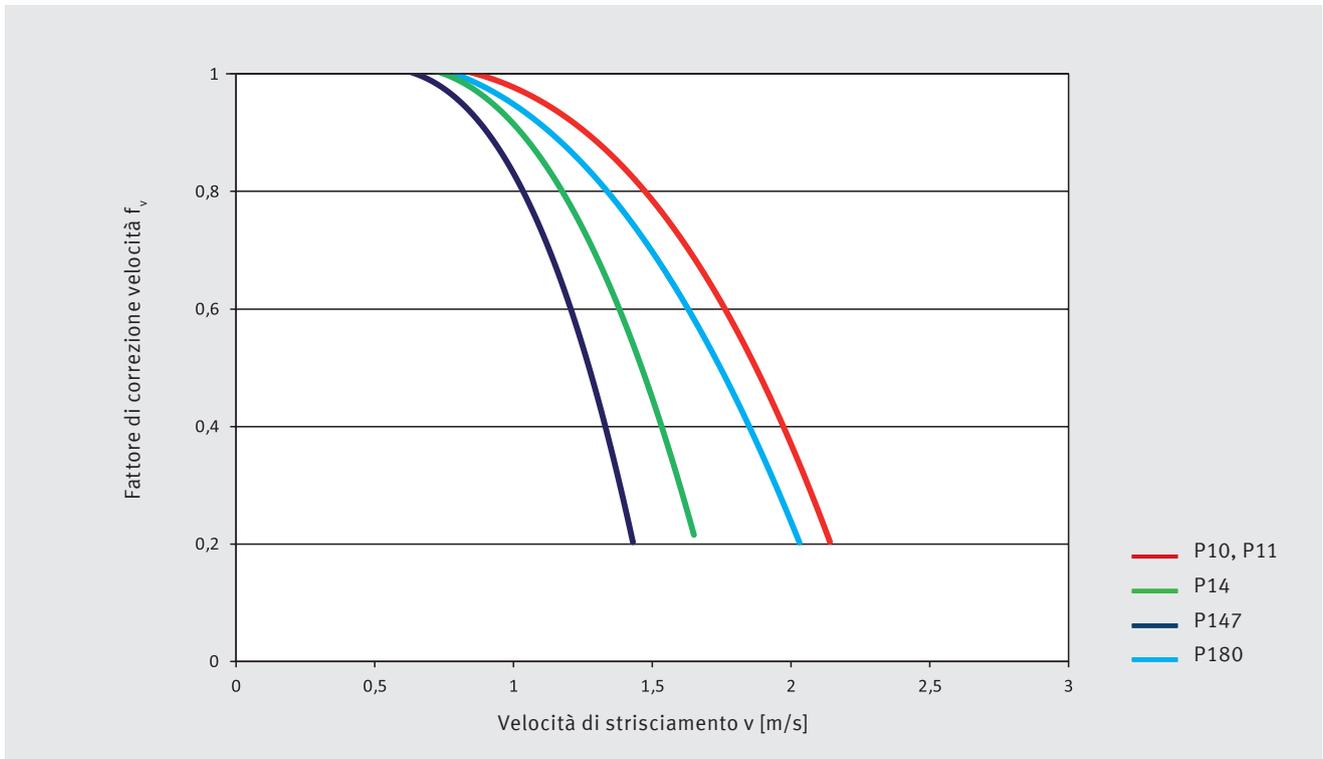
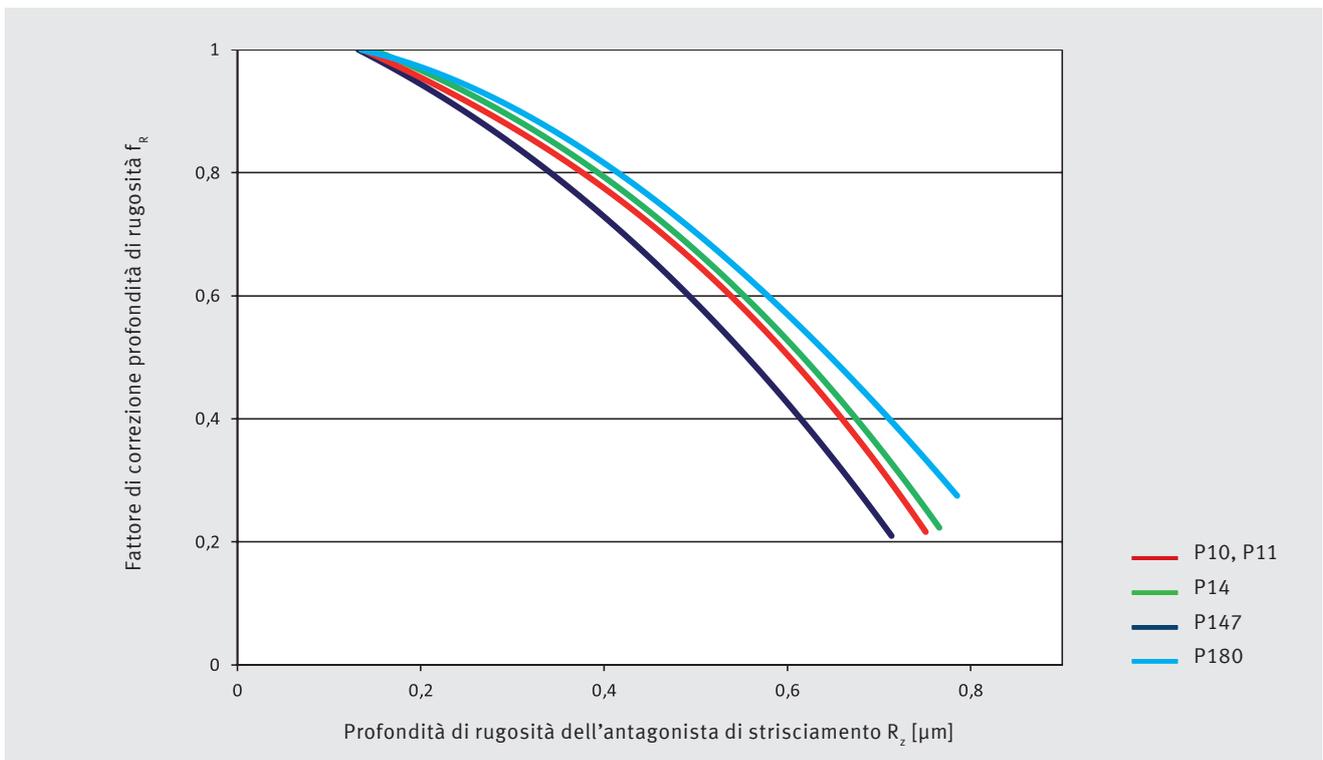


Fig. 26: Fattore di correzione temperatura  $f_T$

\* Su richiesta  
\*\* In esaurimento

## Fattori di correzione per P10, P11, P14\*\*, P147\* e P180

Fig. 27: Fattore di correzione velocità di strisciamento  $f_v$ Fig. 28: Fattore di correzione profondità di rugosità  $f_R$ 

\* Su richiesta  
 \*\* In esaurimento

Fattori di correzione per P20\*\*, P22\*, P23\* e P200, P202\*, P203\*

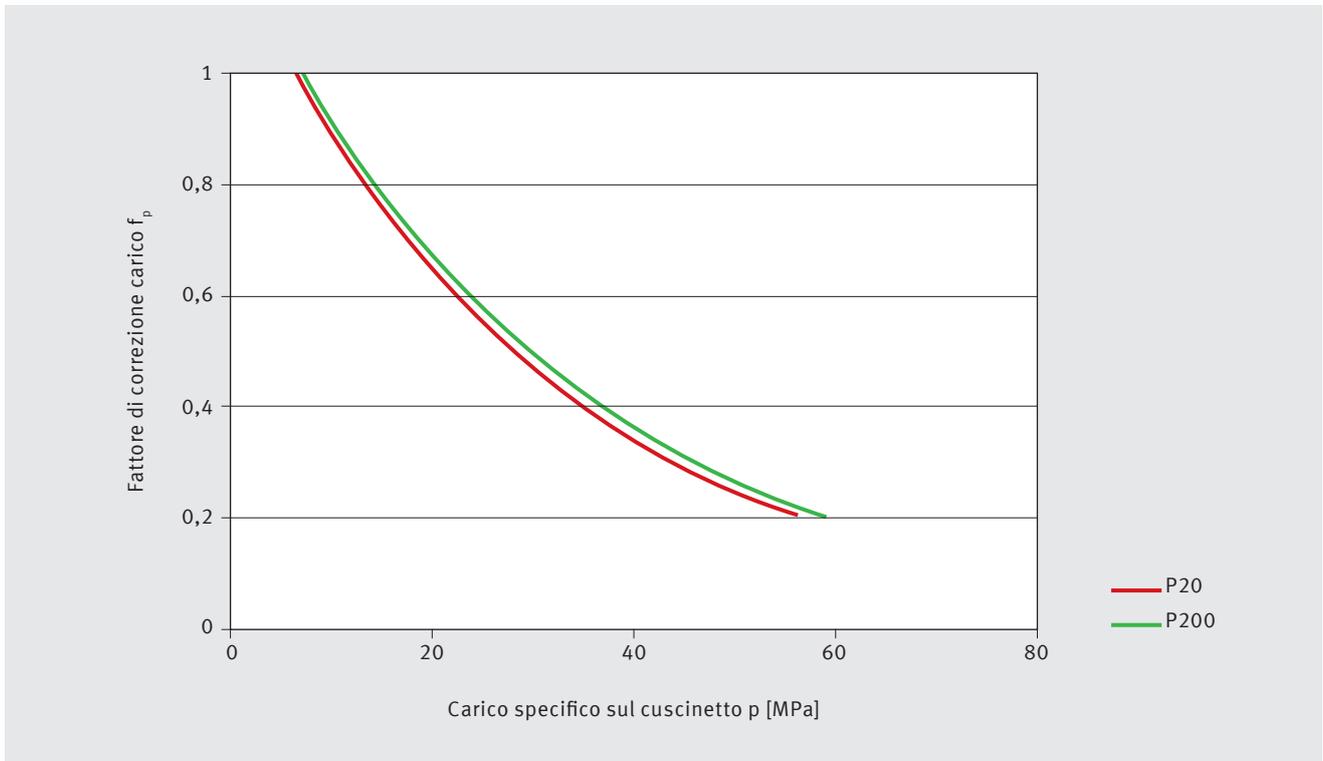


Fig. 29: Fattore di correzione carico  $f_p$

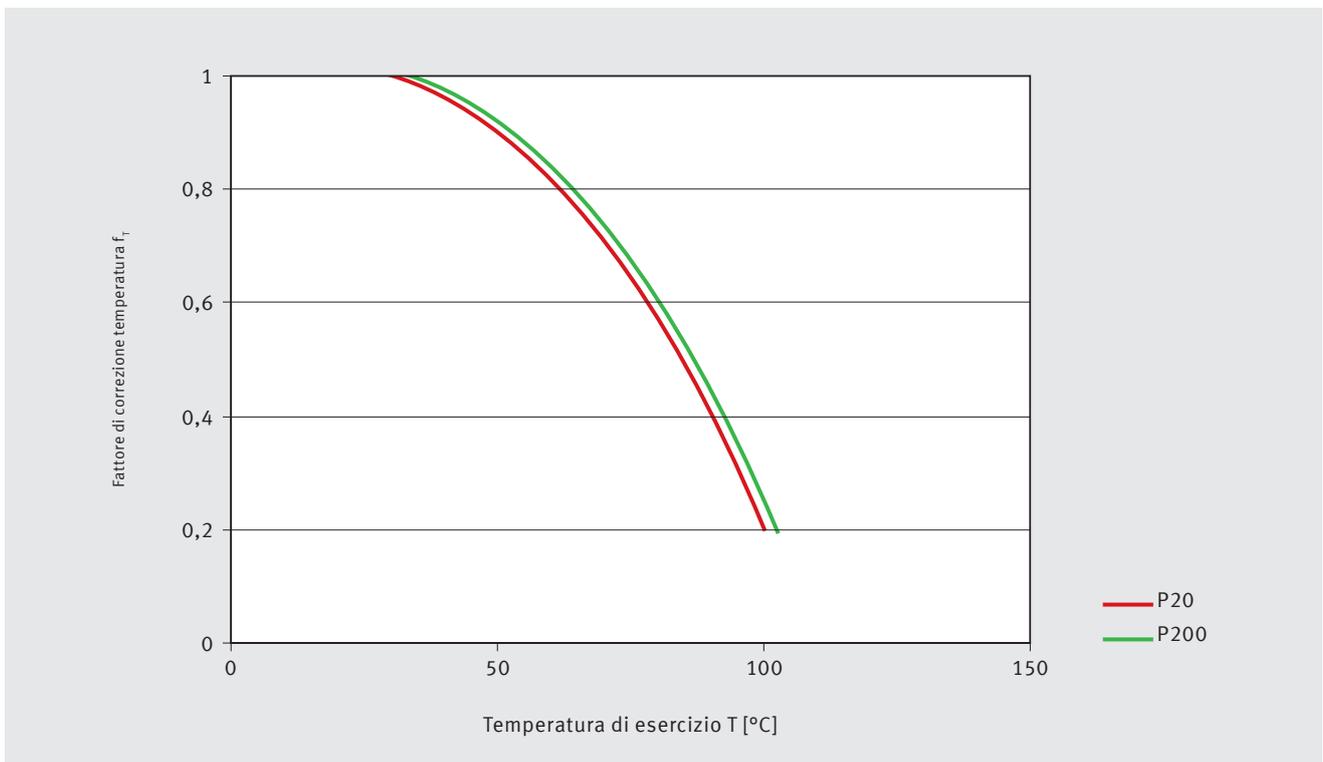
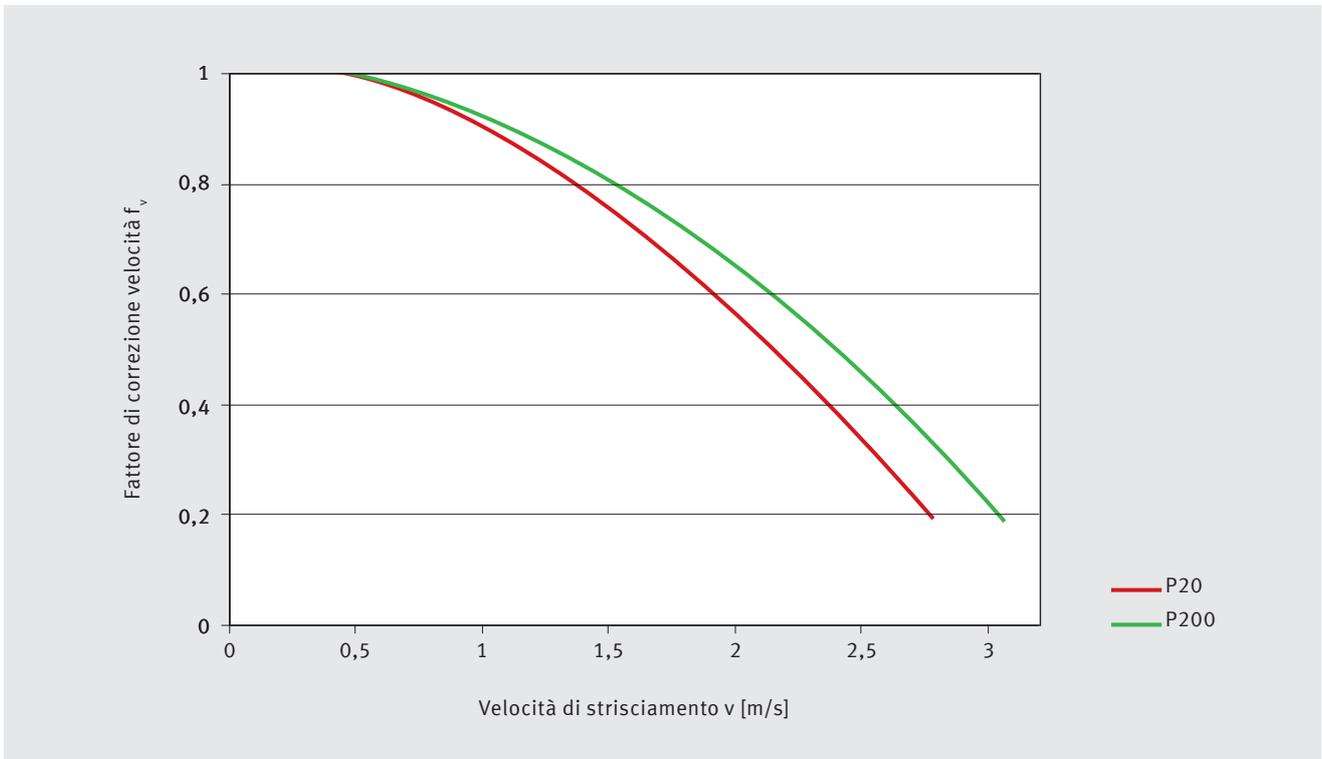
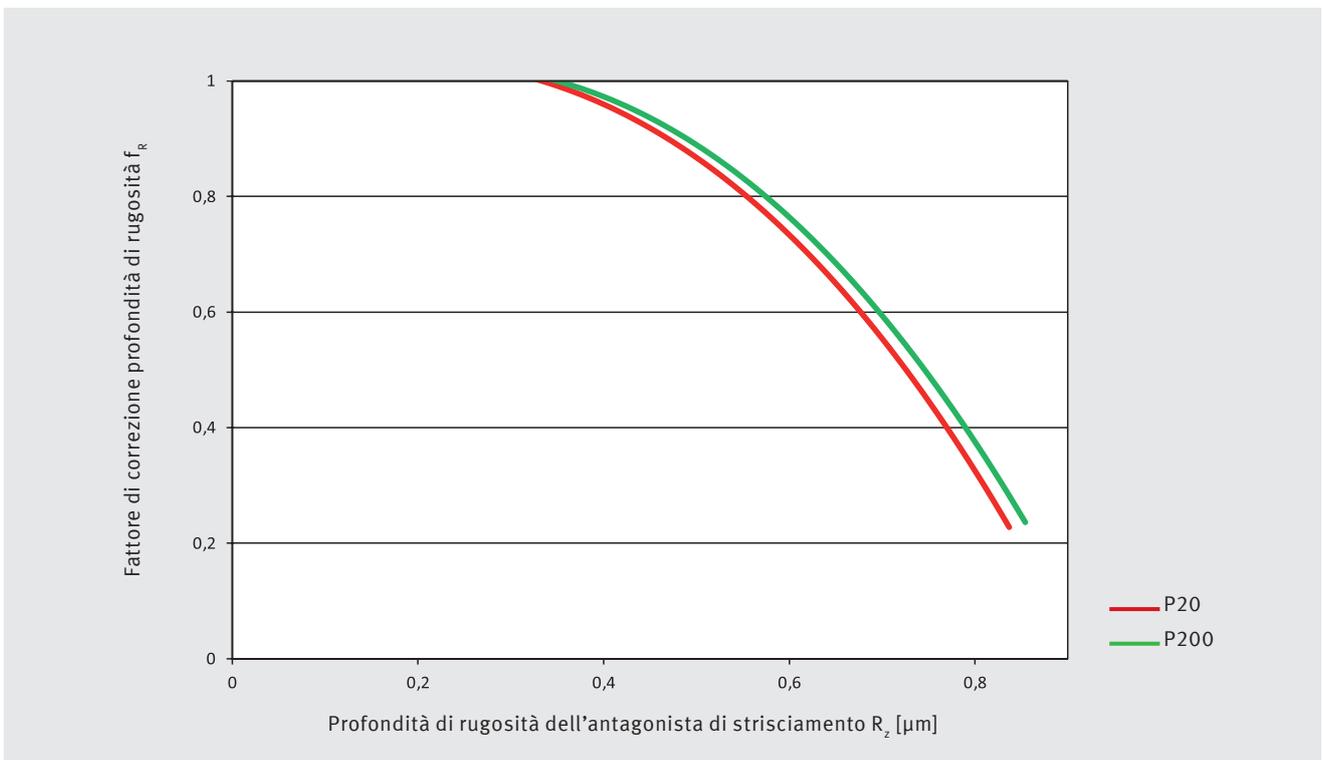


Fig. 30: Fattore di correzione temperatura  $f_T$

\* Su richiesta  
\*\* In esaurimento

## Fattori di correzione per P20\*\*, P22\*, P23\* e P200, P202\*, P203\*

Fig. 31: Fattore di correzione velocità di strisciamento  $f_v$ Fig. 32: Fattore di correzione profondità di rugosità  $f_R$ 

\* Su richiesta  
 \*\* In esaurimento

### Fattore di correzione caso di carico

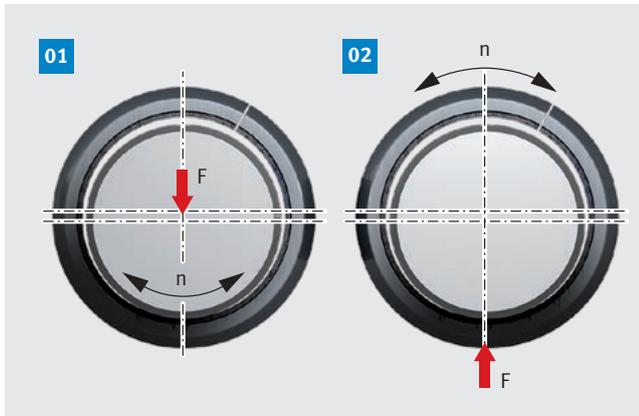


Fig. 33: Fattore di correzione carico  $f_A$

N. (v. fig. 32)	Tipo di carico	$f_A$
01	Carico puntiforme	1
02	Carico periferico	2
-	Carico assiale	1
-	Movimento lineare	1

### Fattore di correzione movimento lineare

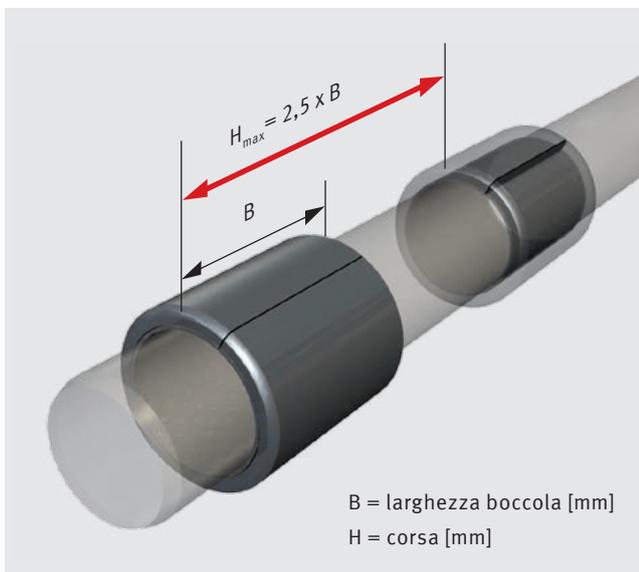


Fig. 34: Movimento lineare, corsa  $H_{max}$ .

