

Casquillos de fricción Permaglide®

Catálogo 706



706



Casquillos de fricción

El catálogo 706 "Casquillos de fricción Permaglide®", con una nueva estructura y nuevos pictogramas, le conduce rápidamente a la información deseada.

Está dividido en tres grandes áreas:

- Fundamentos técnicos
 - ¿Cómo se puede calcular la duración de vida?
 - ¿Cómo podemos diseñar un apoyo con casquillos?
 - ¿Cómo se debe montar un casquillo de fricción Permaglide®?
- Materiales: En esta parte se informa sobre la estructura, el comportamiento y los campos de aplicación de los materiales Permaglide®.
- Formas constructivas y Tablas de medidas:
 - Aquí se encuentran las descripciones y medidas de los casquillos que se ofrecen en el programa de catálogo.

La nueva estructura del catálogo está adaptada a las fases de trabajo que Vd. precisa cuando diseña un apoyo con casquillos. Los pictogramas le conducirán a la información complementaria.

El catálogo contiene el programa estándar Permaglide®.

Las dimensiones principales corresponden a DIN ISO 3547 "Casquillos de fricción".

El catálogo 706 ha sido completamente revisado y actualizado. Sustituye al catálogo 705. Los datos de anteriores ediciones que no coincidan con los del catálogo 706, no son válidos.

Si desea más información:

Con la ayuda del CD-ROM "*medias*® professional" o en Internet, en www.schaeffler.es, Vd. puede, por ejemplo, calcular la duración de vida de un casquillo Permaglide®.

Diversas soluciones constructivas se muestran en el catálogo ABP "Ejemplos de aplicación Permaglide®".

Además del asesoramiento de nuestros especialistas y de las oficinas de ingeniería de INA, puede Vd. disponer de propuestas específicas de montaje para su aplicación.

Schaeffler Iberia, s.l.
Sant Just Desvern – Barcelona

Material deslizante libre de mantenimiento
especialmente para funcionamiento en seco

Permaglides® P1

pV_{\max}	=	1,8 N/mm ² · m/s
$pV_{\text{corto tiempo}}$	=	3,6 N/mm ² · m/s
$p_{\max \text{ estát.}}$	=	250 N/mm ²
$p_{\max \text{ din.}}$	=	56 N/mm ²
v_{\max}	=	2 m/s
ϑ	=	-200 °C a +280 °C

ya disponible

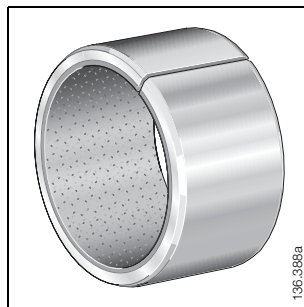
Permaglides® P14 (sin plomo)

Material deslizante de escaso mantenimiento
engrase necesario

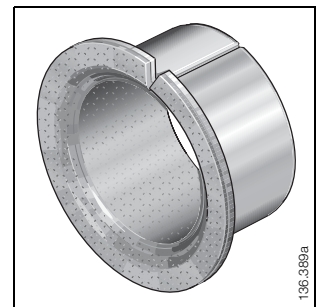
Permaglides® P2

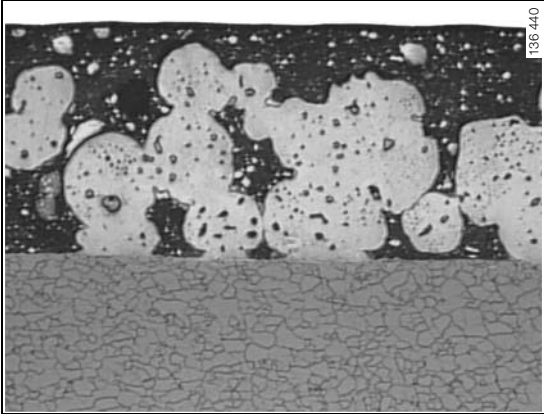
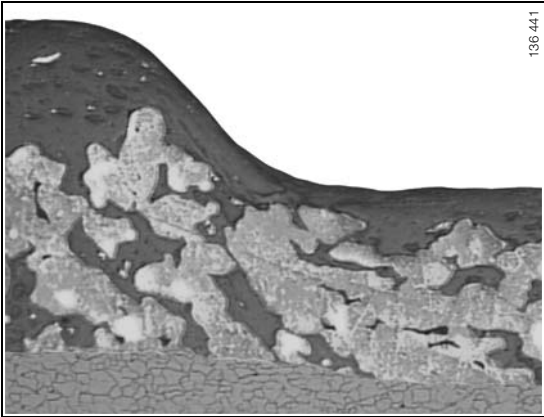
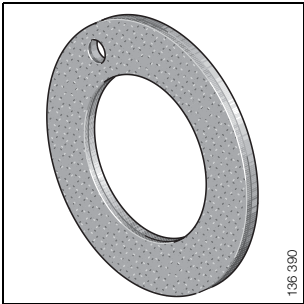
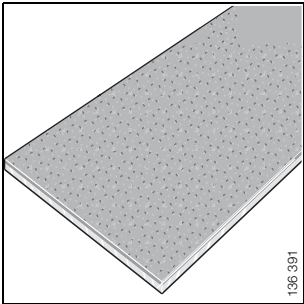
pV_{\max}	=	3 N/mm ² · m/s
$p_{\max \text{ estát.}}$	=	250 N/mm ²
$p_{\max \text{ din.}}$	=	70 N/mm ²
v_{\max}	=	3 m/s
ϑ	=	-40 °C a +110 °C
ϑ_{\max}	=	corto tiempo hasta +140 °C