### Fattore di correzione materiale antagonista di strisciamento

Materiale della superficie antagonista	$f_w$
Acciaio	1
Acciaio nitrurato	1
Acciaio a bassa corrosione	2
Acciaio cromato duro (Spessore dello strato min. 0,013 mm)	2
Acciaio zincato (Spessore dello strato min. 0,013 mm)	0,2
Acciaio fosfatato (Spessore dello strato min. 0,013 mm)	0,2
Ghisa grigia R <sub>z</sub> 2	1
Alluminio anodizzato	0,4
Alluminio anodizzato duro (durezza 450 +50 HV; spessore 0,025 mm)	2
Leghe a base di rame	da 0,1 a 0,4
Nichel	0,2

Tab. 27: Fattore di correzione materiale  $f_w$  (in caso di profondità di rugosità da R<sub>z</sub> 0,8 a R<sub>z</sub> 1,5)

[ 11 ] Calcolo del fattore di correzione movimento lineare  $f_L$ :

$$f_L = 0,65 \frac{B}{H + B} \quad [ 1 ]$$

### Condizioni di esercizio particolari

Condizioni di esercizio particolari possono sia allungare che accorciare la durata utile calcolata. Spesso risulta difficile determinare con precisione tali influenze. La tab. 25 illustra alcuni valori empirici tipici.

### Valutazione della durata utile calcolata

Come già evidenziato nel capitolo dedicato alle nozioni basilari, il calcolo della durata utile dei cuscinetti a strisciamento P1/P2 è ancora soggetto a diverse incertezze. Questo dipende dalle numerose grandezze d'influenza e dalle loro interazioni. Inoltre non è possibile rilevare in modo matematicamente esatto fattori di influenza quali corrosione, invecchiamento del lubrificante, effetti chimici, sporco.



#### AVVERTENZA

La durata utile calcolata rappresenta pertanto solo un valore orientativo. Si consiglia di verificare l'impiego di cuscinetti a strisciamento Permaglide® tramite l'esecuzione di test in condizioni analoghe a quelle dell'applicazione definitiva.

Condizioni di esercizio	Ripercussioni sulla durata utile	Motivo
Funzionamento a secco, a tratto mancato funzionamento	Allungamento della durata utile	Il punto di supporto ha in ripetute occasioni la possibilità di raffreddarsi. Questo ha un effetto positivo sulla durata utile da attendersi.
Funzionamento alternato a secco e in acqua	Accorciamento della durata utile	Nell'acqua condizioni idrodinamiche possono essere ottenute solo in misura limitata. Questo e l'alternanza con il funzionamento a secco fanno sì che aumenti l'usura.
Funzionamento continuativo in lubrificanti liquidi	Forte allungamento della durata utile	Qui sono presenti condizioni idrodinamiche e di attrito misto. Il calore prodotto dall'attrito viene dissipato dalla zona di contatto tramite il lubrificante. In condizioni idrodinamiche il cuscinetto a strisciamento funziona praticamente senza usura.
Funzionamento continuativo in lubrificanti (materiali Permaglide® P1)	Accorciamento o allungamento della durata utile	Additivi solidi come MoS <sub>2</sub> o ZnS favoriscono la formazione di depositi pastosi e possono accorciare la durata utile. Tramite misure costruttive (foro/scanalature nella zona di uscita) e rilubrificazione periodica è possibile allungare la durata utile nominale (vedi anche il capitolo 7, voce "Lubrificazione").

Tab. 28: Condizioni di esercizio particolari

# 7 DANNI TIPICI DI CUSCINETTI A STRISCIAMENTO

**Oltre ai fattori di usura quali carico sul cuscinetto, velocità di strisciamento, temperatura, materiale e superficie dell'albero, i cuscinetti a strisciamento sono soggetti ad ulteriori sollecitazioni risultanti dalle condizioni di esercizio, con a volte ripercussioni considerevoli sulla sicurezza operativa e sulla durata utile.**

## **Reazione tribochimica, corrosione**

I cuscinetti a strisciamento Permaglide® sono resistenti ad acqua (ad eccezione di P14), alcoli, glicoli e molti oli minerali. Tuttavia alcuni mezzi di processo aggrediscono il composto di materiali, in particolare le componenti in bronzo. Il rischio inizia in genere al di sopra di una temperatura di esercizio di 100 °C. Ne possono conseguire restrizioni funzionali. Il gruppo di materiali P1 non è resistente ai mezzi di processo acidi ( $\text{pH} < 3$ ) ed alcalini ( $\text{pH} > 12$ ). Acidi e gas ossidanti come alogenuri liberi, ammoniaca o idrogeno solforato danneggiano il dorso di bronzo di P11.

Se la superficie di scorrimento dell'antagonista di strisciamento (albero) è a rischio di corrosione, è opportuno optare per uno dei seguenti materiali:

- acciai a bassa corrosione
- acciai cromati duri
- alluminio anodizzato duro

Questi materiali resistenti alla corrosione diminuiscono inoltre il tasso di usura.

## **Tendenza al rigonfiamento**

In presenza di determinati mezzi di processo e con temperature di esercizio  $> 100$  °C è possibile che nel gruppo di materiali P1 contenenti piombo lo strato di rodaggio (lubrificante solido) possa gonfiarsi. A seconda del mezzo di processo lo spessore parete del cuscinetto a strisciamento può aumentare fino a 0,03 mm.

## **Rimedio:**

- Aumentare il gioco del cuscinetto
- Ricorrere all'impiego di cuscinetti a strisciamento privi di piombo in P14/P147/P180. Qui la tendenza al rigonfiamento con  $< 0,01$  mm è notevolmente inferiore.

Tener conto del fatto che P14 dovrebbe essere impiegato solo fino ad una velocità di strisciamento di 1 m/s e P147 fino ad una velocità di strisciamento di 0,8 m/s.

## **Corrosione elettrochimica da contatto**

In condizioni sfavorevoli si possono formare degli elementi locali che possono ridurre la sicurezza operativa.

## **Rimedio:**

Scegliere opportunamente l'abbinamento di materiali.

## **Movimenti di strisciamento microscopici**

Se in caso di oscillazioni o movimenti lineari si verificano solo percorsi minimi di strisciamento, nei cuscinetti P1 non riesce a formarsi il film lubrificante. Ciò significa che dopo il processo di rodaggio si formano delle zone di contatto metalliche tra lo strato di strisciamento in bronzo e la superficie dell'albero. Ne consegue un'usura aumentata. Sussiste il rischio di grippaggio dell'albero.

## **Rimedio:**

Lubrificare il punto di supporto. Osservare quanto specificato nel paragrafo seguente "Lubrificazione".

## **Lubrificazione**

In determinati casi di applicazione può rendersi necessaria la lubrificazione con grasso o olio della superficie di contatto tra il cuscinetto a strisciamento P1 e l'antagonista di strisciamento. Come conseguenza si possono verificare scostamenti notevoli dalla durata utile stimata. L'impiego di grasso o olio può determinare sia l'accorciamento che l'allungamento della durata utile. (Tab. 28: Condizioni di esercizio particolari). Da una parte l'accorciamento è dovuto al fatto che risulta ostacolato il trasferimento del lubrificante solido durante il processo di rodaggio. Dall'altra parte la presenza di grasso o olio favorisce la formazione di depositi pastosi. Con questo termine si intende l'amalgamarsi di grasso o piccole quantità di olio con il materiale asportato per attrito proveniente dalla zona di contatto. Questo materiale pastoso si va a depositare nel senso di rotazione in corrispondenza della zona di uscita e ostacola l'asportazione di calore. Parti di questo materiale pastoso vengono di nuovo trascinate nella zona di contatto con un conseguente aumento dell'usura. Grassi lubrificanti con additivi di solfuro di zinco o bisolfuro di molibdeno rafforzano questa tendenza alla formazione di depositi pastosi. Se in caso di impiego di cuscinetti a strisciamento P1 risulta inevitabile la lubrificazione con grasso, le seguenti misure sono in grado di contrastare la formazione di depositi pastosi:

- provvedere alla rilubrificazione periodica (ad es. con grasso al sapone di litio)
- Realizzare fori o scanalature nella zona di uscita in modo che il materiale pastoso possa depositarsi.

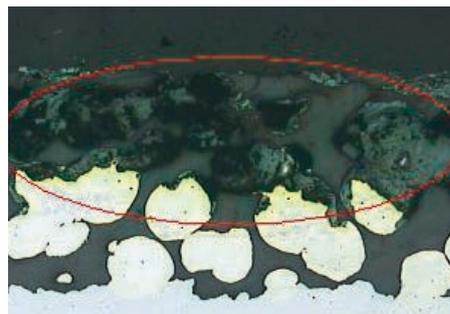


Fig. 35: Danni provocati da effetti chimici

### **ATTENZIONE**

Fori o scanalature diminuiscono la superficie della sezione trasversale della parete della boccola. Se la proporzione è >10%, occorre tenerne conto in fase di calcolo (accoppiamento preciso, ricoprimento).

I cuscinetti a strisciamento P2 necessitano di lubrificazione. Per tipi di grasso idonei, vedi i capitoli 3.2 “Cuscinetti a strisciamento Permaglide® P2 a manutenzione ridotta”, “Lubrificazione con grasso”.

### **Cavitazione, erosione**

I cuscinetti a strisciamento Permaglide® possono essere impiegati in condizioni idrodinamiche.

### **Vantaggio:**

- sono possibili velocità di strisciamento maggiori rispetto al funzionamento a secco o alla lubrificazione con grasso.
- Funzionamento pressoché privo di usura, poiché al di sopra del numero di giri transitorio le due superfici di strisciamento sono separate tramite il liquido lubrificante. È presente il solo attrito fluido.
- Effetto autolubrificante dei cuscinetti a strisciamento in caso di attrito misto (al di sotto del numero di giri transitorio).

Tuttavia in condizioni idrodinamiche si possono verificare dei danni specifici nella superficie di strisciamento del cuscinetto, in particolare danni da cavitazione e danni da erosione.

Cavitazione ed erosione si manifestano perlopiù contemporaneamente. In particolare nei casi di applicazione con velocità di strisciamento elevata occorre tener conto di questa tipologia di danno.

### **Rimedio:**

- Ridurre la velocità di strisciamento (qualora possibile).
- Impiegare un lubrificante diverso (viscosità, capacità di carico in funzione della temperatura).
- Evitare anomalie del flusso nel meato, dovute ad es. a scanalature, fori o tasche di lubrificazione, ecc.).

Motorservice offre il calcolo relativo a cuscinetti di strisciamento Permaglide® per funzionamento idrodinamico come servizio a parte.

### **Danni da cavitazione**

Con il termine “danni da cavitazione” si intende la distruzione locale della superficie di strisciamento dovuta all’effetto della pressione. In caso di cuscinetti a strisciamento impiegati con funzionamento idrodinamico, in seguito alla caduta di pressione si possono formare delle bolle di vapore nel film lubrificante sottoposto a movimenti rapidi. In seguito all’aumento della pressione nel liquido, queste bolle di vapore collassano. L’energia che si libera attacca meccanicamente la superficie di strisciamento in misura notevole ed erode localmente il materiale di strisciamento.



Fig. 36: Danno locale dovuto a cavitazione

### **Danni da erosione**

Erosione è un danneggiamento meccanico della superficie di strisciamento per effetto del lavaggio con un liquido che può contenere anche delle particelle solide. La distribuzione della pressione all’interno del film lubrificante di un cuscinetto a strisciamento con funzionamento idrodinamico viene disturbata a causa del restringimento della sezione trasversale e della formazione di vortici e si verifica il danneggiamento meccanico della superficie di scorrimento.



Fig. 37: Danno da erosione nello strato di rodaggio di un cuscinetto a strisciamento P1

### Danni dovuti alla presenza di sporco

Se particelle di sporco raggiungono la zona di contatto tra cuscinetto e albero, la superficie di scorrimento del cuscinetto subisce danni a causa della formazione di rigature. Ne conseguono ripercussioni negative sulla durata utile e sulla sicurezza operativa.

#### Rimedio:

- Ermetizzare il cuscinetto
- In caso di lubrificazione con un liquido inserire un filtro a monte

#### Rimedio:

- Dispositivo di piantaggio con precentraggio (anello ausiliario)
- Ricoprimento ottimizzato tra foro della scatola e diametro esterno del cuscinetto
- Evitare la presenza di sporco
- Evitare la posizione inclinata della boccola in fase di piantaggio
- Utilizzare un lubrificante idoneo

### Danni dovuti a errori di montaggio

Durante il piantaggio in sede della boccola di un cuscinetto a strisciamento si può verificare il danneggiamento della superficie di scorrimento. Spesso fenomeni di grippaggio si verificano tra il mantello del cuscinetto e il foro della scatola. Ne conseguono rigonfiamenti locali nella superficie di scorrimento del cuscinetto. Entrambe le tipologie di danno possono accorciare notevolmente la durata utile.



Fig. 38: Cuscinetto a strisciamento P2, rigature nella superficie di scorrimento

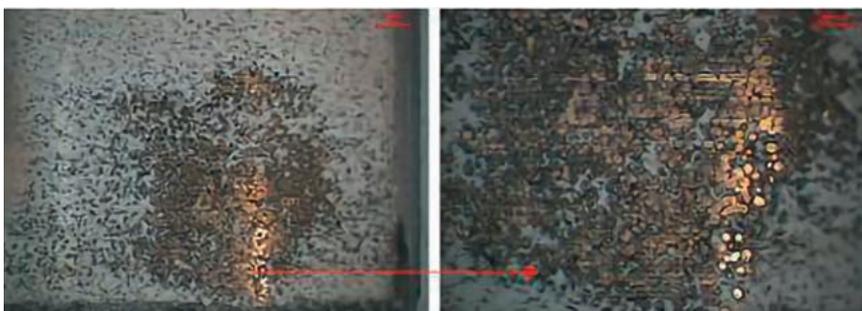


Fig. 39: Forte usura locale conseguente ad un errore di montaggio

# 8 CONFIGURAZIONE COSTRUTTIVA DEL PUNTO DI SUPPORTO

## 8.1 SCATOLA

### Boccole

Le boccole Permaglide® vengono piantate nella scatola e in questo modo bloccate in direzione radiale ed assiale. Non sono necessarie ulteriori misure. Per il foro della scatola si consiglia:

- Profondità di rugosità  $R_z$  10
- Smusso  $f_G$   $20^\circ \pm 5^\circ$   
Uno smusso del genere facilita il piantaggio.

Diametro foro $d_G$	Larghezza smusso $f_G$
$d_G \leq 30$	$0,8 \pm 0,3$
$30 < d_G \leq 80$	$1,2 \pm 0,4$
$80 < d_G \leq 180$	$1,8 \pm 0,8$
$180 < d_G$	$2,5 \pm 1,0$

Tab. 29: Larghezza dello smusso  $f_G$  sul foro della scatola per boccole (fig. 40)

### Boccole flangiate

Per le boccole flangiate occorre tener conto del raggio nella zona di passaggio dalla parte radiale alla parte assiale.

- Le boccole flangiate non devono aderire nell'area del raggio.
- In caso di carichi assiali la flangia deve essere sufficientemente sostenuta.

Diametro foro $d_G$	Larghezza smusso $f_G$
$d_G \leq 10$	$1,2 \pm 0,2$
$10 < d_G$	$1,7 \pm 0,2$

Tab. 30: Larghezza dello smusso  $f_G$  sul foro della scatola per boccole flangiate (fig. 41)

### Fissaggio di rosette di spallamento

Consiglio:

- Il posizionamento concentrico viene garantito tramite una rientranza nella scatola (fig. 42)
  - Per diametro e profondità dei sottosquadri, vedi le tabelle dimensionali (capitolo 10)
- La rotazione indesiderata viene impedita tramite spina di registro o vite a testa svasata (fig. 42 e 43)
  - La testa della vite o la spina di registro deve essere rientrata di almeno 0,25 mm rispetto alla superficie di scorrimento (fig. 42 e 43).
  - Per dimensione e disposizione dei fori, vedi le tabelle dimensionali (capitolo 10).

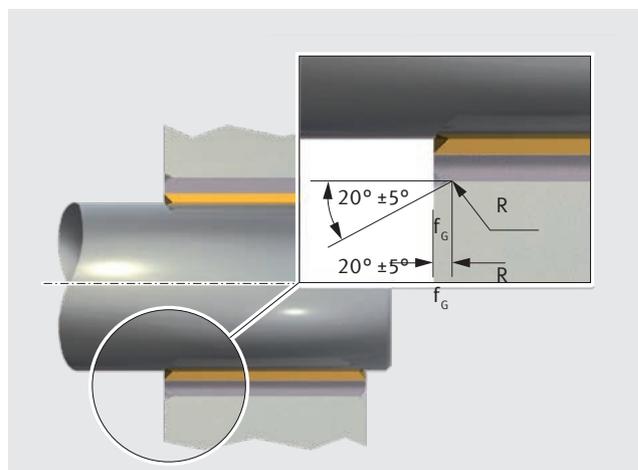


Fig. 40: Smusso sulla scatola per boccola PAP

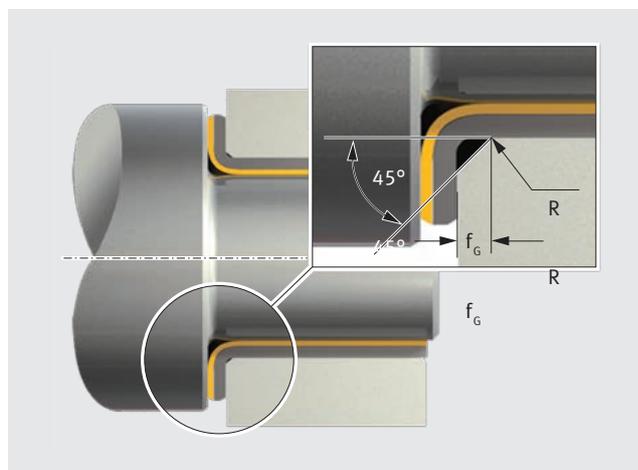


Fig. 41: Smusso sulla scatola per boccola PAF

- Se non è possibile realizzare una rientranza nella scatola,
  - bloccare in posizione ricorrendo a diverse spine di registro o viti (fig. 42).
  - ricorrere ad altre tecniche di giunzione.

Non sempre è necessaria una protezione antirotazione. In diversi casi è sufficiente l'attrito statico tra il dorso della rosetta e la scatola.

#### Altre tecniche di giunzione

Se l'accoppiamento con interferenza della boccola non è sufficiente o il bloccaggio tramite spine o viti risulta poco economico, è possibile ricorrere a tecniche di giunzione alternative più economiche:

- Saldatura al laser
- Brasatura dolce
- Incollaggio, vedi Ulteriori informazioni.

#### **ATTENZIONE**

La temperatura dello strato di rodaggio o dello strato di strisciamento non deve essere superiore a +280 °C per Permaglidle® P1 e a +140 °C per Permaglidle® P2. Lo strato di rodaggio o lo strato di strisciamento non devono venire a contatto con colla. Consiglio: chiedere informazioni ai produttori delle colle in merito all'incollaggio, in particolare in relazione alla scelta della colla, alla preparazione delle superfici, all'indurimento, alla resistenza, all'intervallo di temperature e alle caratteristiche di dilatazione.

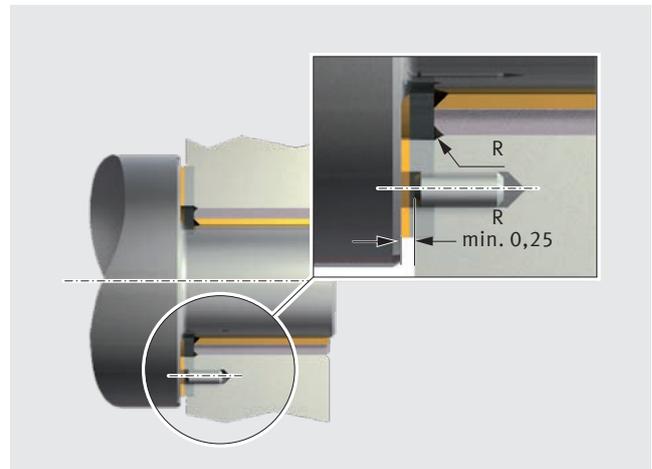


Fig. 42: Fissaggio di una rosetta di spallamento PAW in una rientranza della scatola

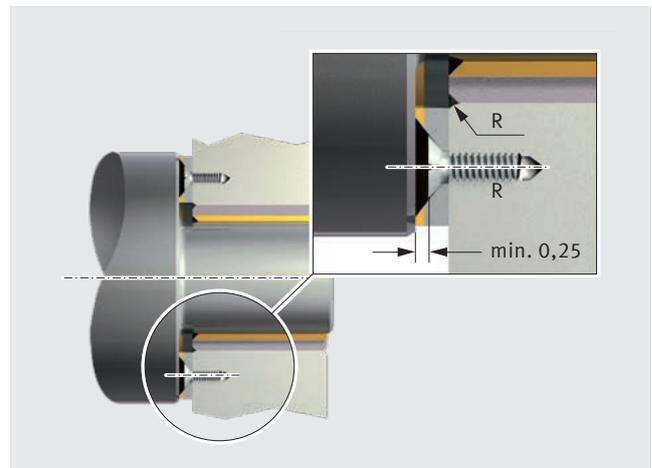


Fig. 43: Fissaggio di una rosetta di spallamento PAW senza rientranza nella scatola

## 8.2 CONFIGURAZIONE DELL'ANTAGONISTA DI STRISCIAMENTO

In linea di massima vale quanto segue:

in un sistema tribologico devono sporgere oltre il rispettivo cuscinetto di strisciamento l'albero in caso di un cuscinetto radiale e la superficie di spinta in caso di un cuscinetto assiale, per evitare irregolarità nello strato di strisciamento e ottenere la massima percentuale di area di contatto.

### Albero

Gli alberi dovrebbero essere smussati e tutti gli spigoli taglienti dovrebbero essere arrotondati al fine di:

- facilitare il montaggio
- non danneggiare lo strato di strisciamento della boccola

Gli alberi non devono mai presentare scanalature o gole in corrispondenza della zona di strisciamento.

### Superficie antagonista

Durata di utilizzo ottimale grazie alla corretta profondità di rugosità

- La durata di utilizzo ottimale viene raggiunta con una profondità di rugosità della superficie antagonista da  $R_z$  0,8 a  $R_z$  1,5:
  - in caso di funzionamento a secco di Permaglide® P1
  - in caso di lubrificazione di Permaglide® P2.

### ATTENZIONE

Profondità di rugosità inferiori non aumentano la durata di utilizzo e potrebbero addirittura causare usura per adesione. Profondità di rugosità maggiori vengono ridotte sensibilmente.

- La corrosione della superficie antagonista viene impedita per Permaglide® P1 e P2:
  - ermetizzazione,
  - impiego di acciaio resistente alla corrosione,
  - opportuna finitura superficiale.

In caso di Permaglide® P2 anche il lubrificante contrasta la corrosione.

### Finitura superficiale

- Sono da prediligere superfici levigate o trafilate.
- Superfici tornite di precisione o superfici tornite di precisione e rullate, anche da  $R_z$  0,8 a  $R_z$  1,5 possono causare usura maggiore (nella tornitura di precisione si formano delle rigature elicoidali).
- La ghisa sferoidale (GGG) ha una struttura superficiale aperta e pertanto va levigata fino a ottenere un valore di  $R_z$  2 o migliore. La figura 44 mostra il senso di rotazione di alberi in ghisa nell'applicazione. Questo dovrebbe corrispondere al senso di rotazione della mola, in quanto il senso di rotazione opposto determinerebbe una maggiore usura.

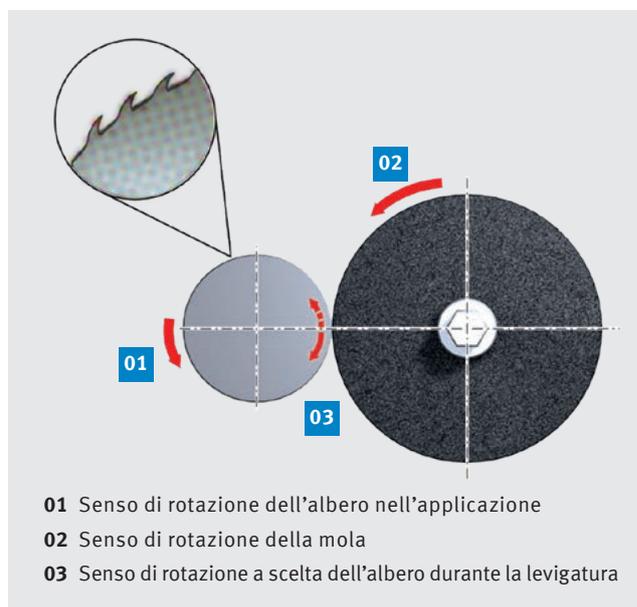


Fig. 44: Levigatura di un albero in ghisa

### Funzionamento idrodinamico

Per il funzionamento idrodinamico la profondità di rugosità  $R_z$  della superficie antagonista dovrebbe essere inferiore allo spessore più piccolo del film lubrificante. Motorservice offre il calcolo per l'impiego idrodinamico come servizio a parte.

### Guarnizioni

In presenza di sporco di entità rilevante o ambiente aggressivo, si consiglia di provvedere alla protezione del punto di supporto.

La figura 45 illustra i tipi di guarnizioni consigliati:

- **01** la costruzione circostante
- **02** una tenuta a labirinto
- **03** un paraolio
- una corona di grasso

### Asportazione di calore

Va assicurata una corretta asportazione di calore.

- Nel funzionamento idrodinamico è prevalentemente il liquido lubrificante a asportare il calore.
- In caso di cuscinetti a strisciamento con funzionamento a secco o lubrificati con grasso, il calore viene asportato anche attraverso la scatola e l'albero.

### Lavorazione degli elementi di cuscinetto

- I cuscinetti a strisciamento Permaglidle® possono essere sottoposti a lavorazione sia con che senza asportazione di truciolo (ad es. accorciamento, piegatura o foratura).
- I cuscinetti a strisciamento Permaglidle® preferibilmente vanno separati agendo dal lato PTFE. La bavatura che si forma in seguito alla separazione creerebbe problemi sulla superficie di scorrimento.
- Dopodiché gli elementi del cuscinetto vanno puliti.
- Le superfici di acciaio lucido (bordi di taglio) vanno protette dalla corrosione tramite:
  - olio oppure
  - strati protettivi galvaniciIn caso di densità di corrente maggiori o tempi di rivestimento più lunghi occorre coprire gli strati di strisciamento in modo da evitare depositi.

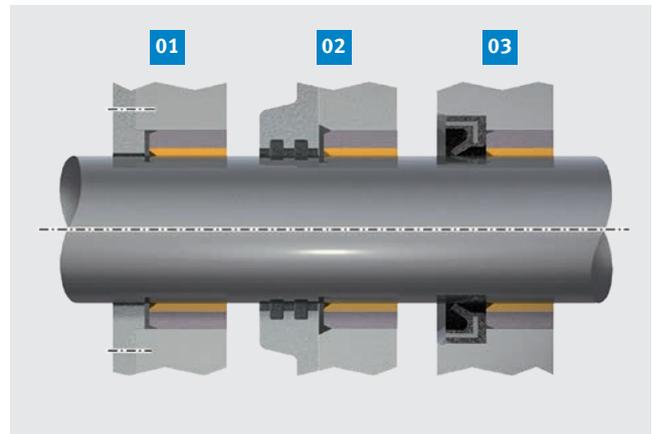


Fig. 45: Guarnizioni

### ⚠ ATTENZIONE

Temperature di lavorazione che superano i seguenti valori limite, mettono a rischio la salute degli operatori:

+280 °C per Permaglidle® P1

+140 °C per Permaglidle® P2

I trucioli possono contenere piombo.

### Orientamento assiale (allineamento preciso)

L'allineamento preciso è importante per tutti i cuscinetti a strisciamento radiali ed assiali. Ciò vale in particolare per cuscinetti a strisciamento con funzionamento a secco, nei quali il carico non può essere distribuito per mezzo del film lubrificante. L'errore di allineamento sull'intera larghezza della boccola non deve essere superiore a 0,02mm (vedi fig. 46). Questo valore trova applicazione anche per la larghezza complessiva di boccole disposte a coppia e per rosette di spallamento. In caso di boccole disposte in linea può essere utile fare in modo che abbiano la stessa larghezza. In fase di montaggio i giunti di testa dovrebbero essere allineati.

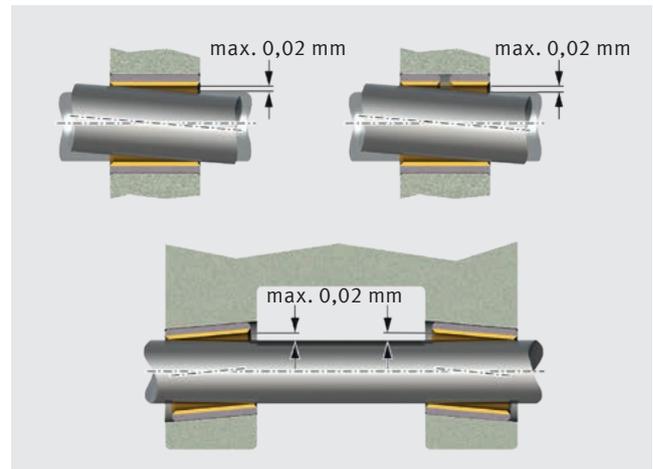


Fig. 46: Errori di allineamento ammessi

### Carico di spigolo sul cuscinetto a strisciamento montato

A causa di imprecisioni geometriche o in presenza di condizioni di esercizio particolari si possono verificare carichi eccessivamente elevati in corrispondenza delle zone marginali di un cuscinetto a strisciamento. A seguito di tali “carichi di spigolo” i cuscinetti possono bloccarsi. Tramite misure costruttive è possibile ridurre questi carichi (fig. 47).

- Smussi più grandi sulla scatola.
- Diametro più grande di foratura nella zona marginale del foro della scatola.
- Far sporgere la larghezza della boccola oltre la larghezza della scatola.

Inoltre si può ridurre il carico sugli spigoli tramite una configurazione elastica della scatola.

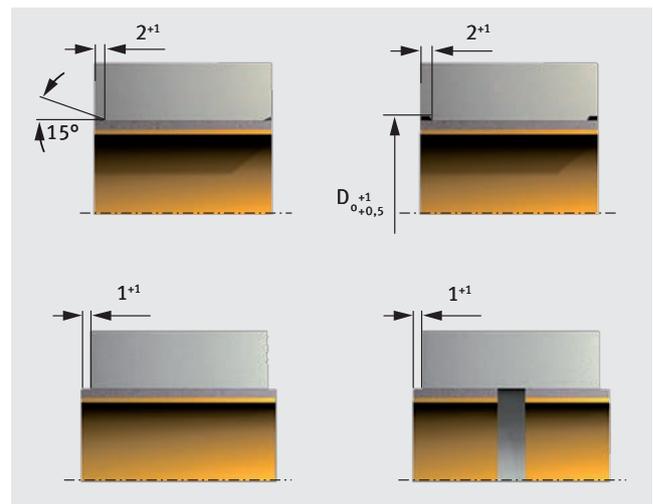


Fig. 47: Riduzione di picchi di tensione sugli spigoli

## 8.3 GIOCO DEL CUSCINETTO, ACCOPPIAMENTO CON INTERFERENZA

### Gioco teorico del cuscinetto

Le boccole in Permaglide® P1 e P2 vengono piantate nella scatola e in questo modo bloccate in direzione radiale e assiale. Non sono necessarie ulteriori misure. Con le tolleranze di montaggio della tab. 31 si ottengono per scatola e alberi rigiri:

- l'accoppiamento con interferenza
- il gioco del cuscinetto come da tab. 37

Il gioco teorico del cuscinetto si calcola come segue:

$$[12] \quad \Delta s_{\max} = d_{G\max} - 2 \cdot s_{3\min} - d_{W\min}$$

$$[13] \quad \Delta s_{\min} = d_{G\min} - 2 \cdot s_{3\max} - d_{W\max}$$

$\Delta s_{\max}$	[mm]	massimo gioco del cuscinetto
$\Delta s_{\min}$	[mm]	minimo gioco del cuscinetto
$d_{G\max}$	[mm]	massimo diametro del foro della scatola
$d_{G\min}$	[mm]	minimo diametro del foro della scatola
$d_{W\max}$	[mm]	massimo diametro dell'albero
$d_{W\min}$	[mm]	minimo diametro dell'albero
$s_{3\max}$	[mm]	massimo spessore parete
$s_{3\min}$	[mm]	minimo spessore parete (tab. 35)

### Accoppiamento con interferenza e gioco del cuscinetto

Gioco del cuscinetto ed accoppiamento con interferenza possono essere influenzati con le misure illustrate in tab. 38:

- in presenza di temperature ambiente elevate
- a seconda del materiale della scatola
- a seconda dello spessore parete della scatola

Tolleranze più piccole del gioco presuppongono tolleranze più ristrette per albero e foro.

#### **ATTENZIONE**

In caso di impiego di alberi con posizione del campo di tolleranza h, il gioco del cuscinetto va controllato per  $5 \leq d_w < 80$  (P10, P14, P147, P180) e  $d_w < 80$  (P11) conformemente alle equazioni [12] per  $\Delta s_{\max}$  e [13] per  $\Delta s_{\min}$ .

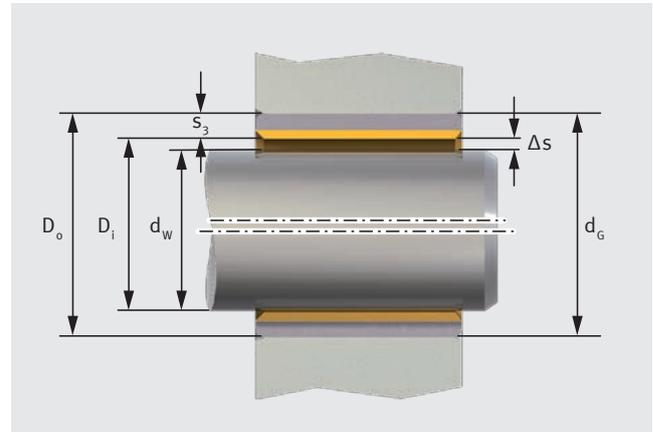


Fig. 48: Gioco teorico del cuscinetto  $\Delta s$

Campo del diametro	Permaglide®		
	P10, P14, P147*, P180	P11	P20, P200
<b>Albero</b>			
$d_w < 5$	h6	f7	h8
$5 \leq d_w < 80$	f7	f7	h8
$80 \leq d_w$	h8	h8	h8
<b>Foro della scatola</b>			
$d_g \leq 5,5$	H6	–	–
$5,5 < d_g$	H7	H7	H7

Tab. 31: Tolleranze di montaggio consigliate

#### **ATTENZIONE**

Nel calcolo del gioco del cuscinetto non è stato considerato l'allargamento del foro della scatola.

Per il calcolo del ricoprimento U fanno fede le tolleranze del foro della scatola contenute nella tab. 31 e gli scostamenti del diametro esterno della boccola  $D_o$  nella tab. 32.

\* Su richiesta

Diametro esterno della boccola $D_o$	Scostamenti (controllo A secondo DIN ISO 3547-2)				
	P10, P14, P147*, P180, P20, P200		P11		
	superiore	inferiore	superiore	inferiore	
$D_o \leq 10$	+0,055	+0,025	+0,075	+0,045	
$10 < D_o \leq 18$	+0,065	+0,030	+0,080	+0,050	
$18 < D_o \leq 30$	+0,075	+0,035	+0,095	+0,055	
$30 < D_o \leq 50$	+0,085	+0,045	+0,110	+0,065	
$50 < D_o \leq 80$	+0,100	+0,055	+0,125	+0,075	
$80 < D_o \leq 120$	+0,120	+0,070	+0,140	+0,090	
$120 < D_o \leq 180$	+0,170	+0,100	+0,190	+0,120	
$180 < D_o \leq 250$	+0,210	+0,130	+0,230	+0,150	
$250 < D_o \leq 305$	+0,260	+0,170	+0,280	+0,190	

Tab. 32: Scostamenti per il diametro esterno  $D_o$ .

Diametro interno della boccola $D_i$	Spessore parete $s_3$	Scostamenti secondo DIN ISO 3547-1, tabella 3, riga B			
		P10, P14, P147*, P180		P11	
		superiore	inferiore	superiore	inferiore
$D_i < 5$	0,75	0	-0,020	-	-
	1	-	-	+0,005	-0,020
$5 \leq D_i < 20$	1	+0,005	-0,020	+0,005	-0,020
$20 \leq D_i < 28$	1,5	+0,005	-0,025	+0,005	-0,025
$28 \leq D_i < 45$	2	+0,005	-0,030	+0,005	-0,030
$45 \leq D_i < 80$	2,5	+0,005	-0,040	+0,005	-0,040
$80 \leq D_i < 120$	2,5	-0,010	-0,060	-0,010	-0,060
$120 \leq D_i$	2,5	-0,035	-0,085	-0,035	-0,085

Tab. 33: Spessore della parete  $s_3$  per bocche e bocche flangiate P1

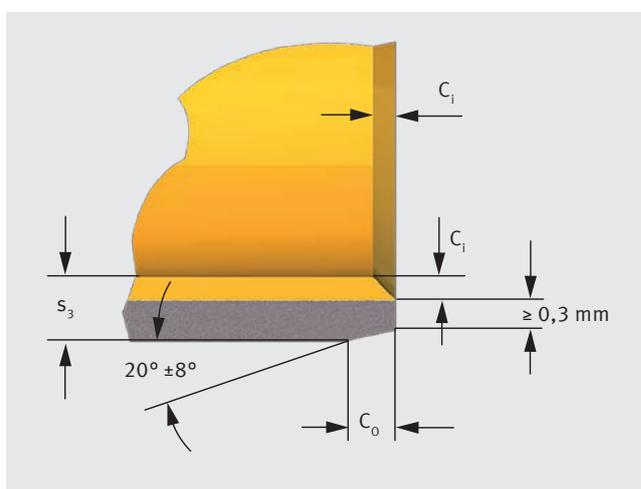
Rugosità superficiale	$R_a$ ( $\mu\text{m}$ )	$R_z$ ( $\mu\text{m}$ )
Alesaggio cuscinetto $D_i$	6,3	25,0
Dorso cuscinetto $D_o$	1,6	6,3
Altre superfici	25,0	100,0

Tab. 34: Rugosità superficiale, profondità di rugosità  $R_a$  e  $R_z$ 

Diametro interno $D_i$	Spessore parete $s_3$	Scostamenti secondo DIN ISO 3547-1, tabella 3, riga D, P20, P200		
		superiore	inferiore	
8	$\leq D_i < 20$	1	-0,020	-0,045
20	$\leq D_i < 28$	1,5	-0,025	-0,055
28	$\leq D_i < 45$	2	-0,030	-0,065
45	$\leq D_i < 80$	2,5	-0,040	-0,085
80	$\leq D_i$	2,5	-0,050	-0,115

Tab. 35: Spessore della parete  $s_3$  per bocche in Permaglidle® P20/P200

Spessore parete $s_3$	Smusso esterno, senza truciolo $C_o$	Smusso interno $C_i$	
		min.	max.
0,75	$0,5 \pm 0,3$	0,1	0,4
1	$0,6 \pm 0,4$	0,1	0,6
1,5	$0,6 \pm 0,4$	0,1	0,7
2	$1,0 \pm 0,4$	0,1	0,7
2,5	$1,2 \pm 0,4$	0,2	1,0

Tab. 36: Smusso esterno  $C_o$  e smusso interno  $C_i$  (fig. 49) per bocche con dimensioni metriche, secondo DIN ISO 3547-1, tabella 2Fig. 49: Smusso esterno  $C_o$  e smusso interno  $C_i$  con dimensioni metriche

### Gioco teorico del cuscinetto

Diametro della boccola		Gioco del cuscinetto $\Delta s$			
$D_i$ (mm)	$D_o$ (mm)	P10, P11, P14, P147*, P180		P20, P200	
		$\Delta s_{min}$ (mm)	$\Delta s_{max}$ (mm)	$\Delta s_{min}$ (mm)	$\Delta s_{max}$ (mm)
2	3,5	0	0,054	-	-
3	4,5	0	0,054	-	-
4	5,5	0	0,056	-	-
5	7	0	0,077	-	-
6	8	0	0,077	-	-
7	9	0,003	0,083	-	-
8	10	0,003	0,083	0,040	0,127
10	12	0,003	0,086	0,040	0,130
12	14	0,006	0,092	0,040	0,135
13	15	0,006	0,092	-	-
14	16	0,006	0,092	0,040	0,135
15	17	0,006	0,092	0,040	0,135
16	18	0,006	0,092	0,040	0,135
18	20	0,006	0,095	0,040	0,138
20	23	0,010	0,112	0,050	0,164
22	25	0,010	0,112	0,050	0,164
24	27	0,010	0,112	0,050	0,164
25	28	0,010	0,112	0,050	0,164
28	32	0,010	0,126	0,060	0,188
30	34	0,010	0,126	0,060	0,188
32	36	0,015	0,135	0,060	0,194
35	39	0,015	0,135	0,060	0,194
40	44	0,015	0,135	0,060	0,194
45	50	0,015	0,155	0,080	0,234
50	55	0,015	0,160	0,080	0,239
55	60	0,020	0,170	0,080	0,246
60	65	0,020	0,170	0,080	0,246
65	70	0,020	0,170	-	-
70	75	0,020	0,170	0,080	0,246
75	80	0,020	0,170	0,080	0,246
80	85	0,020	0,201	0,100	0,311
85	90	0,020	0,209	-	-
90	95	0,020	0,209	0,100	0,319
95	100	0,020	0,209	-	-
100	105	0,020	0,209	0,100	0,319
105	110	0,020	0,209	-	-