Casquillos
libres de
mantenimiento:
PAP..P10
PAP..P11
de escaso
mantenimiento:
PAP..P20



Casquillos con valona
libres de
mantenimiento:
PAF..P10
PAF..P11



			Fundamentos técnicos	
			Permaglide® P1	
			Permaglide® P2	
<p>Discos de fricción PAW libres de mantenimiento: PAW..P10 de escaso mantenimiento: PAW..P20</p>		<p>Tiras PAS libres de mantenimiento: PAS..P10 PAS..P11 de escaso mantenimiento: PAS..P20</p>		Formas constructivas
			Tablas de medidas	
			Anexo Índice Direcciones	

Página	
6	Factores de conversión
7	Denominaciones y unidades de medida
10	Duración de vida
10	Duración de vida útil
10	Cálculo de la duración de vida
11	Campo de validez
12	Duración de vida nominal
14	Factores de corrección
17	Casquillo PAP..P10
18	Disco de fricción PAW..P20
19	Disposición de los apoyos
19	Alojamientos
20	Fijación de los discos de fricción
21	Eje
21	Superficie de deslizamiento
22	Obturaciones
22	Evacuación del calor
22	Mecanizado de los casquillos
23	Alineación
24	Juego de funcionamiento y tolerancias de montaje
24	Dimensiones métricas
24	Juego teórico
24	Ajuste a prensa y juego radial
25	Sustitución por DIN ISO 3 547
25	Tolerancias del diámetro exterior
25	Espesores de pared con tolerancias
25	Chaflanes y tolerancias de chaflanes
28	Dimensiones en pulgadas
30	Montaje a prensa de los casquillos
30	Recomendaciones
32	Cálculo del esfuerzo de montaje a prensa
34	Ejemplo de cálculo
35	Suministro, almacenaje
35	Influencia sobre el medio ambiente y la seguridad en el trabajo

Página

36	Materiales
36	Material deslizante libre de mantenimiento
37	Datos técnicos
38	Rozamiento
38	Resistencia química y protección anticorrosiva
39	Tribocorrosión
39	Corrosión electroquímica de contacto
39	Conductividad eléctrica
39	Lubricación
40	Régimen hidrodinámico
40	Alta temperatura
40	Comportamiento en funcionamiento
42	Calibrado
44	Materiales
44	Material deslizante de escaso mantenimiento
45	Datos técnicos
46	Rozamiento
46	Resistencia química y protección anticorrosiva
46	Tribocorrosión
46	Corrosión electroquímica de contacto
46	Lubricación
47	Régimen hidrodinámico
47	Mecanizado de la capa deslizante
48	Ejecución especial
50	Formas constructivas
52	Ejemplo de pedido
53	Tablas de medidas
53	Casquillos
56	Casquillos
56	Medidas en pulgadas
59	Casquillos
60	Casquillos con valona
61	Discos de fricción
62	Tiras
63	Casquillos
64	Discos de fricción
65	Tiras
66	Piezas especiales, casquillos lineales de fricción
68	Índice alfabético
72	Grupo Schaeffler en la península Ibérica

Factores de conversión

Calidad superficial

Tolerancias ISO

Factores de conversión

Dimensiones	1 mm	0,039 in
	1 in	25,4 mm
	0,001 mm	0,00004 in
	0,001 in	0,025 mm
Peso	1 g	0,0022 lbs
	1 lb	453,6 g
Fuerza	1 N	0,225 lbf
	1 lbf	4,45 N
Temperatura	$^{\circ}\text{F} = \frac{9 \times ^{\circ}\text{C}}{5} + 32$	$^{\circ}\text{C} = \frac{5}{9} (^{\circ}\text{F} - 32)$
	-200 °C	-328 °F
	-40 °C	-40 °F
	+110 °C	+230 °F
	+140 °C	+284 °F
	+280 °C	+536 °F
Velocidad	1 m/s	196,848 fpm = 3,281 ft/s
	2 m/s	394 fpm
	3 m/s	590 fpm
	1 ft/s	0,3048 m/s
Momento	1 Nmm	0,009 in · lbf
	1 in · lbf	113 Nmm
	1 Nm	8,85 in · lbf
	1 in · lbf	0,113 Nm
Presión	1 N/mm ² = 1 MPa	145 psi
	250 N/mm ²	36 258 psi
	1 psi	0,007 N/mm ² = 0,007 MPa
Valor pv	1,8 N/mm ² · m/s	51 390 psi · fpm
	3 N/mm ² · m/s	85 650 psi · fpm
	3,6 N/mm ² · m/s	102 780 psi · fpm

Calidad superficial

R _a	AA y CLA	R _t	R _z	RMS	Símbolos superficiales
μm	μinch	μm	μm	μinch	
0,2	8	1	1	8,96	▽▽▽▽
0,25	10	—	—	11,2	▽▽▽
0,3	12	1,5	1,6	13,44	
0,32	13	—	—	14,56	
0,4	16	2	2	17,92	
0,5	20	2,5	2,5	22,4	
0,63	25	3	3	28	▽▽
0,8	32	4	4	35,84	
1	40	—	—	44,8	
1,2	48	6,3	6,3	53,76	

Tolerancias ISO para ejes

Referencia	Límite nominal	Diámetro nominal en mm									
		más de 3 a 6	6 a 10	10 a 18	18 a 30	30 a 50	50 a 80	80 a 120	120 a 180	180 a 250	250 a 315
		Límites en μm									
f 7	superior	-10	-13	-16	-20	-25	-30	-36	-43	-50	- 56
	inferior	-22	-28	-34	-41	-50	-60	-71	-83	-96	-108
h 6	superior	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	inferior	- 8	- 9	-11	-13	-16	-19	-22	-25	-29	- 32
h 7	superior	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	inferior	-12	-15	-18	-21	-25	-30	-35	-40	-46	- 52
h 8	superior	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	inferior	-18	-22	-27	-33	-39	-46	-54	-63	-72	- 81

Tolerancias ISO para alojamientos

Referencia	Límite nominal	Diámetro nominal en mm									
		más de 3 a 6	6 a 10	10 a 18	18 a 30	30 a 50	50 a 80	80 a 120	120 a 180	180 a 250	250 a 315
		Límites en μm									
G 7	superior	+16	+20	+24	+28	+34	+40	+47	+54	+61	+69
	inferior	+ 4	+ 5	+ 6	+ 7	+ 9	+10	+12	+14	+15	+17
H 6	superior	+ 8	+ 9	+11	+13	+16	+19	+22	+25	+29	+32
	inferior	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H 7	superior	+12	+15	+18	+21	+25	+30	+35	+40	+46	+52
	inferior	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H 8	superior	+18	+22	+27	+33	+39	+46	+54	+63	+72	+81
	inferior	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
J 7	superior	+ 6	+ 8	+10	+12	+14	+18	+22	+26	+30	+36
	inferior	- 6	- 7	- 8	- 9	-11	-12	-13	-14	-16	-16

Denominaciones y unidades de medida

Siempre que en el texto no se indique expresamente lo contrario, las denominaciones utilizadas en este catálogo tienen los siguientes significados y unidades de medida:

A	mm ²	Superficie exterior del casquillo
B	mm	Ancho del casquillo, ancho total de la tira
B ₁	mm	Anchura utilizable de la tira
C _i	mm	Chaflán interior
C _o	mm	Chaflán exterior
D _{FL}	mm	Diámetro de la valona
D _i	mm	Diámetro interior del casquillo Diámetro interior del disco de fricción
D _{iE}	mm	Diámetro interior del casquillo, una vez montado a la prensa
D _o	mm	Diámetro exterior del casquillo Diámetro exterior del disco de fricción
d ₁	mm	Diámetro del agujero de fijación en el disco de fricción
d _{6a}	mm	Diámetro del alojamiento para el disco de fricción
d _G	mm	Diámetro del agujero en el alojamiento
d _H	mm	Diámetro interior del anillo auxiliar
d _K	mm	Diámetro del punzón de calibrado
d _L	mm	Diámetro del agujero de engrase en los casquillos PAP..P20
d _W	mm	Diámetro del eje
E _G	N/mm ²	Módulo elástico del material del alojamiento
E _L	N/mm ²	Módulo elástico del dorso del casquillo
F	N	Carga sobre el apoyo Fuerza de montaje a la prensa
f _G	mm	Ancho del chaflán en el alojamiento
f _A	–	Factor de corrección: caso de carga
f _L	–	Factor de corrección: movimiento lineal
f _p	–	Factor de corrección: carga
f _R	–	Factor de corrección: profundidad de la rugosidad
f _v	–	Factor de corrección: velocidad de deslizamiento
f _W	–	Factor de corrección: material
f _θ	–	Factor de corrección: temperatura
H	mm	Carrera del movimiento lineal

J	mm	Diámetro primitivo del disco de fricción
L	mm	Longitud de la tira
L _n	h	Duración de vida nominal
m	g	Peso
n	min ⁻¹	Velocidad de giro
n _{osc}	min ⁻¹	Frecuencia de oscilación del movimiento de vaivén
p	N/mm ²	Presión específica sobre el apoyo
p ₁	N/mm ²	Presión en la junta
p _v	N/mm ² · m/s	Valor p _v : producto de la presión específica sobre el apoyo, por la velocidad de deslizamiento
R	mm	Radio
R _{eléc}	Ω · cm ²	Resistencia eléctrica
R _z	μm	Profundidad de la rugosidad
R _{z G}	μm	Profundidad de la rugosidad del agujero del alojamiento
R _{z L}	μm	Profundidad de la rugosidad del dorso del casquillo
S ₁	mm	Espesor del dorso de acero o de bronce
s ₃	mm	Espesor de pared del casquillo
s _{FL}	mm	Espesor de la valona
s _G	mm	Espesor de pared del alojamiento
s _{mat}	mm	Reducción de material en el rodaje
s ₄	mm	Excedente para mecanizar
t _a	mm	Profundidad del resalte del alojamiento
v	m/s	Velocidad de deslizamiento
U	mm	Apriete del ajuste

α_{Bz}	K^{-1}	Coeficiente de dilatación térmica, bronce
α_{St}	K^{-1}	Coeficiente de dilatación térmica, acero
Δs	mm	Juego teórico
ϑ	C, K	Temperatura de funcionamiento
λ_{Bz}	$W/(m \cdot K)$	Conductividad térmica, bronce
λ_{St}	$W/(m \cdot K)$	Conductividad térmica, acero
μ	—	Coeficiente de rozamiento
μ_L	—	Coeficiente de rozamiento entre el dorso del casquillo y el agujero del alojamiento
ν_G	—	Coeficiente de Poisson del alojamiento
ν_L	—	Coeficiente de Poisson del apoyo
φ	°	Ángulo de oscilación

Duración de vida útil

La duración de vida es la duración realmente alcanzada por un casquillo de fricción. Puede presentar una considerable desviación respecto a la duración de vida nominal calculada.