Diametro della boccola		Gioco del cuscinetto $\Delta s$			
$D_i$ (mm)	$D_o$ (mm)	P10, P11, P14, P147*, P180		P20, P200	
		$\Delta s_{min}$ (mm)	$\Delta s_{max}$ (mm)	$\Delta s_{min}$ (mm)	$\Delta s_{max}$ (mm)
110	115	0,020	0,209	-	-
115	120	0,020	0,209	-	-
120	125	0,070	0,264	-	-
125	130	0,070	0,273	-	-
130	135	0,070	0,273	-	-
135	140	0,070	0,273	-	-
140	145	0,070	0,273	-	-
150	155	0,070	0,273	-	-
160	165	0,070	0,273	-	-
180	185	0,070	0,279	-	-
200	205	0,070	0,288	-	-
220	225	0,070	0,288	-	-
250	255	0,070	0,294	-	-
300	305	0,070	0,303	-	-

Tab. 37: Gioco teorico dopo il piantaggio delle boccole o boccole flangiate con dimensioni metriche, senza tener conto di un possibile allargamento del foro

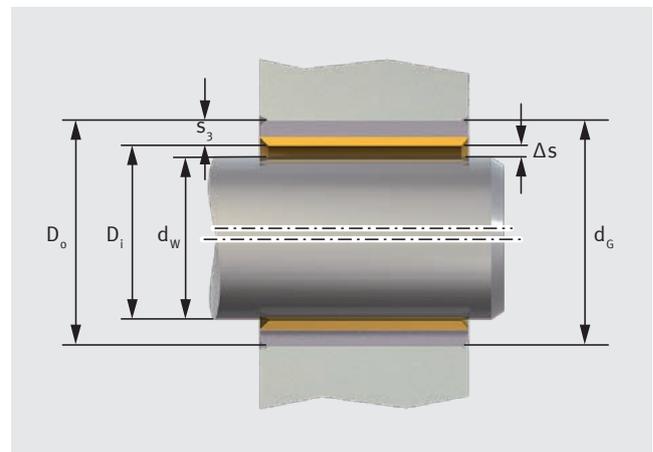


Fig. 50: Gioco teorico del cuscinetto  $\Delta s$

\* Su richiesta

**Accoppiamento con interferenza e gioco del cuscinetto**

Fattori costruttivi e ambientali	Conseguenza	Misura	Da osservare
Scatola in lega leggera o con parete sottile	Allargamento consistente Gioco eccessivo	Ridurre il foro della scatola $d_g$	La scatola è soggetta a sollecitazioni maggiori; la tensione ammessa della scatola non va superata.
Scatola in acciaio o ghisa con temperature ambiente elevate	Gioco inferiore	Ridurre il diametro dell'albero $d_w$ per ogni 100 °C sopra la temperatura ambiente di 0,008 mm	
Scatola in leghe di bronzo o rame con temperature ambiente elevate	Cattivo accoppiamento con interferenza	Ridurre il foro della scatola $d_g$ , variazione di diametro consigliata per ogni 100 °C sopra la temperatura ambiente: $d_g - 0,05\%$	Ridurre il diametro dell'albero $d_w$ dello stesso valore, in modo che venga preservato il gioco del cuscinetto.
Scatola in lega di alluminio con temperature ambiente elevate	Cattivo accoppiamento con interferenza	Ridurre il foro della scatola $d_g$ , variazione di diametro consigliata per ogni 100 °C sopra la temperatura ambiente: $d_g - 0,1\%$	Ridurre il diametro dell'albero $d_w$ dello stesso valore in modo che venga preservato il gioco del cuscinetto. In caso di temperature inferiori a 0 °C, la scatola è soggetta a sollecitazioni maggiori; la tensione ammessa della scatola non va superata.
Boccole con strato anticorrosivo più spesso	Diametro esterno $D_o$ troppo grande Gioco insufficiente	Ingrandire il foro della scatola $d_g$ Esempio: Spessore dello strato $0,015 \pm 0,003$ mm ne consegue $d_g + 0,03$ mm	Senza le opportune misure sia la boccola che la scatola saranno soggette a maggiori sollecitazioni.

Tab. 38: Errori, conseguenze e misure per accoppiamento con interferenza e gioco del cuscinetto in caso di temperature ambiente elevate, materiali o spessori parete particolari della scatola

# 9 MONTAGGIO DI CUSCINETTI A STRISCIAMENTO

Le boccole Permaglide® si lasciano piantare facilmente nel foro della scatola. Il piantaggio viene inoltre facilitato lubrificando leggermente con olio il dorso della boccola o il foro della scatola.

## Metodi di piantaggio consigliati

Per diametro esterno  $D_o$  fino a circa 55 mm:

- piantaggio a livello con mandrino senza anello ausiliario secondo fig. 52
- piantaggio infossato con mandrino senza anello ausiliario secondo fig. 53.

Per diametro esterno  $D_o$  a partire da circa 55 mm:

- piantaggio con mandrino e con anello ausiliario secondo fig. 54.

## Evitare la posizione inclinata e il disassamento

### ⚠ ATTENZIONE

In fase di montaggio vanno assicurate condizioni di pulizia. Lo sporco riduce la durata di utilizzo del cuscinetto. Non danneggiare lo strato di strisciamento. Rispettare la posizione di montaggio, qualora specificata. Non collocare il giunto di testa nella zona principale di carico.

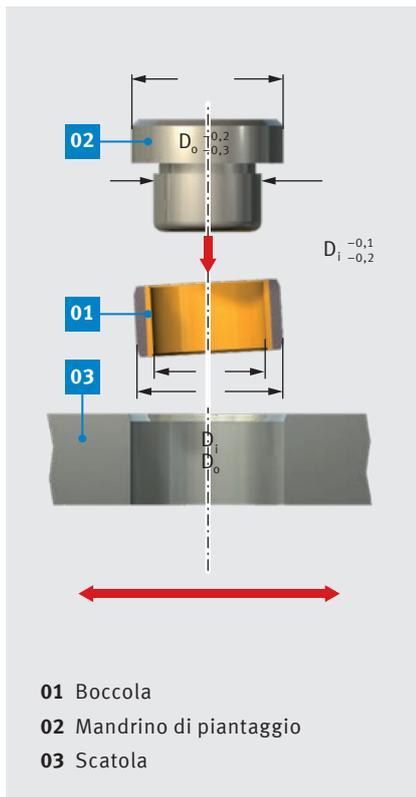


Fig. 51: Piantaggio con scatola mobile

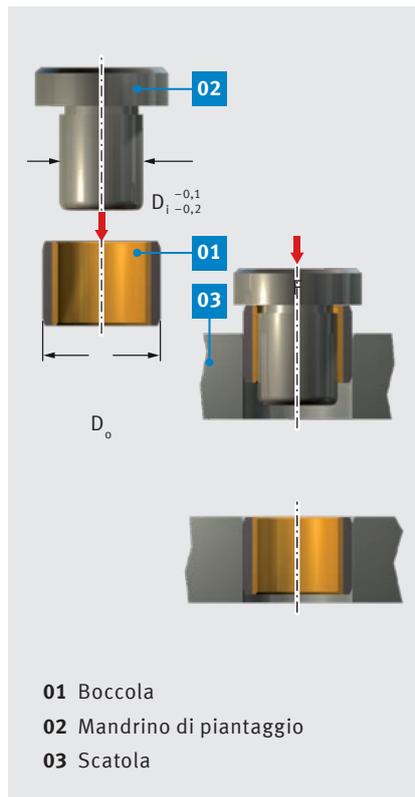


Fig. 52: Piantaggio a livello  $D_o \leq 55$  mm

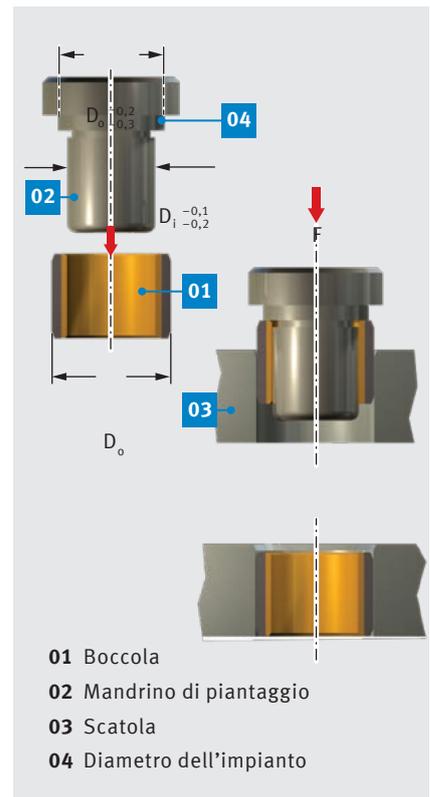


Fig. 53: Piantaggio infossato  $D_o \leq 55$  mm

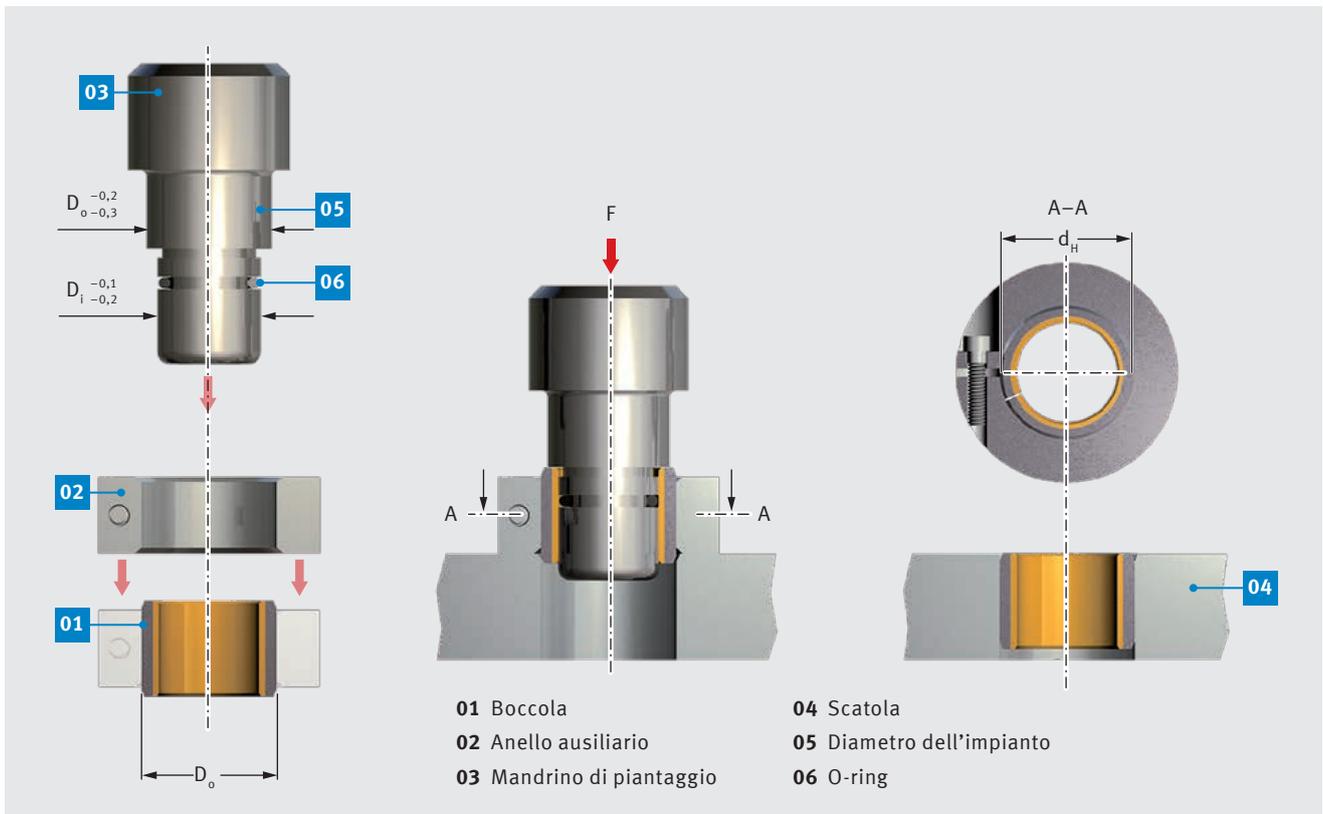


Fig. 54: Piantaggio di boccole,  $D_o \geq 55$  mm, con anello ausiliario

La tab. 39 serve per determinare il necessario diametro interno  $d_H$  dell'anello ausiliario in base al diametro esterno  $D_o$  dato della boccola.

$D_o$ (mm)	$d_H$ (mm)
$55 \leq D_o \leq 100$	$D_o + 0,28$
	$+ 0,25$
$100 < D_o \leq 200$	$D_o + 0,40$
	$+ 0,36$
$200 < D_o \leq 305$	$D_o + 0,50$
	$+ 0,46$

Tab. 39: Diametro interno  $d_H$  dell'anello ausiliario

### Calibrazione dell'alesaggio cuscinetto dopo il montaggio

(valido solo per cuscinetti a strisciamento P1)

#### Calibrazione

I cuscinetti a strisciamento Permaglide® vengono forniti pronti per il montaggio e dovrebbero essere sottoposti a calibrazione solo se non è possibile ottenere una tolleranza ristretta del gioco del cuscinetto in altra maniera.

#### ATTENZIONE

La calibrazione accorcia notevolmente la durata utile delle boccole Permaglide® P1 (vedi tab. 40).

La figura 55 illustra la calibrazione mediante un mandrino.

La tab. 40 contiene valori indicativi per il diametro del mandrino di calibrazione  $d_k$ . Valori esatti possono essere determinati solo nel corso di prove.

#### Possibilità migliori

La tolleranza del gioco del cuscinetto può essere ridotta tramite le seguenti misure, le quali non determinano un accorciamento della durata utile:

- tolleranze più ristrette del foro della scatola
- tolleranze più ristrette dell'albero.

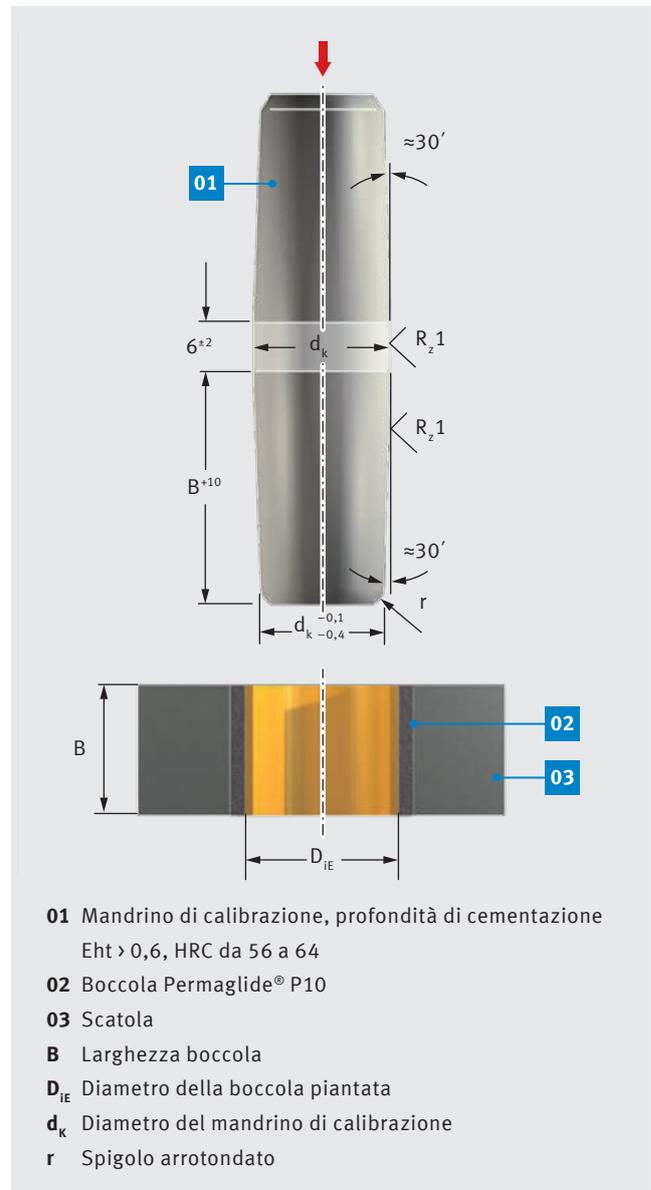


Fig. 55: Calibrazione

Diametro interno desiderato della boccola	Diametro del mandrino di calibrazione <sup>1)</sup> $d_k$	Durata utile <sup>2)</sup>
$D_{IE}$	–	100 % $L_N$
$D_{IE} + 0,02$	$D_{IE} + 0,06$	80 % $L_N$
$D_{IE} + 0,03$	$D_{IE} + 0,08$	60 % $L_N$
$D_{IE} + 0,04$	$D_{IE} + 0,10$	30 % $L_N$

Tab. 40: Valori indicativi per il diametro del mandrino di calibrazione e relativa riduzione della durata utile

$D_{IE}$  Diametro interno della boccola piantata.

<sup>1)</sup> Valore indicativo, riferito a scatola in acciaio.

<sup>2)</sup> Valore indicativo per funzionamento a secco.

### Forza di piantaggio e pressione di forzamento

Forza di piantaggio e pressione di forzamento si ripercuotono l'una sull'altra. La pressione di forzamento si viene a creare tra il foro della scatola e il mantello della boccola. Essa può essere considerata una misura per l'accoppiamento preciso della boccola nella scatola. La pressione di forzamento insieme ad altri fattori determina l'entità della forza di piantaggio.

### Calcolo della forza di piantaggio

La forza di piantaggio dipende da molti fattori difficili da determinare con precisione, ad es.:

- ricoprimento effettivo
- coefficiente di attrito
- formazione di rigature
- velocità di piantaggio

Il calcolo della forza di piantaggio viene offerto da Motorservice come servizio a parte. Nella maggior parte dei casi è sufficiente la determinazione approssimativa della forza di piantaggio come illustrato nella fig. 56.

### Determinazione della forza di piantaggio della boccola

La fig. 56 riportata di seguito illustra la massima forza di piantaggio necessaria per ogni mm di larghezza della boccola. Alle singole curve sono abbinati il diametro esterno della boccola  $D_o$  e lo spessore parete della boccola  $s_3$  conformemente a DIN ISO 3547. Il calcolo si basa su una scatola in acciaio il cui diametro  $D_o$  è stato adattato in rapporto al diametro esterno della boccola  $D_o$ . È stato scelto il rapporto  $D_o : D_o \approx 1,5...2$ .