Cálculo de la duración de vida

El cálculo de la duración de vida nominal es válido para casquillos de fricción con:

- movimiento giratorio
- movimiento oscilante
- movimiento lineal
 - para Permaglide® P2 se ruega consultar.

La duración de vida nominal depende esencialmente de:

- el valor pv
 - la carga específica sobre el apoyo
 - la velocidad de deslizamiento
- la superficie de deslizamiento
 - material
 - profundidad de la rugosidad
 - estructura superficial
- la temperatura de funcionamiento.

No es posible determinar exactamente:

- la corrosión, para el funcionamiento en seco de Permaglide® P1
- el envejecimiento del lubricante, para lubricación con grasa de Permaglie® P2
- la suciedad.

Duración de vida calculada, un valor aproximado

Debido a las causas antes mencionadas, la duración de vida nominal calculada sólo puede ser un valor aproximado.

Valores aproximados no reales se obtienen para

- cargas sobre el apoyo muy pequeñas o
- velocidades de deslizamiento muy reducidas.



El campo de validez (Tabla 1) indica solamente entre qué límites tiene sentido efectuar el cálculo de la duración de vida.

No obstante, el material deslizante Permaglide® puede ser cargado hasta los valores indicados en la Tabla 2.

Bajo condiciones de funcionamiento especiales, la duración de vida puede prolongarse o reducirse. Se indican valores orientativos en la Tabla 3.



Campo de validez

Tabla 1 · Campo de validez del cálculo de la duración de vida

Campo de validez para	Permaglide® P1	Permaglide® P2
Valor pv		
pv N/mm ² · m/s	0,03 ≤ pv ≤ 1,8	0,2 ≤ pv ≤ 3
Presión específica		
p N/mm ²	p ≤ 56	p ≤ 70
Velocidad de deslizamiento		
v m/s	v ≤ 2	v ≤ 3

Tabla 2 · Cargas admisibles

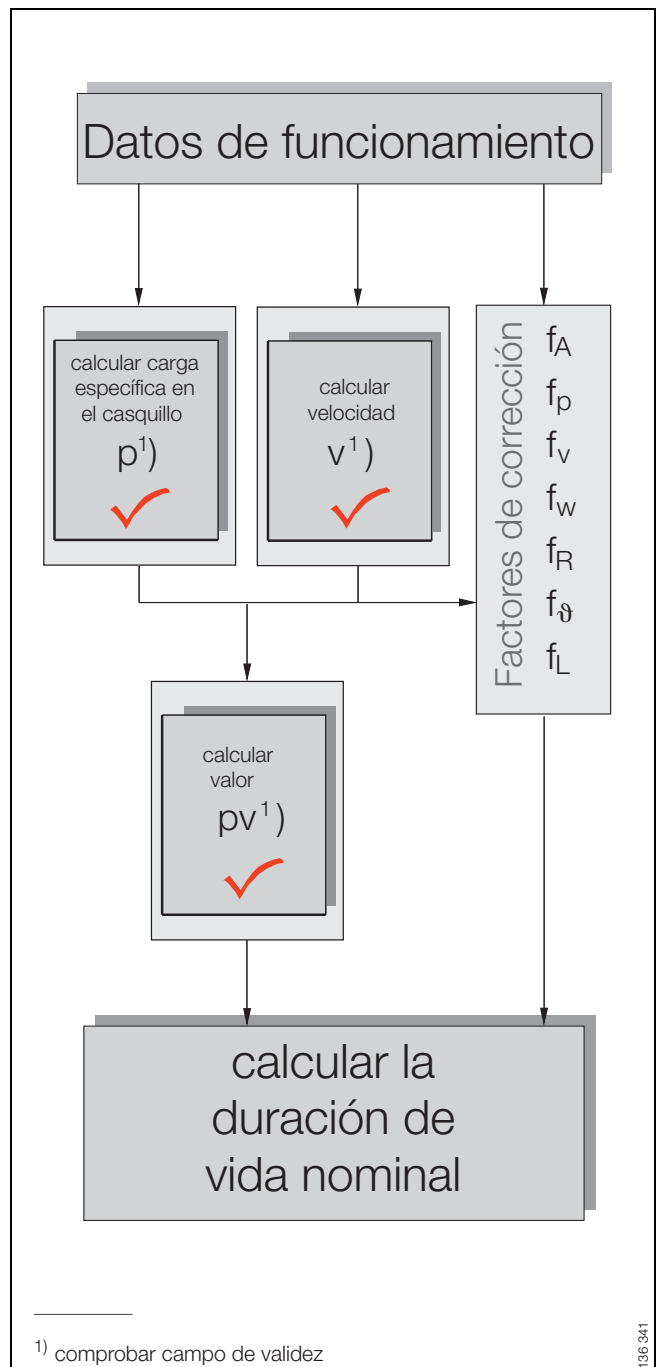
Cargas admisibles	Permaglide® P1	Permaglide® P2
Valor pv		
pv _{max} N/mm ² · m/s	1,8	3
pv ¹⁾ N/mm ² · m/s	3,6	–
Presión específica p		
p _{max} estát. N/mm ²	250	250
p _{max} ²⁾ N/mm ²	140	140
p _{max} din. N/mm ²	56	70
Velocidad de deslizamiento v		
v _{max} m/s	2	3
Temperatura de funcionamiento θ		
θ °C	–200 a +280	–40 a +110
θ _{max} ¹⁾ °C	–	hasta +140

1) Poco tiempo.

2) Velocidad de deslizamiento muy reducida.

Tabla 3 · Valores orientativos para la duración de vida del P1, en condiciones especiales de funcionamiento

Condiciones de funcionamiento	Duración de vida
Funcionamiento en seco, con interrupciones temporales	200% L _n
Alternando funcionamiento en seco – funcionamiento en agua	20% L _n
Funcionamiento en agua	200% L _n
Funcionamiento continuo en medios lubricantes fluidos	300% L _n
Funcionamiento continuo con grasas lubricantes	50% a 150% L _n



Duración de vida

Duración de vida nominal

Permaglide® **P1**, libre de mantenimiento

Movimiento giratorio

$$L_h = \frac{400}{(pv)^{1,2}} \cdot f_A \cdot f_p \cdot f_v \cdot f_{\vartheta} \cdot f_W \cdot f_R \quad (1)$$

Movimiento lineal

$$L_h = \frac{400}{(pv)^{1,2}} \cdot f_A \cdot f_p \cdot f_v \cdot f_{\vartheta} \cdot f_W \cdot f_R \cdot f_L \quad (2)$$

Permaglide® **P2**, de escaso mantenimiento

Movimiento giratorio

$$L_h = \frac{2000}{(pv)^{1,5}} \cdot f_A \cdot f_p \cdot f_v \cdot f_{\vartheta} \cdot f_R \quad (3)$$

Carga específica sobre el apoyo

Casquillo

$$p = \frac{F}{D_i \cdot B} \quad (4)$$

Disco de fricción

$$p = \frac{4 \cdot F}{(D_o^2 - D_i^2) \cdot \pi} \quad (5)$$

Velocidad de deslizamiento

Casquillo, movimiento giratorio

$$v = \frac{D_i \cdot \pi \cdot n}{60 \cdot 10^3} \quad (6)$$

Casquillo, movimiento de oscilación

$$v = \frac{D_i \cdot \pi}{60 \cdot 10^3} \cdot \frac{2\varphi \cdot n_{osc}}{360^\circ} \quad (7)$$

Disco de fricción, movimiento giratorio

$$v = \frac{D_o \cdot \pi \cdot n}{60 \cdot 10^3} \quad (8)$$

Disco de fricción, movimiento de oscilación

$$v = \frac{D_o \cdot \pi}{60 \cdot 10^3} \cdot \frac{2\varphi \cdot n_{osc}}{360^\circ} \quad (9)$$



Comprobar que p, v y p·v están dentro del campo de validez del cálculo de la duración de vida (ver Tabla 1, página 11).



B mm
 Anchura del casquillo, ver *Tablas de medidas*
 D_i mm
 Diámetro interior del casquillo, ver *Tablas de medidas*.
 Diámetro interior del disco de fricción, ver *Tablas de medidas*
 D_o mm
 Diámetro exterior del disco de fricción, ver *Tablas de medidas*
 F N
 Carga sobre el apoyo
 f_A –
 Factor de corrección: caso de carga, figura 3, página 14
 f_p –
 Factor de corrección: carga, figura 4, página 15
 f_v –
 Factor de corrección: velocidad, figura 5, página 15
 f_θ –
 Factor de corrección: temperatura, figura 6, página 15
 f_W –
 Factor de corrección: material, tabla 4, página 14
 f_R –
 Factor de corrección: rugosidad, figura 7, página 15
 f_L –
 Factor de corrección: movimiento lineal, ver página 16
 L_h h
 Duración de vida nominal
 n min^{-1}
 Velocidad de rotación
 n_{osc} min^{-1}
 Frecuencia de oscilación, figura 2
 p N/mm^2
 Carga específica sobre el apoyo
 v m/s
 Velocidad de deslizamiento
 φ °
 Ángulo de oscilación, figura 2.

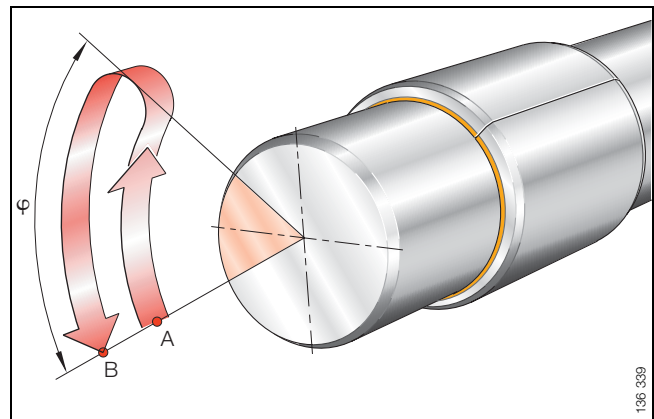


Figura 2 · Ángulo de oscilación φ
 La frecuencia de oscilación n_{osc} es la cantidad de movimientos de A hacia B, por minuto

Factores de corrección

- Factor de corrección: caso de carga f_A , figura 3
 - Carga puntual: $f_A = 1$
Eje giratorio, casquillo fijo
 - Carga giratoria: $f_A = 2$
Eje fijo, casquillo giratorio
 - Disco de fricción: $f_A = 1$
 - Movimiento lineal: $f_A = 1$
- Factor de corrección: carga f_p , figura 4, página 15
- Factor de corrección: velocidad f_v , figura 5, página 15
- Factor de corrección: temperatura f_θ , figura 6, página 15
- Factor de corrección: material f_W , Tabla 4, página 14
- Factor de corrección: rugosidad f_R , figura 7, página 15
- Factor de corrección: movimiento lineal f_L , página 16.