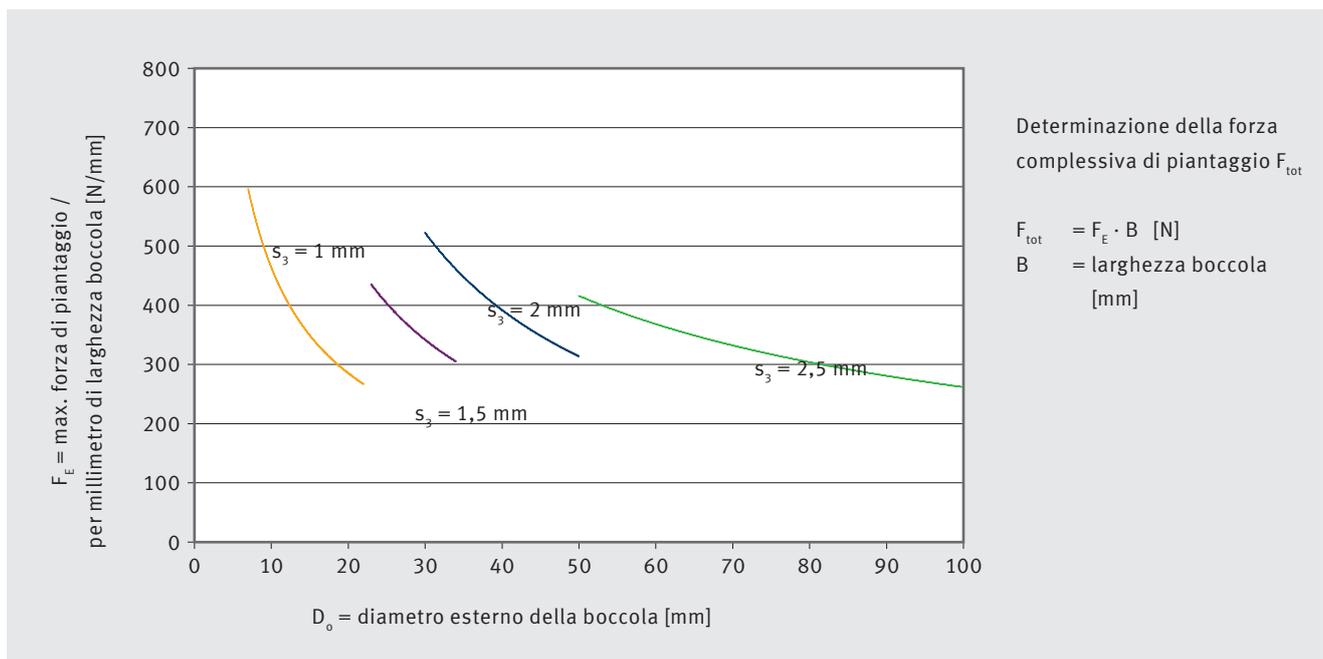


Fig. 56: Forza di piantaggio  $F_E$

### Esempio per la determinazione approssimativa della forza di piantaggio $F_{tot}$

Dati noti:	Boccola	PAP 4030 P14
	Diametro esterno della boccola	$D_o = 44$ mm
	Larghezza della boccola	$B = 30$ mm
	Spessore parete della boccola	$s_3 = 2$ mm

$$[14] \quad F_{tot} = F_E \cdot B = 340 \text{ N/mm} \cdot 30 \text{ mm} = 10200 \text{ N}$$

$F_E = 340$  N/mm (da fig. 56,  $D_o = 44$  mm,  $s_3 = 2$  mm)

# 10 FORME COSTRUTTIVE E TABELLE DIMENSIONALI

## Boccole



Fig. 57: Boccole

### P10, P14\*\*, P147\*, P180

- per alberi da 2 mm a 300 mm

### P11

- per alberi da 4 mm a 100 mm

### P20\*\*, P22\*, P23\*, P200, P202\*, P203\*

- per alberi da 8 mm a 100 mm

## Cuscinetti a strisciamento Permaglido® esenti da manutenzione P10, P11, P14\*\*, P147\*, P180

Dati tecnici		P10, P11	P14	P147*	P180
Simbolo	Unità				
$p_{v_{max}}$	[MPa · m/s]	1,8	1,6	1,4	2,2
$p_{stat.}$	[MPa]	250	250	250	250
$p_{dyn.}$	[MPa]	56	56	56	56
$v_{max.}$	[m/s]	2	1	0,8	2
T	[°C]	da -200 a +280			

Permaglido® P10 con dorso di acciaio, Permaglido® P11 con dorso di bronzo

## Cuscinetti a strisciamento Permaglido® esenti da manutenzione P20\*\*, P22\*, P23\*, P200, P202\*, P203\*

Dati tecnici		P20, P22*, P23*	P200, P202*, P203*
Simbolo	Unità		
$p_{v_{max}}$	[MPa · m/s]	3	3,3
$p_{stat.}$	[MPa]	250	250
$p_{dyn.}$	[MPa]	70	70
$v_{max.}$	[m/s]	3	3,3
T	[°C]	da -40 a +110	da -40 a +110

## Boccole flangiate



Fig. 58: Boccole flangiate

### P10, P11, P14\*\*, P147\*, P180

- per alberi da 6 mm a 40 mm

## Rosette di spallamento



Fig. 59: Rosette di spallamento

### P10, P11, P14\*\*, P147\*, P180

- con diametri interni da 10 mm a 62 mm

### P20\*\*, P22\*, P23\*, P200, P202\*, P203\*

- con diametri interni da 12 mm a 52 mm

## Strisce

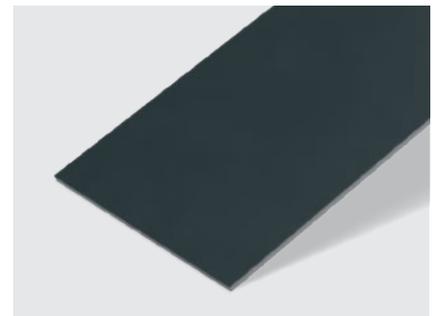


Fig. 60: Strisce

### P10, P11, P14\*\*, P147\*, P180

- lunghezza 500 mm
- larghezze, vedi tabelle dimensionali
- spessori parete, vedi tabelle dimensionali

### P20\*\*, P22\*, P23\*, P200, P202\*, P203\*

- lunghezza 500 mm
- larghezza 250 mm
- spessori parete, vedi tabelle dimensionali

\* Su richiesta  
\*\* In esaurimento

Esempio di ordinazione e denominazione di ordinazione

**Boccola in Permaglide® P10 con dorso di acciaio:**

Diametro interno ( $D_i$ ) 16 mm  
 Larghezza (B) 25 mm  
 Denominazione di ordinazione: PAP 1625 P10

**Strisce in Permaglide® P20:**

Larghezza (B) 180 mm  
 Spessore parete ( $s_3$ ) 1 mm  
 (dati dell'ordine:  $s_3 \cdot 10$ )  
 Denominazione di ordinazione: PAS 10180 P20



Fig. 61: Esempio di ordinazione, boccola P10

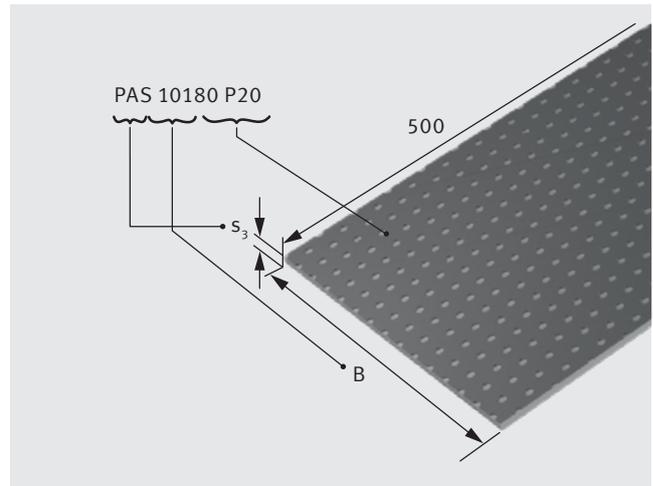


Fig. 62: Esempio di ordinazione, striscia P20

**Boccole flangiate in Permaglide® P10:**

Diametro interno ( $D_i$ ) 25 mm  
 Larghezza (B) 21,5 mm  
 Denominazione di ordinazione: PAF 25215 P10

**Rosette di spallamento in Permaglide® P20:**

Diametro interno ( $D_i$ ) 12 mm  
 Denominazione di ordinazione: PAW 12 P20

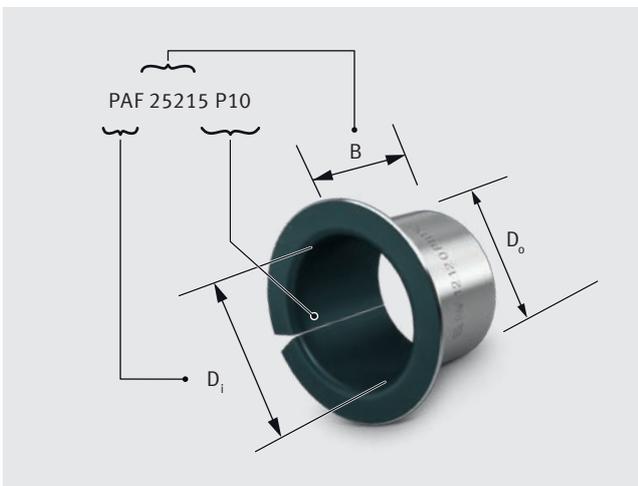


Fig. 63: Esempio di ordinazione, boccola flangiata P10

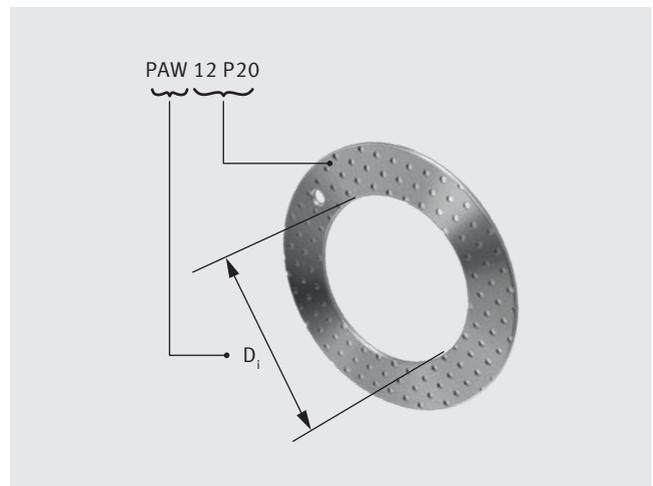


Fig. 64: Esempio di ordinazione, rosetta di spallamento P20

## 10.1 BOCCOLE PERMAGLIDE®, ESENTI DA MANUTENZIONE

### 10.1.1 SERIE P10, P14\*\*, P147\*, P180 CON DORSO DI ACCIAIO

Tolleranza di montaggio consigliata:

Albero			Foro della scatola	
$d_w <$	5	h6	$d_g \leq 5,5$	H6
$5 \leq d_w <$	80	f7	$5,5 < d_g$	H7
$80 \leq d_w$		h8		

Giochi cuscinetto, spessori parete e tolleranze smusso, vedi capitolo 8 “Configurazione costruttiva del punto di supporto”, paragrafo “Gioco teorico del cuscinetto”. Boccole in dimensioni speciali su richiesta (capitolo 10.8).

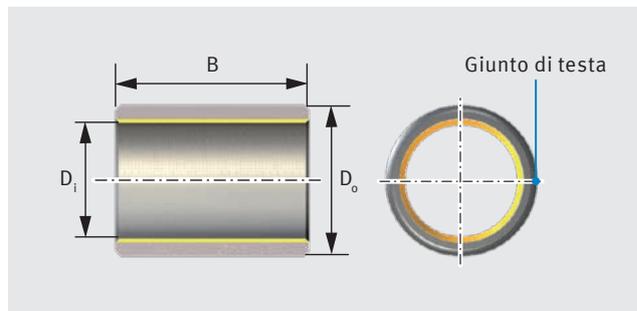


Tabella dimensionale (dimensioni in mm)						
Diametro dell'albero	Denominazione di ordinazione P10, P14**, P147*, P180	Massa g	Dimensioni			
			D <sub>i</sub>	D <sub>o</sub>	B ±0,25	
2	PAP 0203 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	0,15	2	3,5	3	
	PAP 0205 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	0,25	2	3,5	5	
3	PAP 0303 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	0,2	3	4,5	3	
	PAP 0304 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	0,26	3	4,5	4	
	PAP 0305 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	0,33	3	4,5	5	
	PAP 0306 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	0,4	3	4,5	6	
4	PAP 0403 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	0,25	4	5,5	3	
	PAP 0404 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	0,33	4	5,5	4	
	PAP 0406 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	0,5	4	5,5	6	
	PAP 0410 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	0,84	4	5,5	10	
5	PAP 0505 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	0,72	5	7	5	
	PAP 0508 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	1,1	5	7	8	
	PAP 0510 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	1,4	5	7	10	
6	PAP 0606 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	1	6	8	6	
	PAP 0608 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	1,3	6	8	8	
	PAP 0610 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	1,7	6	8	10	
7	PAP 0710 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	1,9	7	9	10	
8	PAP 0808 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	1,7	8	10	8	
	PAP 0810 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	2,1	8	10	10	
	PAP 0812 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	2,6	8	10	12	
10	PAP 1008 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	2,1	10	12	8	
	PAP 1010 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	2,6	10	12	10	
	PAP 1012 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	3,1	10	12	12	
	PAP 1015 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	3,9	10	12	15	
	PAP 1020 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	5,3	10	12	20	
12	PAP 1208 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	2,5	12	14	8	
	PAP 1210 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	3,1	12	14	10	
	PAP 1212 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	3,7	12	14	12	
	PAP 1215 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	4,7	12	14	15	
	PAP 1220 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	6,2	12	14	20	
	PAP 1225 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	7,8	12	14	25	
13	PAP 1310 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	3,3	13	15	10	

\* Su richiesta

\*\* In esaurimento

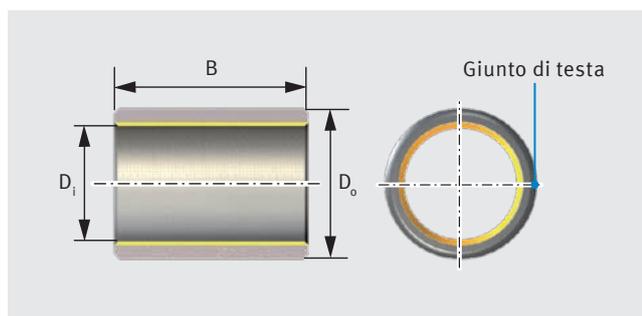


Tabella dimensionale – seguito (dimensioni in mm)						
Diametro dell'albero	Denominazione di ordinazione P10, P14**, P147*, P180	Massa g	Dimensioni			
			D <sub>i</sub>	D <sub>o</sub>	B ±0,25	
14	PAP 1410 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	3,6	14	16	10	
	PAP 1412 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	4,3	14	16	12	
	PAP 1415 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	5,4	14	16	15	
	PAP 1420 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	7,1	14	16	20	
	PAP 1425 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	9	14	16	25	
15	PAP 1510 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	3,8	15	17	10	
	PAP 1512 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	4,6	15	17	12	
	PAP 1515 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	5,7	15	17	15	
	PAP 1520 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	7,6	15	17	20	
	PAP 1525 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	9,5	15	17	25	
16	PAP 1610 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	4	16	18	10	
	PAP 1612 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	4,9	16	18	12	
	PAP 1615 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	6,1	16	18	15	
	PAP 1620 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	8,1	16	18	20	
	PAP 1625 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	10,1	16	18	25	
18	PAP 1810 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	4,5	18	20	10	
	PAP 1815 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	6,8	18	20	15	
	PAP 1820 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	9,1	18	20	20	
	PAP 1825 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	11,3	18	20	25	
	20	PAP 2010 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	7,8	20	23	10
PAP 2015 ... P10/... P14**/... P147*/... P180		11,7	20	23	15	
PAP 2020 ... P10/... P14**/... P147*/... P180		15,6	20	23	20	
PAP 2025 ... P10/... P14**/... P147*/... P180		19,5	20	23	25	
PAP 2030 ... P10/... P14**/... P147*/... P180		23,4	20	23	30	
22	PAP 2215 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	12,7	22	25	15	
	PAP 2220 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	17	22	25	20	
	PAP 2225 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	21,3	22	25	25	
	PAP 2230 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	25,5	22	25	30	
	24	PAP 2415 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	13,8	24	27	15
PAP 2420 ... P10/... P14**/... P147*/... P180		18,5	24	27	20	
PAP 2425 ... P10/... P14**/... P147*/... P180		23,1	24	27	25	
PAP 2430 ... P10/... P14**/... P147*/... P180		27,7	24	27	30	
25		PAP 2510 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	9,6	25	28	10
	PAP 2515 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	14,4	25	28	15	
	PAP 2520 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	19,2	25	28	20	
	PAP 2525 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	24	25	28	25	
	PAP 2530 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	28,8	25	28	30	
	PAP 2540 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	38,4	25	28	40	
	PAP 2550 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	48	25	28	50	
	28	PAP 2820 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	29,1	28	32	20
PAP 2830 ... P10/... P14**/... P147*/... P180		43,7	28	32	30	

\* Su richiesta

\*\* In esaurimento

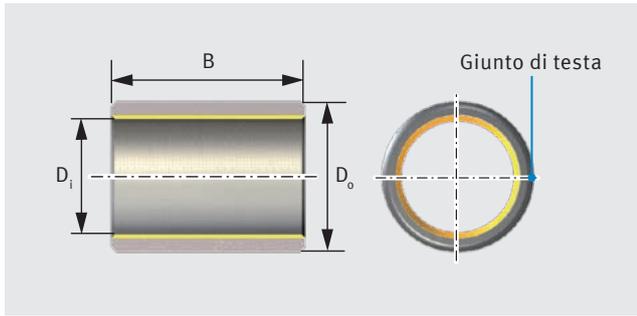


Tabella dimensionale – seguito (dimensioni in mm)						
Diametro dell'albero	Denominazione di ordinazione P10, P14**, P147*, P180	Massa g	Dimensioni			
			D <sub>1</sub>	D <sub>0</sub>	B ±0,25	
30	PAP 3015 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	23,3	30	34	15	
	PAP 3020 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	31,1	30	34	20	
	PAP 3025 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	38,8	30	34	25	
	PAP 3030 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	46,6	30	34	30	
	PAP 3040 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	62,1	30	34	40	
32	PAP 3230 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	49,5	32	36	30	
	PAP 3240 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	66	32	36	40	
35	PAP 3520 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	35,9	35	39	20	
	PAP 3530 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	53,9	35	39	30	
	PAP 3540 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	71,8	35	39	40	
	PAP 3550 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	89,8	35	39	50	
40	PAP 4020 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	40,8	40	44	20	
	PAP 4030 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	61,2	40	44	30	
	PAP 4040 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	81,5	40	44	40	
	PAP 4050 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	102	40	44	50	
	PAP 4060 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	123	40	44	60	
45	PAP 4530 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	87	45	50	30	
	PAP 4540 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	116	45	50	40	
	PAP 4550 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	145	45	50	50	
50	PAP 5020 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	64	50	55	20	
	PAP 5030 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	96	50	55	30	
	PAP 5040 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	128	50	55	40	
	PAP 5060 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	192	50	55	60	
	PAP 5070 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	256	50	55	80	
55	PAP 5540 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	140	55	60	40	
	PAP 5560 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	210	55	60	60	
60	PAP 6030 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	114	60	65	30	
	PAP 6040 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	152	60	65	40	
	PAP 6060 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	228	60	65	60	
	PAP 6070 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	266	60	65	70	
	PAP 6080 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	304	60	65	80	
65	PAP 6530 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	123	65	70	30	
	PAP 6540 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	164	65	70	40	
	PAP 6550 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	205	65	70	50	
	PAP 6560 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	246	65	70	60	
	PAP 6570 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	288	65	70	70	
70	PAP 7040 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	176	70	75	40	
	PAP 7050 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	221	70	75	50	
	PAP 7070 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	309	70	75	70	
75	PAP 7540 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	189	75	80	40	
	PAP 7550 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	236	75	80	50	
	PAP 7560 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	283	75	80	60	
	PAP 7580 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	377	75	80	80	

\* Su richiesta  
\*\* In esaurimento

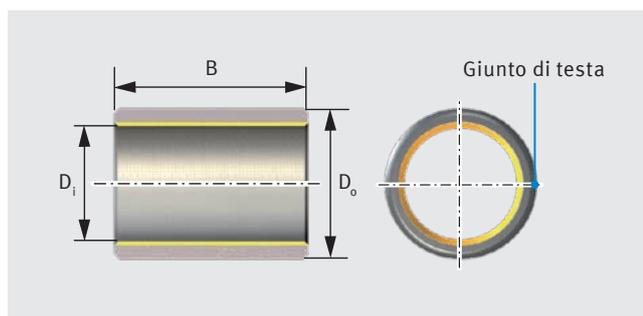


Tabella dimensionale – seguito (dimensioni in mm)						
Diametro dell'albero	Denominazione di ordinazione P10, P14**, P147*, P180	Massa g	Dimensioni			
			D <sub>i</sub>	D <sub>o</sub>	B ±0,25	
80	PAP 8040 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	201	80	85	40	
	PAP 8060 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	301	80	85	60	
	PAP 8080 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	402	80	85	80	
	PAP 80100 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	502	80	85	100	
85	PAP 8560 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	319	85	90	60	
	PAP 85100 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	532	85	90	100	
90	PAP 9050 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	281	90	95	50	
	PAP 9060 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	338	90	95	60	
	PAP 90100 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	563	90	95	100	
95	PAP 9560 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	356	95	100	60	
	PAP 95100 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	593	95	100	100	
100	PAP 10050 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	312	100	105	50	
	PAP 10060 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	374	100	105	60	
	PAP 100115 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	717	100	105	115	
105	PAP 10560 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	392	105	110	60	
	PAP 105115 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	752	105	110	115	
110	PAP 11060 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	411	110	115	60	
	PAP 110115 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	787	110	115	115	
115	PAP 11550 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	357	115	120	50	
	PAP 11560 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	429	115	120	60	
	PAP 11570 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	500	115	120	70	
120	PAP 12060 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	447	120	125	60	
	PAP 120100 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	745	120	125	100	
125	PAP 125100 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	776	125	130	100	
130	PAP 13060 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	484	130	135	60	
	PAP 130100 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	806	130	135	100	
135	PAP 13560 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	502	135	140	60	
	PAP 13580 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	669	135	140	80	
140	PAP 14060 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	520	140	145	60	
	PAP 140100 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	867	140	145	100	
150	PAP 15060 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	557	150	155	60	
	PAP 15080 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	742	150	155	80	
	PAP 150100 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	928	150	155	100	
160	PAP 16080 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	791	160	165	80	
	PAP 160100 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	989	160	165	100	
P180	PAP 180100 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	1110	P180	185	100	
200	PAP 200100 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	1232	200	205	100	
220	PAP 220100 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	1354	220	225	100	
250	PAP 250100 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	1536	250	255	100	
300	PAP 300100 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	1840	300	305	100	

\* Su richiesta

\*\* In esaurimento

## 10.1.2 SERIE P11 CON DORSO DI BRONZO

Tolleranza di montaggio consigliata:

Albero		Foro della scatola
$5 \leq d_w < 80$	f7	H7
$80 \leq d_w$	h8	

Giochi cuscinetto, spessori parete e tolleranze smusso, vedi capitolo 8 “Configurazione costruttiva del punto di supporto”, paragrafo “Gioco teorico del cuscinetto”.