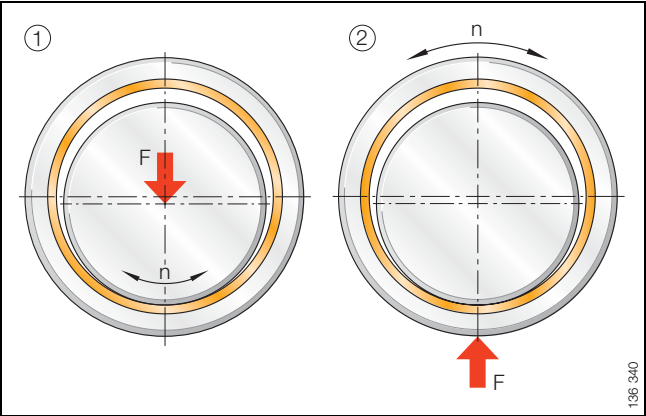


Figura 3 · Factor de corrección: caso de carga f_A
① Carga puntual $f_A = 1$
② Carga giratoria $f_A = 2$

Tabla 4 · Factor de corrección del material f_W para una profundidad de rugosidad R_z2 hasta R_z3 para la superficie del eje, para Permaglide® P1

Material de la superficie del eje	f_W
Acero	1
Acero nitrurado	1
Acero inoxidable	2
Acero cromado duro (espesor de capa mínima 0,013 mm)	2
Acero cincado (espesor de capa mínima 0,013 mm)	0,2
Acero fosfatado (espesor de capa mínima 0,013 mm)	0,2
Fundición gris R_z2	1
Aluminio eloxidado	0,4
Aluminio eloxidado duro (Dureza 450 + 50 HV; 0,025 mm de espesor)	2
Aleaciones a base de cobre	0,1 a 0,4
Níquel	0,2