Boccole in dimensioni speciali su richiesta (capitolo 10.8).

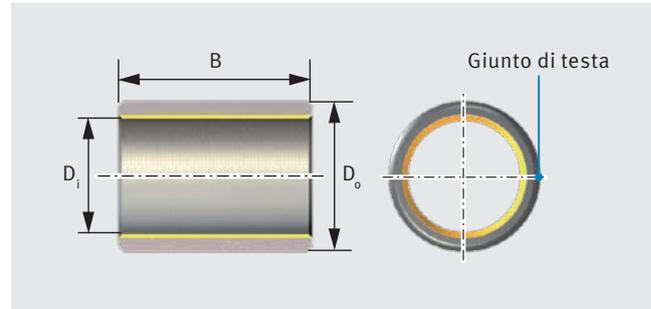


Tabella dimensionale (dimensioni in mm)					
Diametro dell'albero	Denominazione di ordinazione P11	Massa g	Dimensioni		
			D <sub>i</sub>	D <sub>o</sub>	B ±0,25
4	PAP 0406 P11	0,8	4	6	6
5	PAP 0505 P11	0,8	5	7	5
6	PAP 0606 P11	1,1	6	8	6
	PAP 0610 P11	1,8	6	8	10
8	PAP 0808 P11	1,9	8	10	8
	PAP 0810 P11	2,3	8	10	10
	PAP 0812 P11	2,8	8	10	12
10	PAP 1005 P11	1,4	10	12	5
	PAP 1010 P11	2,8	10	12	10
	PAP 1015 P11	4,2	10	12	15
	PAP 1020 P11	5,7	10	12	20
12	PAP 1210 P11	3,3	12	14	10
	PAP 1212 P11	4	12	14	12
	PAP 1215 P11	5,1	12	14	15
	PAP 1220 P11	6,7	12	14	20
	PAP 1225 P11	8,4	12	14	25
14	PAP 1415 P11	5,8	14	16	15
15	PAP 1515 P11	6,2	15	17	15
	PAP 1525 P11	10,3	15	17	25
16	PAP 1615 P11	6,6	16	18	15
	PAP 1625 P11	11	16	18	25
18	PAP 1815 P11	7,4	18	20	15
	PAP 1825 P11	12,3	18	20	25
20	PAP 2015 P11	12,8	20	23	15
	PAP 2020 P11	17	20	23	20
	PAP 2025 P11	21,3	20	23	25
	PAP 2030 P11	25,5	20	23	30
22	PAP 2215 P11	14	22	25	15
	PAP 2220 P11	18,6	22	25	20
	PAP 2225 P11	23,3	22	25	25
24	PAP2430 P11	30,3	24	27	30
25	PAP 2525 P11	26,2	25	28	25
	PAP 2530 P11	31,5	25	28	30
28	PAP 2830 P11	47,9	28	32	30

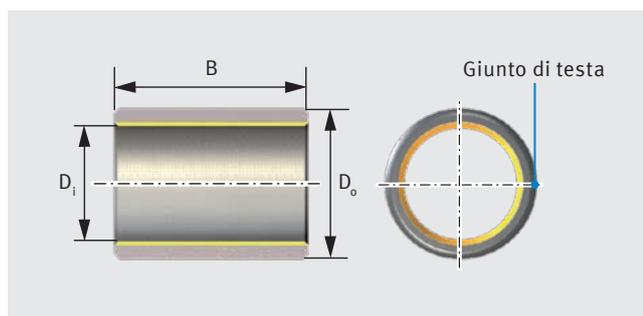
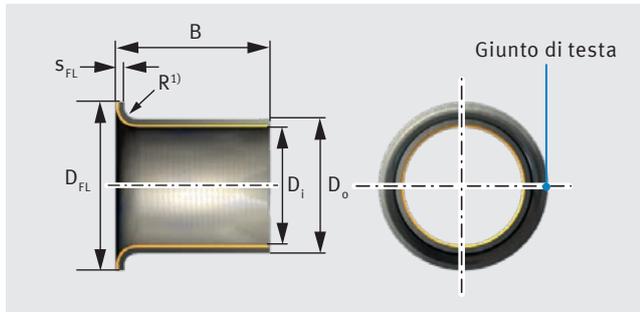


Tabella dimensionale – seguito (dimensioni in mm)					
Diametro dell'albero	Denominazione di ordinazione P11	Massa g	Dimensioni		
			$D_i$	$D_o$	$B \pm 0,25$
30	PAP 3020 P11	34,1	30	34	20
	PAP 3030 P11	51,1	30	34	30
	PAP 3040 P11	68,2	30	34	40
35	PAP 3520 P11	39,4	35	39	20
	PAP 3530 P11	59,1	35	39	30
40	PAP 4050 P11	112	40	44	50
45	PAP 4550 P11	159	45	50	50
50	PAP 5030 P11	105	50	55	30
	PAP 5040 P11	140	50	55	40
	PAP 5060 P11	211	50	55	60
55	PAP 5540 P11	154	55	60	40
60	PAP 6040 P11	167	60	65	40
	PAP 6050 P11	209	60	65	50
	PAP 6060 P11	251	60	65	60
	PAP 6070 P11	293	60	65	70
70	PAP 7050 P11	242	70	75	50
	PAP 7070 P11	339	70	75	70
80	PAP 8060 P11	331	80	85	60
	PAP 80100 P11	552	80	85	100
90	PAP 9060 P11	371	90	95	60
	PAP 90100 P11	619	90	95	100
100	PAP 10060 P11	411	100	105	60
	PAP 100115 P11	788	100	105	115

## 10.2 BOCCOLE FLANGIATE PERMAGLIDE®, ESENTI DA MANUTENZIONE

### 10.2.1 SERIE P10, P14\*\*, P147\*, P180 CON DORSO DI ACCIAIO



<sup>1)</sup> Diametro interno $D_i$	Raggio R
$\leq 8$ mm	-0,5 mm
$> 8$ mm	$\pm 0,5$ mm
	$R = s_3$

Boccole flangiate in dimensioni speciali su richiesta (capitolo 10.8).

Tabella dimensionale (dimensioni in mm)								
Diametro dell'albero	Denominazione di ordinazione P10, P14**, P147*, P180	Massa g	Dimensioni					
			$D_i$	$D_o$	$D_{FL} \pm 0,5$	$B \pm 0,25$	$s_{FL} - 0,2$	
6	PAF 06040 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	0,9	6	8	12	4	1	
	PAF 06070 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	1,4	6	8	12	7	1	
	PAF 06080 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	1,6	6	8	12	8	1	
8	PAF 08055 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	1,7	8	10	15	5,5	1	
	PAF 08075 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	2,1	8	10	15	7,5	1	
	PAF 08095 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	2,5	8	10	15	9,5	1	
10	PAF 10070 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	2,5	10	12	18	7	1	
	PAF 10090 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	3	10	12	18	9	1	
	PAF 10120 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	3,8	10	12	18	12	1	
	PAF 10170 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	5	10	12	18	17	1	
12	PAF 12070 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	3	12	14	20	7	1	
	PAF 12090 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	3,6	12	14	20	9	1	
	PAF 12120 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	4,5	12	14	20	12	1	
	PAF 12170 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	5,9	12	14	20	17	1	
14	PAF 14120 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	5,1	14	16	22	12	1	
	PAF 14170 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	6,9	14	16	22	17	1	
15	PAF 15090 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	4,4	15	17	23	9	1	
	PAF 15120 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	5,5	15	17	23	12	1	
	PAF 15170 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	7,3	15	17	23	17	1	
16	PAF 16120 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	5,8	16	18	24	12	1	
	PAF 16170 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	7,8	16	18	24	17	1	
18	PAF 18120 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	6,5	18	20	26	12	1	
	PAF 18170 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	8,7	18	20	26	17	1	
	PAF 18220 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	10,9	18	20	26	22	1	
20	PAF 20115 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	11,4	20	23	30	11,5	1,5	
	PAF 20165 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	15,1	20	23	30	16,5	1,5	
	PAF 20215 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	18,9	20	23	30	21,5	1,5	
25	PAF 25115 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	14	25	28	35	11,5	1,5	
	PAF 25165 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	18,6	25	28	35	16,5	1,5	
	PAF 25215 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	23,5	25	28	35	21,5	1,5	
30	PAF 30160 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	30,5	30	34	42	16	2	
	PAF 30260 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	45,5	30	34	42	26	2	
35	PAF 35160 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	35	35	39	47	16	2	
	PAF 35260 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	53	35	39	47	26	2	
40	PAF 40260 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	61	40	44	53	26	2	

\* Su richiesta  
\*\* In esaurimento

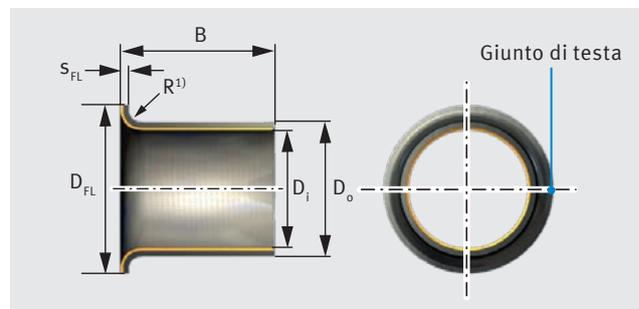
## 10.2.2 SERIE P11 CON DORSO DI BRONZO

Tolleranza di montaggio consigliata:

Albero	Foro della scatola
f7	H7

Giochi cuscinetto, spessori parete e tolleranze smusso, vedi capitolo 8 “Configurazione costruttiva del punto di supporto”, paragrafo “Gioco teorico del cuscinetto”.

Boccole flangiate in dimensioni speciali su richiesta (capitolo 10.8).



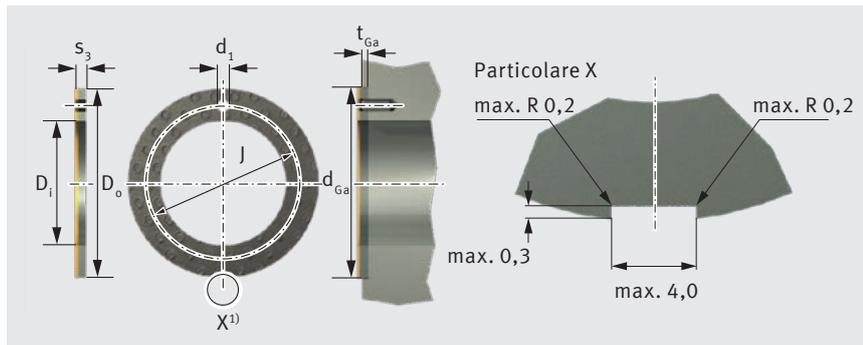
<sup>1)</sup> Diametro interno $D_i$	Raggio R
$\leq 8$ mm	-0,5 mm
$> 8$ mm	$\pm 0,5$ mm
	$R = s_3$

Tabella dimensionale (dimensioni in mm)							
Diametro dell'albero	Denominazione di ordinazione P11	Massa g	Dimensioni				
			$D_i$	$D_o$	$D_{FL} \pm 0,5$	$B \pm 0,25$	$s_{FL} - 0,2$
6	PAF 06080 P11	1,8	6	8	12	8	1
8	PAF 08055 P11	1,8	8	10	15	5,5	1
	PAF 08095 P11	2,7	8	10	15	9,5	1
10	PAF 10070 P11	2,7	10	12	18	7	1
	PAF 10120 P11	4,1	10	12	18	12	1
	PAF 10170 P11	5,5	10	12	18	17	1
12	PAF 12070 P11	3,2	12	14	20	7	1
	PAF 12090 P11	3,9	12	14	20	9	1
	PAF 12120 P11	4,9	12	14	20	12	1
15	PAF 15120 P11	6	15	17	23	12	1
	PAF 15170 P11	8	15	17	23	17	1
16	PAF 16120 P11	6,3	16	18	24	12	1
18	PAF 18100 P11	6,1	18	20	26	10	1
	PAF 18220 P11	11,8	18	20	26	22	1
20	PAF 20115 P11	12,4	20	23	30	11,5	1,5
	PAF 20165 P11	16,6	20	23	30	16,5	1,5
25	PAF 25215 P11	25,5	25	28	35	21,5	1,5
30	PAF 30160 P11	33,5	30	34	42	16	2
	PAF 30260 P11	50	30	34	42	26	2
35	PAF 35260 P11	58	35	39	47	26	2
40	PAF 40260 P11	67	40	44	53	26	2

## 10.3 ROSETTE DI SPALLAMENTO PERMAGLIDE®, ESENTI DA MANUTENZIONE

### 10.3.1 SERIE P10, P14\*\*, P147\*, P180 CON DORSO DI ACCIAIO E SERIE P11 CON DORSO DI BRONZO

Rosette di spallamento in dimensioni speciali su richiesta (capitolo 10.8).



<sup>1)</sup> al massimo 4 sottosquadri sul diametro esterno, posizione a scelta

Tabella dimensionale (dimensioni in mm)									
Denominazione di ordinazione P10, P11, P14**, P147*, P180	Massa g	Dimensioni					Quote di attacco		
		$D_i +0,25$	$D_o -0,25$	$s_3 -0,05$	$J \pm 0,12$	$d_1 +0,4 +0,1$	$t_{Ga} \pm 0,2$	$d_{Ga} +0,12$	
PAW 10 ... P10/... P11/... P14**/... P147*/... P180	2,7	10	20	1,5	15	1,5	1	20	
PAW 12 ... P10/... P11/... P14**/... P147*/... P180	3,9	12	24	1,5	18	1,5	1	24	
PAW 14 ... P10/... P11/... P14**/... P147*/... P180	4,3	14	26	1,5	20	2	1	26	
PAW 16 ... P10/... P11/... P14**/... P147*/... P180	5,8	16	30	1,5	22	2	1	30	
PAW 18 ... P10/... P11/... P14**/... P147*/... P180	6,3	18	32	1,5	25	2	1	32	
PAW 20 ... P10/... P11/... P14**/... P147*/... P180	8,1	20	36	1,5	28	3	1	36	
PAW 22 ... P10/... P11/... P14**/... P147*/... P180	8,7	22	38	1,5	30	3	1	38	
PAW 26 ... P10/... P11/... P14**/... P147*/... P180	11,4	26	44	1,5	35	3	1	44	
PAW 28 ... P10/... P11/... P14**/... P147*/... P180	13,7	28	48	1,5	38	4	1	48	
PAW 32 ... P10/... P11/... P14**/... P147*/... P180	17,1	32	54	1,5	43	4	1	54	
PAW 38 ... P10/... P11/... P14**/... P147*/... P180	21,5	38	62	1,5	50	4	1	62	
PAW 42 ... P10/... P11/... P14**/... P147*/... P180	23,5	42	66	1,5	54	4	1	66	
PAW 48 ... P10/... P11/... P14**/... P147*/... P180	38,5	48	74	2	61	4	1,5	74	
PAW 52 ... P10/... P11/... P14**/... P147*/... P180	41	52	78	2	65	4	1,5	78	
PAW 62 ... P10/... P11/... P14**/... P147*/... P180	52	62	90	2	76	4	1,5	90	

\* Su richiesta

\*\* In esaurimento

## 10.4 STRISCE PERMAGLIDE®, ESENTI DA MANUTENZIONE

### 10.4.1 SERIE P10, P14\*\*, P147\*, P180 CON DORSO DI ACCIAIO – SERIE P11 CON DORSO DI BRONZO

Strisce in dimensioni speciali su richiesta (capitolo 10.8).

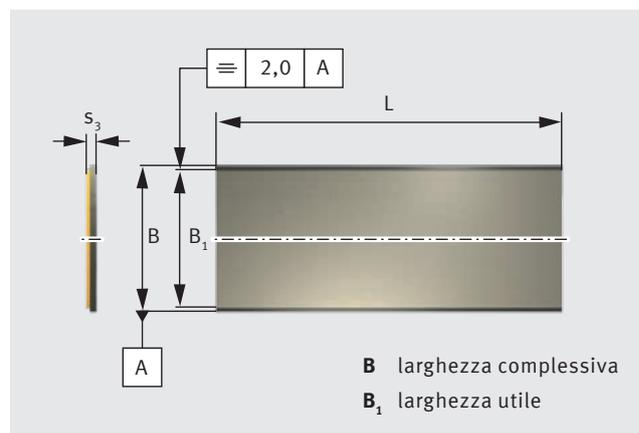


Tabella dimensionale (dimensioni in mm)					
Denominazione di ordinazione	Massa	Dimensioni			
P10, P14**, P147*, P180	g	s <sub>3</sub>	B	B <sub>1</sub>	L
PAS 05180 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	330	-0,04	+1,5		+3
PAS 07250 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	703	0,75	250	238	500
PAS 10250 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	948	1	250	238	500
PAS 15250 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	1439	1,5	250	238	500
PAS 20250 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	1930	2	250	238	500
PAS 25250 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	2420	2,5	250	238	500
PAS 30250 ... P10/... P14**/... P147*/... P180	2970	3,06	250	238	500

Tabella dimensionale (dimensioni in mm)					
Denominazione di ordinazione	Massa	Dimensioni			
P11	g	s <sub>3</sub>	B	B <sub>1</sub>	L
PAS 10160 P11	658	-0,04	+1,5		+3
PAS 15180 P11	1132	1	160	148	500
PAS 20180 P11	1523	1,5	P180	168	500
PAS 25180 P11	1915	2	P180	168	500
		2,5	P180	168	500

\* Su richiesta  
\*\* In esaurimento

## 10.5 BOCCOLE PERMAGLIDE®, A MANUTENZIONE RIDOTTA

### 10.5.1 SERIE P20\*\*, P200

Tolleranza di montaggio consigliata:

Albero	Foro della scatola
h8	H7

Giochi cuscinetto, spessori parete e tolleranze smusso, vedi capitolo 8 “Configurazione costruttiva del punto di supporto”, paragrafo “Gioco teorico del cuscinetto”.

È ammessa la deformazione del foro di lubrificazione in seguito alla curvatura.

Boccole P22, P23, P202 e P203 su richiesta. Boccole in dimensioni speciali su richiesta (capitolo 10.8).

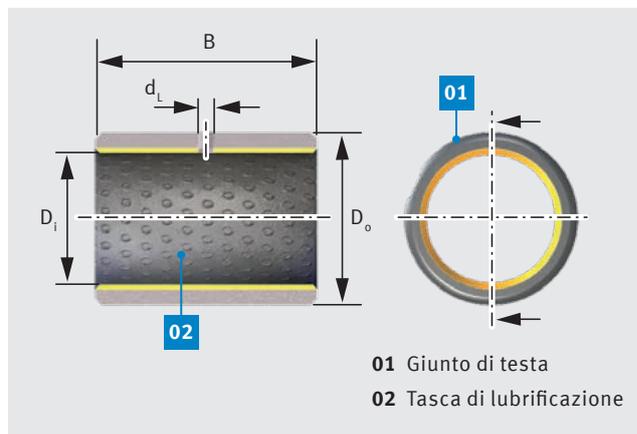


Tabella dimensionale (dimensioni in mm)							
Diametro dell'albero	Denominazione di ordinazione P20**, P200	Masse g	Dimensioni				
			D <sub>i</sub>	D <sub>o</sub>	B ±0,25	d <sub>L</sub>	
8	PAP 0808 ... P20**/... P200	1,6	8	10	8	- <sup>1)</sup>	
	PAP 0810 ... P20**/... P200	2	8	10	10	- <sup>1)</sup>	
	PAP 0812 ... P20**/... P200	2,4	8	10	12	- <sup>1)</sup>	
10	PAP 1008 ... P20**/... P200	2	10	12	8	- <sup>1)</sup>	
	PAP 1010 ... P20**/... P200	2,4	10	12	10	3	
	PAP 1015 ... P20**/... P200	3,7	10	12	15	3	
12	PAP 1210 ... P20**/... P200	2,9	12	14	10	3	
	PAP 1212 ... P20**/... P200	3,5	12	14	12	3	
	PAP 1215 ... P20**/... P200	4,4	12	14	15	3	
	PAP 1220 ... P20**/... P200	5,9	12	14	20	3	
14	PAP 1420 ... P20**/... P200	6,8	14	16	20	3	
15	PAP 1510 ... P20**/... P200	3,6	15	17	10	3	
	PAP 1515 ... P20**/... P200	5,4	15	17	15	3	
	PAP 1525 ... P20**/... P200	9	15	17	25	3	
16	PAP 1612 ... P20**/... P200	4,6	16	18	12	3	
	PAP 1615 ... P20**/... P200	5,7	16	18	15	3	
	PAP 1620 ... P20**/... P200	7,7	16	18	20	3	
18	PAP 1815 ... P20**/... P200	6,4	18	20	15	3	
	PAP 1820 ... P20**/... P200	8,6	18	20	20	3	
20	PAP 2015 ... P20**/... P200	11,2	20	23	15	3	
	PAP 2020 ... P20**/... P200	15	20	23	20	3	
	PAP 2025 ... P20**/... P200	18,8	20	23	25	3	
	PAP 2030 ... P20**/... P200	23,1	20	23	30	3	
22	PAP 2220 ... P20**/... P200	16,4	22	25	20	3	