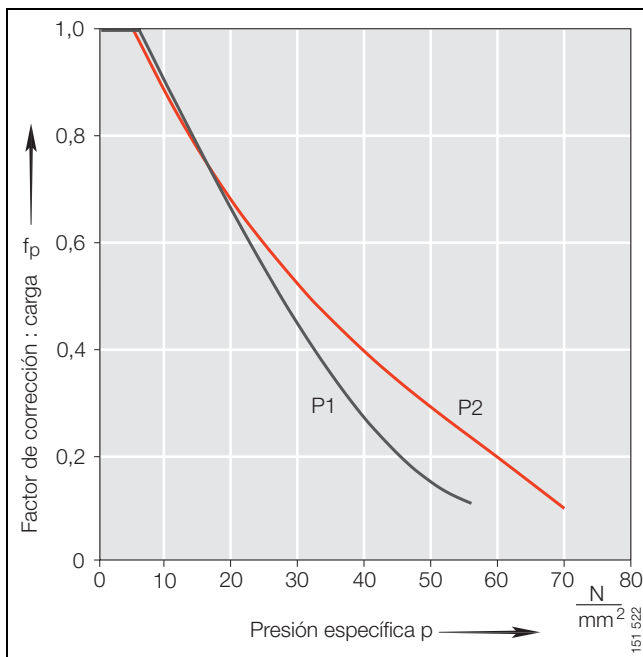


Figura 4 · Factor de corrección: carga f_p , Permaglides® P1, P2

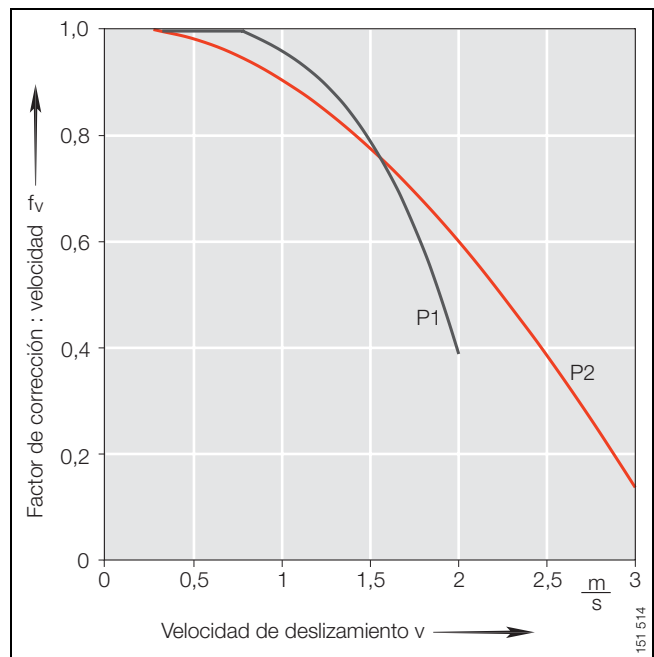


Figura 5 · Factor de corrección: velocidad f_v , Permaglides® P1, P2

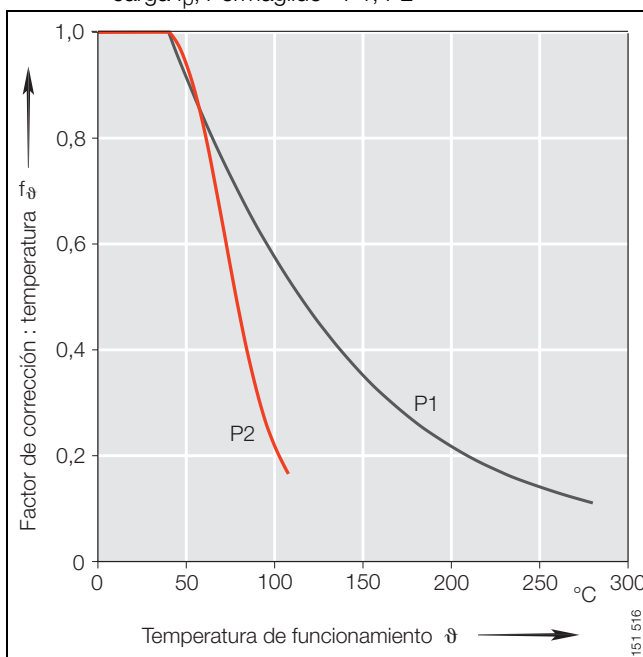


Figura 6 · Factor de corrección: temperatura f_θ , Permaglides® P1, P2

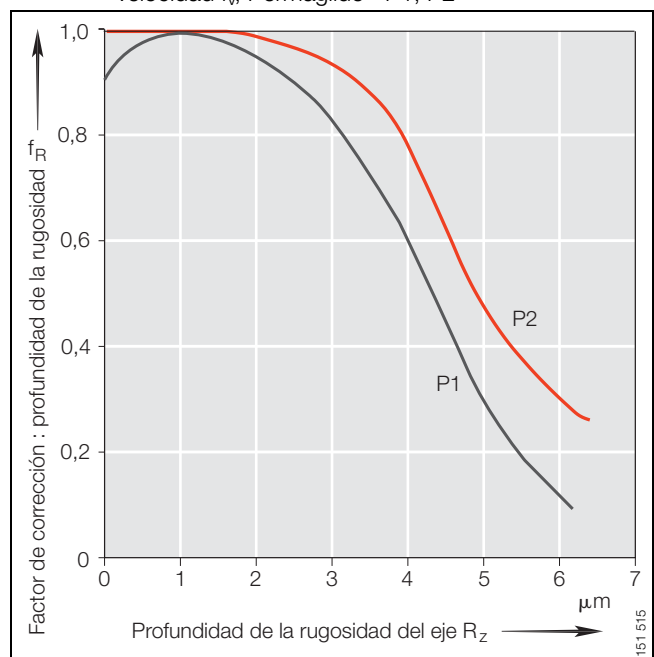


Figura 7 · Factor de corrección: rugosidad f_R , Permaglides® P1, P2

Calcular el factor de corrección f_L para Permaglide® P1:

$$f_L = 0,65 \cdot \frac{B}{H+B} \quad (10)$$

f_L –
Factor de corrección: movimiento lineal

B mm
Anchura del casquillo, ver *Tablas de medidas*

H mm
Carrera.

Carrera del movimiento lineal, figura 8:

⚠ Valor límite $H_{\max} = 2,5 \times B$.

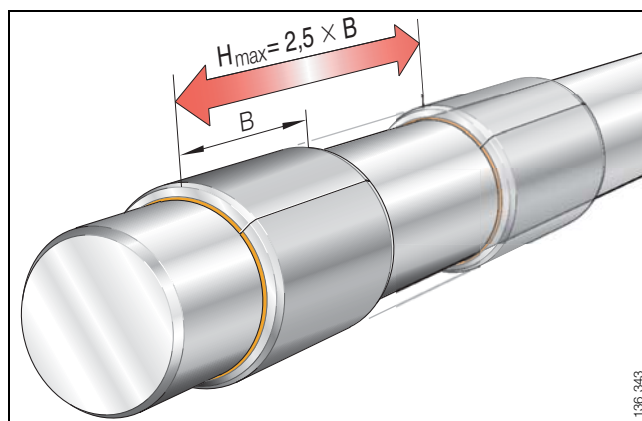


Figura 8 · Movimiento lineal, carrera H_{\max}

Duración de vida

Ejemplo de cálculo
Casquillo PAP..P10



Para un eje de acero de 20 mm de diámetro se requiere un casquillo con una duración de vida de 1000 h bajo una carga puntual