<sup>1)</sup> nessun foro di lubrificazione  
\*\* In esaurimento

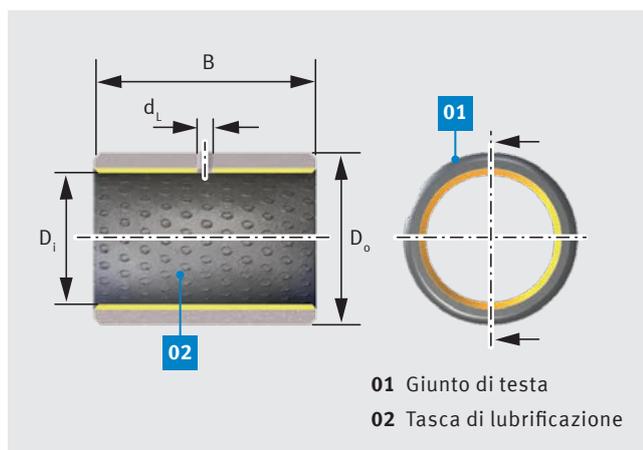


Tabella dimensionale – seguito (dimensioni in mm)						
Diametro dell'albero	Denominazione di ordinazione P20**, P200	Massa g	Dimensioni			
			D <sub>i</sub>	D <sub>o</sub>	B ±0,25	d <sub>l</sub>
25	PAP 2515 ... P20**/... P200	13,9	25	28	15	4
	PAP 2520 ... P20**/... P200	18,5	25	28	20	4
	PAP 2525 ... P20**/... P200	23,1	25	28	25	4
	PAP 2530 ... P20**/... P200	27,8	25	28	30	4
28	PAP 2830 ... P20**/... P200	42,6	28	32	30	4
30	PAP 3020 ... P20**/... P200	30,3	30	34	20	4
	PAP 3025 ... P20**/... P200	37,8	30	34	25	4
	PAP 3030 ... P20**/... P200	45,4	30	34	30	4
	PAP 3040 ... P20**/... P200	60,6	30	34	40	4
32	PAP 3230 ... P20**/... P200	48,2	32	36	30	4
35	PAP 3520 ... P20**/... P200	35	35	39	20	4
	PAP 3530 ... P20**/... P200	52,5	35	39	30	4
	PAP 3550 ... P20**/... P200	87,5	35	39	50	4
40	PAP 4020 ... P20**/... P200	39,7	40	44	20	4
	PAP 4030 ... P20**/... P200	59,6	40	44	30	4
	PAP 4040 ... P20**/... P200	79,5	40	44	40	4
	PAP 4050 ... P20**/... P200	99,3	40	44	50	4
45	PAP 4540 ... P20**/... P200	113	45	50	40	5
	PAP 4550 ... P20**/... P200	142	45	50	50	5
50	PAP 5025 ... P20**/... P200	78	50	55	25	5
	PAP 5040 ... P20**/... P200	125	50	55	40	5
	PAP 5060 ... P20**/... P200	188	50	55	60	5
55	PAP 5540 ... P20**/... P200	137	55	60	40	5
60	PAP 6030 ... P20**/... P200	112	60	65	30	6
	PAP 6040 ... P20**/... P200	142	60	65	40	6
	PAP 6060 ... P20**/... P200	224	60	65	60	6
	PAP 6070 ... P20**/... P200	254	60	65	70	6
70	PAP 7040 ... P20**/... P200	173	70	75	40	6
	PAP 7050 ... P20**/... P200	216	70	75	50	6
	PAP 7070 ... P20**/... P200	303	70	75	70	6
75	PAP 7540 ... P20**/... P200	185	75	80	40	6
	PAP 7580 ... P20**/... P200	370	75	80	80	6
80	PAP 8040 ... P20**/... P200	197	80	85	40	6
	PAP 8055 ... P20**/... P200	271	80	85	55	6
	PAP 8060 ... P20**/... P200	295	80	85	60	6
	PAP 8080 ... P20**/... P200	394	80	85	80	6
90	PAP 9060 ... P20**/... P200	331	90	95	60	6
100	PAP 10050 ... P20**/... P200	305	100	105	50	8
	PAP 10060 ... P20**/... P200	366	100	105	60	8

## 10.6 ROSETTE DI SPALLAMENTO PERMAGLIDE®, A MANUTENZIONE RIDOTTA

### 10.6.1 SERIE P20\*\*, P200

Rosette di spallamento in P22, P23, P202 e P203 su richiesta.

Rosette di spallamento in dimensioni speciali su richiesta (vedi capitolo 10.8).

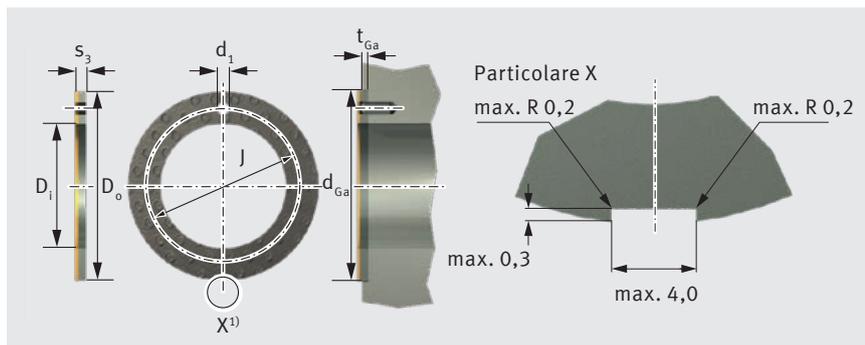


Tabella dimensionale (dimensioni in mm)									
Denominazione di ordinazione P20**, P200	Massa g	Dimensioni					Quote di attacco		
		Di +0,25	Do -0,25	s3 -0,05	J ±0,12	d1 +0,4 +0,1	tGa ±0,2	dGa +0,12	
PAW 12 ... P20**/... P200	3,8	12	24	1,5	18	1,5	1	24	
PAW 14 ... P20**/... P200	4,2	14	26	1,5	20	2	1	26	
PAW 18 ... P20**/... P200	6,1	18	32	1,5	25	2	1	32	
PAW 20 ... P20**/... P200	7,8	20	36	1,5	28	3	1	36	
PAW 22 ... P20**/... P200	8,4	22	38	1,5	30	3	1	38	
PAW 26 ... P20**/... P200	11	26	44	1,5	35	3	1	44	
PAW 28 ... P20**/... P200	13,3	28	48	1,5	38	4	1	48	
PAW 32 ... P20**/... P200	16,5	32	54	1,5	43	4	1	54	
PAW 38 ... P20**/... P200	21	38	62	1,5	50	4	1	62	
PAW 42 ... P20**/... P200	22,5	42	66	1,5	54	4	1	66	
PAW 48 ... P20**/... P200	37,5	48	74	2	61	4	1,5	74	
PAW 52 ... P20**/... P200	40	52	78	2	65	4	1,5	78	

<sup>1)</sup> al massimo 4 sottosquadri sul diametro esterno, posizione a scelta

\*\* In esaurimento

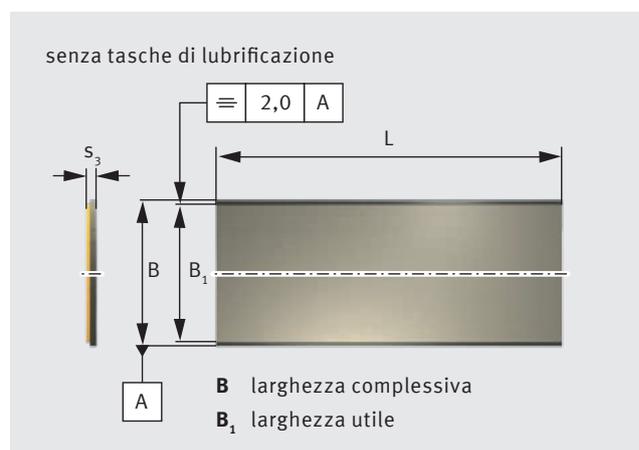
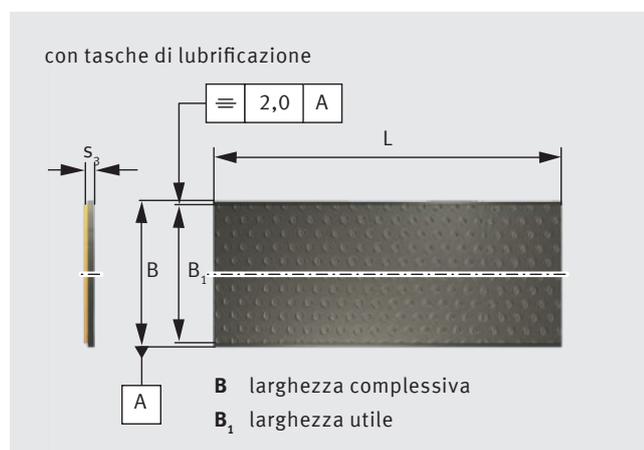
## 10.7 STRISCE PERMAGLIDE®, A MANUTENZIONE RIDOTTA

### 10.7.1 SERIE P20\*\*, P200

- P20 con tasca di lubrificazione, pronto per il montaggio  
 P22 senza tasca di lubrificazione, con sovrametallo <sup>1)</sup>  
 P23 senza tasca di lubrificazione, pronto per il montaggio  
 P200 con tasca di lubrificazione, pronto per il montaggio  
 P202 senza tasca di lubrificazione, con sovrametallo <sup>1)</sup>  
 P203 senza tasca di lubrificazione, pronto per il montaggio

Strisce P22, P23, P200, P202 e P203 su richiesta.

Strisce in dimensioni speciali su richiesta (capitolo 10.8).



**Tabella dimensionale (dimensioni in mm)**

Denominazione di ordinazione P20**, P200, P23, P203	Massa g	Dimensioni			
		$s_3$	B	$B_1$	L
		-0,04	+1,5		+3
PAS 10180 ... P20/... P200/... P23/... P203	640	0,99	180	168	500
PAS 15180 ... P20/... P200/... P23/... P203	986	1,48	180	168	500
PAS 20180 ... P20/... P200/... P23/... P203	1332	1,97	180	168	500
PAS 25180 ... P20/... P200/... P23/... P203	1678	2,46	180	168	500

**Tabella dimensionale (dimensioni in mm)**

Denominazione di ordinazione P22, P202	Massa g	Dimensioni			
		$s_3$	B	$B_1$	L
		-0,04	+1,5		+3
PAS 10180 ... P22/... P202	988	1,11	180	168	500
PAS 15180 ... P22/... P202	1375	1,61	180	168	500
PAS 20180 ... P22/... P202	1833	2,11	180	168	500
PAS 25180 ... P22/... P202	2279	2,63	180	168	500

Fornitura su richiesta.

<sup>1)</sup> Sovrametallo: 0,15 mm.

\*\* In esaurimento

## 10.8 CUSCINETTI A STRISCIAMENTO PERMAGLIDE® FABBRICAZIONE SPECIALE IN BASE ALLE SPECIFICHE DEL CLIENTE

Realizziamo cuscinetti a strisciamento Permaglidle® con larghezza o diametro personalizzati, nonché fabbricazioni speciali con fori di lubrificazione o scanalature interne.

- Le fabbricazioni speciali sono disponibili in tutti i materiali standard: P10/P11/P14/P147/P180, P20/P22/P23/P200/P202/P203
- Materiali speciali su richiesta
- La fabbricazione avviene in base ai massimi standard qualitativi con tolleranze a norma DIN ISO 3547.

- Approfittate del nostro vasto know-how nei materiali e nelle procedure di fabbricazione dei cuscinetti a strisciamento Permaglidle®.



Il nostro team addetto alle vendite sarà lieto di fornirvi consulenza sulle fabbricazioni speciali e su soluzioni individuali per la vostra applicazione.

Possibili specifiche	Fabbricazione speciale cuscinetti a strisciamento	Lavorazione
	Larghezza e diametro personalizzati, da 8 a 160 mm.	Versioni più corte o pezzi di cuscinetti a strisciamento standard (boccole a strisciamento e collari della canna)
	Diametro personalizzato, dimensioni intermedie a scelta con diametro da 80 a 650 mm.	Rullatura lamiera dei cuscinetti a strisciamento.
	Cuscinetti a strisciamento con intagli come ad es. <ul style="list-style-type: none"> <li>• fori tondi</li> <li>• fori lunghi</li> <li>• fori di lubrificazione</li> <li>• scanalature interne</li> <li>• etc.</li> </ul>	Fresatura di cuscinetti a strisciamento standard o fabbricazioni speciali, fabbricazione in base ai vostri disegni.
	Misure del collare personalizzato, spessore delle pareti personalizzato, forme speciali. A seconda dei requisiti è possibile realizzare la boccola anche in materiali diversi e utilizzare la parte cilindrica della boccola flangiata.	Boccole flangiate saldate.
	Forme e dimensioni personalizzate, contorni filigranati, parti piegate, semicuscinetti, elementi di strisciamento sferici e componenti specifici del cliente.	Taglio di precisione e lavorazione della lamiera.
	Forme speciali con fori di fissaggio, incavi, forme e elementi di strisciamento personalizzati.	Taglio di sezioni, foratura e svasatura, roditura o punzonatura di elementi sagomati deformazione tramite piegatura, bordatura e termoformatura.

# 11 METODI DI PROVA

## 11.1 PROVA DI BOCCOLE RULLATE

A differenza di un elemento tubolare cilindrico una boccola rullata viene realizzata tramite deformazione partendo da una sezione piana di materiale. Essa dispone pertanto di un giunto di testa che in condizione libera può essere aperto. La boccola rullata ottiene un giunto di testa chiuso e la necessaria precisione dimensionale e di forma solo dopo il piantaggio nella scatola cuscinetto. Prima del montaggio il diametro esterno  $D_o$  e il diametro interno  $D_i$  di boccole rullate possono essere determinati solo con l'ausilio di speciali metodi e dispositivi di prova.

### Diametro esterno della boccola $D_o$

Prova A, DIN ISO 3547 parte 2

Qui la boccola rullata viene inserita con il giunto di testa rivolto verso l'alto in un alloggiamento di prova composto da due pezzi con diametro di misura definito  $d_{ch}$ . L'alloggiamento di prova viene sottoposto ad una forza di prova di  $F_{ch}$ . La distanza  $z$  tra i semistampi varia sotto l'effetto della forza di prova. In base al valore di misurazione  $\Delta z$  viene quindi calcolato il diametro della boccola  $D_o$ .

Prova D, DIN ISO 3547 parte 2

Le boccole rullate con un diametro esterno  $D_o > 180$  mm vengono controllate per mezzo di un metro a nastro di precisione. Il metro a nastro viene applicato intorno al centro della boccola applicando una trazione tale che il giunto di testa risulta chiuso. Il valore di misura della circonferenza  $\Delta z$  mostra la differenza tra il mandrino per messa a punto e la boccola. In base a questo dato viene calcolato il diametro esterno della boccola  $D_o$ .

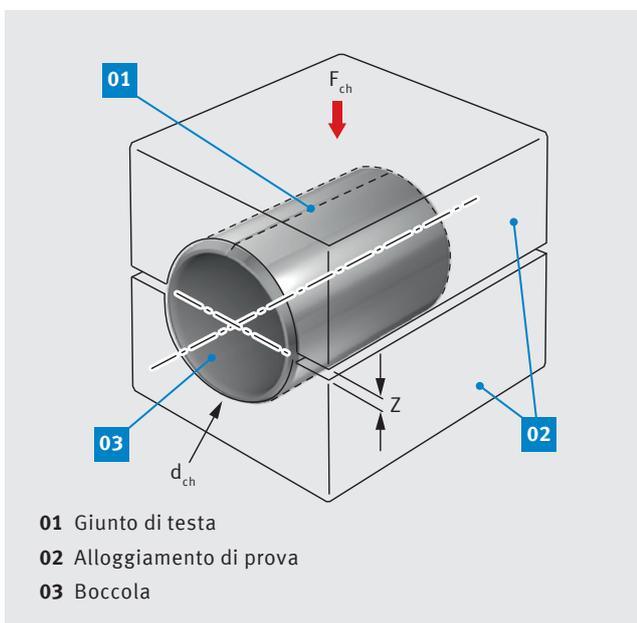


Fig. 65: Verifica diametro esterno della boccola  $D_o$ .

### Diametro interno della boccola $D_i$

Prova C con calibro, DIN ISO 3547 parte 2

La boccola rullata viene piantata in un calibro ad anello il cui diametro di prova è definito conformemente a DIN ISO 3547 parte 1, tab. 14. Il diametro interno della boccola  $D_i$  viene controllato mediante calibro a tampone passa/non passa o tastatore di misura a 3 punti.

### Controllo dello spessore parete di una boccola rullata (in seguito ad accordo)

Il controllo dello spessore parete è definito nella norma DIN ISO 12036. Lo spessore parete della boccola  $s_3$  viene controllato, in funzione della larghezza boccola  $B$ , su una, due o tre linee di misura. In seguito ad apposito accordo il controllo può essere eseguito conformemente alla norma citata.

#### ⚠ ATTENZIONE

Lo spessore parete  $s_3$  e il diametro interno della boccola non devono essere indicati contemporaneamente come quote di controllo.

#### 👉 AVVERTENZA

Le indicazioni sulla prova di boccole rullate descrivono i più importanti procedimenti in forma generica. Tali indicazioni hanno semplice scopo informativo. Il procedimento esatto è definito nelle corrispondenti norme attuali. Tali norme trovano applicazione esclusivamente per la determinazione della qualità dimensionale e funzionale di boccole rullate.

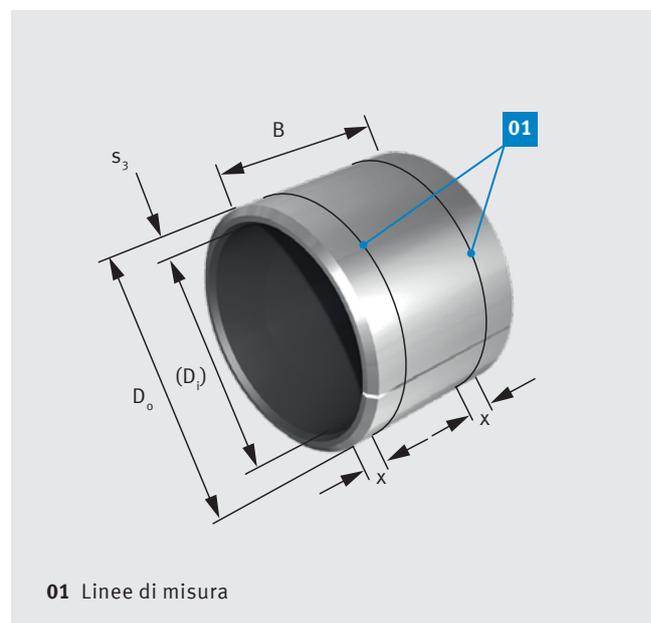


Fig. 66: Linee di misura per il controllo dello spessore parete (esempio)

## 11.2 LAVORAZIONE DELLO STRATO DI STRISCIAMENTO

Lo strato di strisciamento di Permaglidle® P22 e P202 dispone di un sovrametallo di circa 0,15 mm. Lo strato può quindi essere sottoposto a tornitura, trapanatura o alesatura con la finalità di:

- ottenere tolleranze di gioco minori
- compensare errori di allineamento

Tecniche collaudate sono la tornitura e la trapanatura con:

- taglio a secco
- velocità di taglio tra 100 e 150 m/min
- avanzamento di 0,05 mm/giro
- profondità di passata di al massimo 0,1 mm
- utensili in carburo metallico (fig. 67)

### **ATTENZIONE**

- Temperature di lavorazione che superano i 140 °C mettono a rischio la salute degli operatori.
- I trucioli di P22 contengono piombo. Il piombo nuoce alla salute.
- Le radiazioni luminose, ad es. luce UV, possono causare la decolorazione dello strato di strisciamento polimerico. Per proteggere la superficie occorre evitare l'irraggiamento solare diretto.
- Un'asportazione maggiore di materiale riduce la durata di utilizzo.

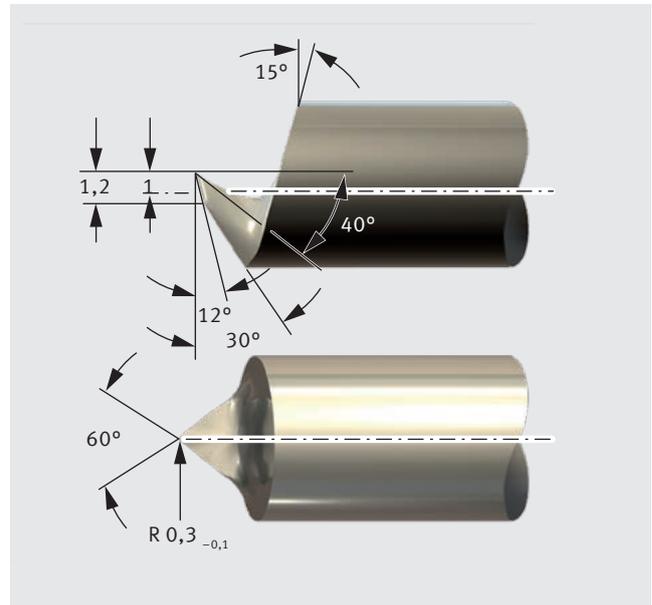


Fig. 67: Utensile da taglio per Permaglidle® P22 e P202

- La lavorazione non appropriata si ripercuote negativamente sulla durata di utilizzo e sulla capacità di carico.
- Dopo la lavorazione i componenti vanno puliti.

## QUESTIONI AMBIENTALI, SICUREZZA SUL LAVORO, BIBLIOGRAFIA

### STATO DI FORNITURA, CONSERVAZIONE

#### Stato di fornitura

- imballaggio in sacchetto di cartone oppure
- imballaggio in scatola di cartone.

#### Conservazione

I cuscinetti a strisciamento Permaglidle® dovrebbero essere conservati in:

- locali puliti e asciutti
- ad una temperatura quanto più possibile costante
- con un'umidità relativa dell'aria di al massimo 65%.

### **ATTENZIONE**

Tenere gli imballaggi possibilmente chiusi. Prelevare i cuscinetti a strisciamento Permaglidle® dal relativo imballaggio originale solo immediatamente prima del montaggio.

### QUESTIONI AMBIENTALI, SICUREZZA SUL LAVORO

Nel proprio interesse dovrebbero essere rispettate le disposizioni di legge vigenti ed eventuali regolamentazioni di altro tipo riguardanti

- la tutela ambientale
- la sicurezza sul lavoro e argomenti simili.

### BIBLIOGRAFIA

- /1/ Damm, Höne, Reinicke, Skiadas: Gleitlager im Automobil. (Cuscinetti a strisciamento nell'automobile) Editore Moderne Industrie, volume 322, 2009
- /2/ Berger: Untersuchungen an wartungsfreien Verbundgleitlagern (Analisi su cuscinetti a strisciamento in materiale composito esenti da manutenzione). Editore: Shaker Verlag, Aachen, 2000

#### Altre opere:

- Broichhausen: Schadenskunde, Analyse und Vermeidung von Schäden. (Studio, analisi e prevenzione dei danni) Editore: Hanser Verlag, München, Wien, 1985
- Stork: Lebensdauervorhersage wartungsfreier, dynamisch belasteter Verbundgleitlager mit Hilfe neuronaler Netze (Previsione della durata utile di cuscinetti a strisciamento in materiale composito esenti da manutenzione e soggetti a carico dinamico con l'aiuto di reti neurali) Editore: Shaker Verlag, Aachen, 2003

**1. Ambito di validità**

- 1.1** Valgono esclusivamente le Condizioni di vendita e di consegna di MS Motorservice Deutschland GmbH (di seguito denominata "Venditore"). Condizioni dell'Acquirente contrapposte o diverse dalle presenti Condizioni di vendita e di consegna non saranno riconosciute come valide a meno che il Venditore non ne abbia espressamente autorizzato per iscritto la validità. Le presenti Condizioni di vendita e di consegna sono valide anche qualora il Venditore esegua la consegna all'Acquirente senza riserve pur essendo a conoscenza di condizioni dell'Acquirente contrapposte o diverse dalle proprie Condizioni commerciali e di consegna.
- 1.2** Le Condizioni di vendita e di consegna sono valide anche per tutte le operazioni commerciali future intrattenute con l'Acquirente. L'Acquirente riconosce e accetta le presenti Condizioni di vendita e di consegna inoltrando l'ordine, al più tardi con l'accettazione della merce.
- 1.3** Le presenti Condizioni di vendita e di consegna sono valide solo nei confronti di imprenditori.

**2. Offerta e conferma d'ordine**

- 2.1** Le offerte del Venditore sono sempre da considerarsi non vincolanti. Un ordine dell'Acquirente, classificabile come offerta in termini legali, viene considerato accettato solo nel momento in cui viene confermato per iscritto dal Venditore entro un periodo di quattro settimane. Il contratto sarà perfezionato al più tardi con l'invio della merce ordinata o della prima fornitura in caso di consegne parziali.
- 2.2** Modifiche o altri accordi saranno vincolanti unicamente qualora vengano confermati per iscritto dal Venditore.
- 2.3** Se l'Acquirente esige preventivi di spesa individuali, questi saranno passibili di compenso. L'obbligo di compenso per il preventivo di spesa resta salvo anche qualora l'efficacia del contratto stipulato venisse soppressa per un qualsiasi motivo giuridico.
- 2.4** La documentazione, i disegni, i dati riguardanti pesi e dimensioni, i campioni ecc. contenuti nelle offerte sono informazioni approssimative e non rappresentano caratteristiche di configurazione. Il Venditore ha diritto a derogare alle descrizioni riportate nell'offerta purché dette deroghe non siano di natura fondamentale o essenziale e non limitino sostanzialmente lo scopo conforme al contratto.
- 2.5** Se le merci vengono prodotte in base a disegni specifici dell'Acquirente, saranno determinanti i disegni approntati dall'Acquirente e approvati dal Venditore. Deroghe ai disegni approvati dovranno essere concordate separatamente e qualsiasi spesa aggiuntiva da esse derivante dovrà essere rimborsata al Venditore.

**3. Diritti di protezione**

- 3.1** Il Venditore si riserva i diritti di proprietà e d'autore su qualsiasi illustrazione, disegno, calcolo e altra documentazione che, quindi, non potranno essere utilizzati a scopi diversi da quelli indicati dal Venditore stesso né essere resi accessibili a terze persone senza previa autorizzazione scritta del Venditore. Ciò si applica soprattutto alla documentazione scritta definita dai termini "confidenziale", "segreta" o simili.
- 3.2** In caso di consegne eseguite sulla base di disegni o altri dati dell'Acquirente che ledono i diritti di protezione di terzi, nel rapporto interno l'Acquirente esonererà il Venditore da qualsiasi rivendicazione.
- 3.3** Il Venditore è responsabile di rivendicazioni derivanti, nonostante un utilizzo della merce conforme al contratto, dalla violazione di diritti di protezione e diritti di protezione depositati (diritti di protezione) di cui almeno uno appartenente alla famiglia di diritti di protezione sia stato pubblicato dall'Ufficio Brevetti Europeo o in uno degli Stati Repubblica Federale Tedesca, Francia, Gran Bretagna, Austria, Cina, Giappone o USA.

**4. Raccomandazioni, informazioni e precisazioni**

Raccomandazioni, informazioni e precisazioni non sono vincolanti purché non si riferiscano alla merce stessa. Sono esclusi i diritti al risarcimento, indipendentemente dal motivo giuridico, a meno che non derivino da dolo o colpa grave del Venditore.

**5. Prezzi**

- 5.1** Tutti i prezzi si intendono al netto e sono validi "franco fabbrica" ("EXW", Incoterms 2010) escluso l'imballaggio. Ai prezzi si dovrà aggiungere l'imposta legale sul valore aggiunto di volta in volta valida.
- 5.2** Il Venditore può addebitare all'Acquirente qualsiasi eccedenza di spesa derivante da richieste di modifica.
- 5.3** **In caso di eventi insorti dopo la stipula del contratto che causino l'aumento dei prezzi di costo del Venditore per l'acquisto, la produzione e/o la spedizione della merce, il Venditore avrà diritto ad aumentare i prezzi in misura corrispondente.**

**6. Condizioni di pagamento**

- 6.1** Le fatture devono essere pagate senza sconti entro 14 giorni dalla data della fattura. Uno sconto vale unicamente previo esplicito accordo scritto.
- 6.2** Il Venditore ha diritto ad imputare un pagamento dapprima al debito di volta in volta più vecchio non titolato, anche in caso di destinazione a finalità opposta da parte dell'Acquirente. Se sono già insorti costi o interessi, il Venditore ha diritto ad imputare pagamenti dapprima ai costi, poi agli interessi e infine alla prestazione principale.
- 6.3** L'Acquirente detiene il diritto alla compensazione unicamente se e quando le sue contropartite siano dichiarate aventi valore legale, incontestate o riconosciute per iscritto dal Venditore. Il diritto di ritenzione dell'Acquirente è limitato alle rivendicazioni derivanti dal rapporto contrattuale.
- 6.4** Il Venditore ha diritto ad esigere interessi di mora ad un tasso che è pari al tasso di interesse legale di volta in volta in vigore. Resta esplicitamente salvo il diritto a provare un danno di mora maggiore.

**7. Consegna / periodo di consegna / ritardo**

- 7.1** Le date e i periodi di consegna sono considerati vincolanti unicamente se sono stati espressamente promessi per iscritto dal Venditore. Il Venditore non è vincolato alla data o al periodo di consegna se l'Acquirente non ottempera tempestivamente ai suoi obblighi (pagamento di account, fornitura della necessaria documentazione ecc.). Con riserva di eccezione di inadempimento.
- 7.2** I periodi di consegna hanno inizio non prima del giorno in cui è stato stipulato il contratto per iscritto e sono state chiarite tutte le questioni di carattere tecnico.
- 7.3** In caso di richieste di modifica da parte dell'Acquirente, il Venditore è esonerato dall'osservanza della data o del periodo di consegna. In questo caso, le parti dovranno concordare una nuova data o un nuovo periodo di consegna.
- 7.4** Se non diversamente concordato, la data o il periodo di consegna sono da considerarsi osservati quando il Venditore ha consegnato la merce nel luogo concordato.
- 7.5** L'Acquirente non ha diritto ad alcuna rivendicazione per ritardi della consegna che non siano dovuti a dolo o colpa grave del Venditore. Ciò si applica soprattutto a ritardi della consegna dovuti a cause di forza maggiore, conflitti sindacali, agitazioni, provvedimenti delle autorità, mancate consegne da parte di subfornitori e altri eventi imprevedibili, inevitabili e gravi. In questi casi, la data o il periodo di consegna concordati saranno prorogati in misura corrispondente alla durata dell'ostacolo alla consegna. Il rimborso di lucro cessante e danni derivanti dall'interruzione della produzione è limitato al dolo.
- 7.6** In caso di mora di accettazione da parte dell'Acquirente o qualora quest'ultimo violi altri obblighi di collaborazione, il Venditore avrà diritto a esigere il rimborso del danno eventualmente insorto comprese tutte le eventuali spese supplementari. Il Venditore, inoltre, ha diritto ad imporre all'Acquirente un termine di accettazione ragionevole, scaduto il quale, senza esito, avrà diritto a recedere dal contratto nonché ad esigere il rimborso del danno invece della prestazione.
- 7.7** Forniture parziali sono ammesse in misura accettabile. Pertanto si escludono rivendicazioni dell'Acquirente per forniture parziali o forniture ritardate dell'ordinativo restante.

**8. Diritto di riservato dominio**

- 8.1** Il Venditore si riserva la proprietà di tutte le merci consegnate fino al percepimento di tutti i pagamenti derivanti dal rapporto di fornitura, anche degli obblighi futuri. In caso di comportamento contrario ai termini del contratto, in particolare in caso di ritardo dei pagamenti, il Venditore ha diritto a reclamare la restituzione della merce.
- 8.2** L'Acquirente è tenuto a trattare la merce consegnata con la dovuta cura e ad assicurarla a proprie spese per il valore a nuovo contro qualsiasi forma di perimento per tutta la durata del diritto di riservato dominio. Il Venditore resta autorizzato ad assicurare lui stesso la merce a spese dell'Acquirente.
- 8.3** In caso di pignoramenti o altri interventi di terze persone, l'Acquirente deve informarne immediatamente il Venditore per iscritto affinché quest'ultimo possa tentare opposizione di terzi o ricorrere ad altri mezzi legali. Se il terzo non rimborsa le spese giudiziali ed extragiudiziali da ciò derivanti, ne sarà responsabile l'Acquirente.
- 8.4** L'Acquirente ha diritto a rivendere la merce nell'andamento regolare degli affari; egli, tuttavia, cede già ora al Venditore tutti i crediti pari all'importo finale della fattura del credito (compresa l'imposta legale sul valore aggiunto) derivantigli dalla rivendita ai propri clienti o a terzi, indipendentemente dal fatto se la merce sia stata rivenduta prima o dopo una lavorazione. L'Acquirente continua ad avere diritto al recupero di questo credito anche dopo la consegna. Resta salva l'autorizzazione del Venditore a recuperare autonomamente il credito. Il Venditore, tuttavia, si impegna a non recuperare il credito fintanto che l'Acquirente soddisfa i propri obblighi di pagamento dei ricavati riscossi, non ritarda nei pagamenti e, soprattutto, non presenta domanda di apertura della procedura di insolvenza o non cessa di effettuare i pagamenti.

- 8.5** Se la merce consegnata viene indissolubilmente commista o unita ad altri oggetti non appartenenti al Venditore, quest'ultimo diventa comproprietario della cosa nuova o unita in rapporto al valore della merce consegnata (importo finale della fattura, compresa l'imposta legale sul valore aggiunto) o ad altri oggetti al momento della commistione o dell'unione. L'Acquirente custodisce la proprietà esclusiva o la comproprietà così insorta per il Venditore.
- 8.6** Se il valore delle garanzie fornite supera i crediti del Venditore complessivamente di oltre il 20% e l'Acquirente lo richiede, il Venditore sarà tenuto a svincolare le garanzie eccedenti a propria discrezione.
- 8.7** Se e nella misura in cui la registrazione e/o l'adempimento ad altri requisiti costituiscano premessa per l'efficacia del diritto di riservato dominio, l'Acquirente è tenuto ad intraprendere senza indugio tutte le azioni a ciò necessarie, nonché a effettuare tutte le necessarie notifiche. Se e nella misura in cui l'ordinamento giuridico determinante non ammette accordi sul diritto di riservato dominio, in caso di ricorso al credito su merci l'Acquirente fornirà al Venditore ulteriori garanzie ragionevoli.

**9. Spedizione, trapasso di rischio**

- 9.1** La spedizione avviene a rischio e pericolo dell'Acquirente. Il rischio passa sempre all'Acquirente anche se vengono assunte altre prestazioni dal Venditore, al più tardi con la spedizione della merce.
- 9.2** In caso di ritardi di spedizione non imputabili al Venditore, il rischio viene trasmesso all'Acquirente dal giorno in cui viene comunicata la disponibilità alla spedizione. Su richiesta scritta dell'Acquirente, il Venditore assicurerà la spedizione contro danni di rottura, di trasporto, causati da incendio e dall'acqua a spese dell'Acquirente.
- 9.3** Come previsto dalla normativa sugli imballaggi, gli imballaggi di trasporto e tutti gli altri tipi di imballaggi non saranno ripresi in consegna; fanno eccezione i pallet. L'Acquirente è tenuto a procedere a proprie spese allo smaltimento degli imballaggi.

**10. Mezzi di produzione**

- 10.1** Se l'Acquirente fornisce al Venditore mezzi di produzione (ad esempio attrezzi, stampi), questi dovranno essere spediti al Venditore gratuitamente. Il Venditore dovrà rispondere del loro perimento, del deterioramento o di una restituzione incompleta e dei danni che ne derivano solo in caso di colpa grave o dolo. Ciò non si applica qualora la responsabilità del Venditore sia prevista da disposizioni legali obbligatorie.
- 10.2** Se il Venditore produce o acquista mezzi di produzione su ordine dell'Acquirente, egli addebiterà le spese pro quota con una fattura separata. I mezzi di produzione restano di proprietà del Venditore. Il Venditore non è tenuto a cedere detti mezzi all'Acquirente. Quanto summenzionato si applica anche alle attrezzature seguenti. Resta salva la seguente regola del punto 10.3.
- 10.3** Se è previsto l'ammortamento dei costi dei mezzi di produzione tramite il prezzo del pezzo, in caso di mancato ammortamento di un attrezzo l'Acquirente si accolla le spese scoperte, comprese le spese per ulteriori attrezzature specifiche. Le spese per i modelli sono sempre interamente a carico dell'Acquirente.
- 10.4** I disegni e la documentazione consegnati dal Venditore all'Acquirente nonché le proposte del Venditore circa il design e la produzione della merce non possono essere trasmessi a terzi e il Venditore ha diritto ad esigerne la restituzione in qualsiasi momento.

**11. Garanzia per i vizi della cosa / responsabilità**

- 11.1** Il Venditore non è responsabile per danni causati dall'inosservanza di istruzioni per l'uso, di manutenzione e di installazione, utilizzo non appropriato, non secondo destinazione o non professionale, trattamento scorretto o negligente, usura naturale, scorretto stoccaggio o modifiche apportate alla merce dall'Acquirente o da terze persone. Le merci possono essere montate dall'Acquirente o da terzi esclusivamente ricorrendo a personale specializzato e addestrato.
- 11.2** Il Venditore ha diritto di scegliere tra una riparazione e una nuova consegna.
- 11.3** Le spese necessarie all'adempimento successivo non sono a carico del Venditore se, dopo la consegna, aumentano a causa del trasporto della merce dopo la consegna in un altro luogo rispetto a quello originario.
- 11.4** Il Venditore non è responsabile per le spese che insorgono per l'Acquirente a causa dello smontaggio di merce difettosa e del montaggio della merce nuova o riparata.
- 11.5** Le rivendicazioni derivanti dalla garanzia per i vizi della cosa cadono in prescrizione dopo un anno dal trasferimento della merce a meno che i diritti di garanzia per i vizi della cosa non derivino da una prevaricazione per colpa grave o dolo del Venditore o del suo ausiliario o da delitti contro la vita, l'incolumità e la salute individuale.
- 11.6** L'Acquirente è tenuto ad ottemperare al proprio obbligo di controllo ai sensi dell'articolo 377 del Codice Commerciale tedesco anche in caso di rivendita della merce.
- 11.7** È escluso il diritto di regresso dell'Acquirente nei confronti del Venditore per diritti derivanti dalla garanzia per i vizi della cosa rivendicati nei confronti dell'Acquirente dai suoi clienti qualora l'Acquirente non abbia ottemperato al suo obbligo di controllo e ricorso oppure la merce sia stata modificata tramite elaborazione successiva.
- 11.8** La responsabilità del Venditore conformemente alle disposizioni di legge riguardanti il risarcimento dei danni è illimitata se una prevaricazione imputabile al Venditore è causata da dolo o colpa grave. Se la prevaricazione imputabile al Venditore è causata da semplice negligenza e sussiste la violazione colposa di un obbligo contrattuale fondamentale, la responsabilità del danno è limitata al danno prevedibile tipico che incorre in casi equiparabili. La responsabilità è esclusa nei casi restanti.
- 11.9** Resta salva la responsabilità ai sensi delle disposizioni della legge sulla responsabilità del prodotto o leggi comparabili inalienabili di ordinamenti giuridici stranieri. Salva resta anche la responsabilità per delitti contro la vita, l'incolumità e la salute individuale.
- 11.10** In caso di responsabilità fondata ai sensi delle fattispecie al punto 11.9, la responsabilità del Venditore prevista da ordinamenti giuridici stranieri in rapporto all'Acquirente è limitata all'entità che verrebbe ammessa dal rispettivo diritto straniero.
- 11.11** Se la responsabilità del danno del Venditore è esclusa o limitata, la colpa in eligendo si estende anche ai danni causati da collaboratori, rappresentanti ed ausiliari del Venditore.

**12. Divieto di cessione**

Tutti i diritti dell'Acquirente nei confronti del Venditore sono incedibili.

**13. Responsabilità del prodotto / obblighi di avviso**

- 13.1** L'Acquirente può utilizzare la merce solo secondo la sua destinazione e deve assicurarsi che detta merce venga rivenduta unicamente a persone a conoscenza dei pericoli e dei rischi connessi al prodotto.
- 13.2** Se utilizza la merce come prodotto base e parziale di prodotti propri, al momento della messa in circolazione del prodotto finale l'Acquirente è tenuto ad adempiere al proprio obbligo di avvertimento anche per quanto riguarda la merce fornita dal Venditore. Nel rapporto interno, l'Acquirente esonererà il Venditore dall'esercizio di diritti in caso di violazione della suddetta obbligazione su prima richiesta.

**14. Segretezza**

Nei confronti di terzi, l'Acquirente è tenuto a trattare tutte le informazioni commerciali e tecniche ricevute dal Venditore come segreti commerciali e aziendali, purché non siano di dominio pubblico. Dette informazioni possono essere trasmesse a terzi, esclusivamente allo scopo previsto dal contratto, che siano vincolati da un corrispondente accordo di segretezza.

**15. Altro**

- 15.1** Luogo di adempimento è il luogo del corrispondente stabilimento del Venditore.
- 15.2** Foro competente per qualsiasi controversia derivante dal contratto è il Tribunale di Stoccarda. Tuttavia, il Venditore ha diritto a citare in giudizio l'Acquirente anche dinanzi al foro competente generale di quest'ultimo.
- 15.3** Per l'evasione di contratti basati sulle presenti Condizioni di vendita e di consegna si applica unicamente il Diritto tedesco con esclusione del Diritto dei conflitti di competenza e della Convenzione sulla Vendita Internazionale di Beni (CISG).
- 15.4** Le parti sono tenute ad ottemperare a tutte le disposizioni di legge vigenti nell'ambito dell'espletazione del rapporto contrattuale (compliance with laws).
- 15.5** Accordi tra le parti separati derogatori o integrativi rispetto alle presenti Condizioni di vendita e di consegna godono di priorità.
- 15.6** In caso di inefficacia totale o parziale di una o più delle clausole summenzionate, le restanti clausole restano tuttavia valide. La clausola invalida dovrà quindi essere sostituita da una clausola ammessa dalla legge che permetta di adempiere al senso e allo scopo delle presenti Condizioni di vendita e di consegna possibilmente nello stesso modo.

**HEADQUARTERS:**

**MS Motorservice Deutschland GmbH**

Rudolf-Diesel-Straße 9  
71732 Tamm, Deutschland  
Telefon: +49 7141 8661-434  
Telefax: +49 7141 8661-430  
[www.permaglide.com](http://www.permaglide.com)

**MS Motorservice International GmbH –**

**Sede Secondaria Italiana**

Via G.Misticoni  
1565127 Pescara, Italia  
Phone +39 85 4531244  
Fax +39 85 2191198

[www.permaglide.com](http://www.permaglide.com)

© MS Motorservice Deutschland GmbH – 50003863-05 – IT – 02/16 (082022)