Casquillo PAP 2015 P10 Datos de servicio	Diámetro interior del casquillo $D_i = 20 \text{ mm}$	Anchura del casquillo $B = 15 \text{ mm}$	Carga sobre el apoyo $F = 300 \text{ N}$	Velocidad de rotación $n = 500 \text{ min}^{-1}$	Factores de corrección
Se busca:					
Presión específica sobre el apoyo p <i>Comprobar el campo de validez!</i>	$p = \frac{F}{D_i \cdot B} = \frac{300}{20 \cdot 15} \text{ N/mm}^2$		$p = 1 \text{ N/mm}^2$		
Velocidad de deslizamiento v <i>Comprobar el campo de validez!</i>	$v = \frac{D_i \cdot \pi \cdot n}{60 \cdot 10^3} = \frac{20 \cdot \pi \cdot 500}{60 \cdot 10^3} \text{ m/s}$		$v = 0,52 \text{ m/s}$		
valor p_v <i>Comprobar el campo de validez!</i>	$p_v = p \cdot v = 1 \cdot 0,52 \text{ N/mm}^2 \cdot \text{m/s}$		$p_v = 0,52 \text{ N/mm}^2 \cdot \text{m/s}$		
Factor de corrección: caso de carga f_A	$f_A = 1$	Carga puntual	figura 3, página 14		
Factor de corrección: carga f_p	$f_p = 1$		figura 4, página 15		
Factor de corrección: velocidad f_v	$f_v = 1$		figura 5, página 15		
Factor de corrección: temperatura f_θ	$f_\theta = 1$	$\theta = +35^\circ \text{C}$	figura 6, página 15		
Factor de corrección: material f_W	$f_W = 1$	Acero	Tabla 4, página 14		
Factor de corrección: rugosidad f_R	$f_R = 0,96$	$R_z = 2$	figura 7, página 15		
Duración de vida nominal L_h	$L_h = \frac{400}{(p_v)^{1,2}} \cdot f_A \cdot f_p \cdot f_v \cdot f_\theta \cdot f_W \cdot f_R = \frac{400}{0,52^{1,2}} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,96 \text{ h}$				
	$L_h = 842 \text{ h} < 1000 \text{ h} = L_{h \text{ exigida}}$		Duración no alcanzada		

Nuevo cálculo con un casquillo más ancho: PAP 2020 P10

Casquillo PAP 2020 P10 Datos de servicio	Diámetro interior del casquillo $D_i = 20 \text{ mm}$	Anchura del casquillo $B = 20 \text{ mm}$	Carga sobre el apoyo $F = 300 \text{ N}$	Velocidad de rotación $n = 500 \text{ min}^{-1}$	Factores de corrección
Se busca:					
Presión específica sobre el apoyo p <i>Comprobar el campo de validez!</i>	$p = \frac{F}{D_i \cdot B} = \frac{300}{20 \cdot 20} \text{ N/mm}^2$		$p = 0,75 \text{ N/mm}^2$		
Velocidad de deslizamiento v <i>Comprobar el campo de validez!</i>	$v = \frac{D_i \cdot \pi \cdot n}{60 \cdot 10^3} = \frac{20 \cdot \pi \cdot 500}{60 \cdot 10^3} \text{ m/s}$		$v = 0,52 \text{ m/s}$		
valor p_v <i>Comprobar el campo de validez!</i>	$p_v = p \cdot v = 0,75 \cdot 0,52 \text{ N/mm}^2 \cdot \text{m/s}$		$p_v = 0,39 \text{ N/mm}^2 \cdot \text{m/s}$		
Factor de corrección: caso de carga f_A	$f_A = 1$	Carga puntual	figura 3, página 14		
Factor de corrección: carga f_p	$f_p = 1$		figura 4, página 15		
Factor de corrección: velocidad f_v	$f_v = 1$		figura 5, página 15		
Factor de corrección: temperatura f_θ	$f_\theta = 1$	$\theta = +35^\circ \text{C}$	figura 6, página 15		
Factor de corrección: material f_W	$f_W = 1$	Acero	Tabla 4, página 14		
Factor de corrección: rugosidad f_R	$f_R = 0,96$	$R_z = 2$	figura 7, página 15		
Duración de vida nominal L_h	$L_h = \frac{400}{(p_v)^{1,2}} \cdot f_A \cdot f_p \cdot f_v \cdot f_\theta \cdot f_W \cdot f_R = \frac{400}{0,39^{1,2}} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,96 \text{ h}$				
	$L_h = 1189 \text{ h} > 1000 \text{ h} = L_{h \text{ exigida}}$		Escogido: Casquillo PAP 2020 P10		

Duración de vida

Ejemplo de cálculo

Disco de fricción PAW..P20

Para un disco de fricción, con una carga axial de 1500 N se pide una duración de vida de 4 000 h

Se busca:	Disco PAW 28 P20 Datos de servicio	Diám. interior del disco de fricción D _i = 28 mm	Diámetro exterior del disco de fricción D _o = 48 mm	Carga sobre el apoyo F = 1500 N	Velocidad de rotación n = 200 min ⁻¹	Factores de corrección	
Presión específica sobre el apoyo p <i>Comprobar el campo de validez!</i>	$p = \frac{4 \cdot F}{(D_o^2 - D_i^2) \cdot \pi} = \frac{4 \cdot 1500}{(48^2 - 28^2) \cdot \pi}$				$p = 1,26 \text{ N/mm}^2$		
Velocidad de deslizamiento v <i>Comprobar el campo de validez!</i>	$v = \frac{D_o \cdot \pi \cdot n}{60 \cdot 10^3} = \frac{48 \cdot \pi \cdot 200}{60 \cdot 10^3} \text{ m/s}$				$v = 0,5 \text{ m/s}$		
valor pv <i>Comprobar el campo de validez!</i>	$p v = p \cdot v = 1,26 \cdot 0,5 \text{ N/mm}^2 \cdot \text{m/s}$				$p v = 0,63 \text{ N/mm}^2 \cdot \text{m/s}$		
Factor de corrección: caso de carga f _A	f _A = 1	Carga axial		figura 3, página 14			
Factor de corrección: carga f _p	f _p = 1			figura 4, página 15			
Factor de corrección: velocidad f _v	f _v = 0,98			figura 5, página 15			
Factor de corrección: temperatura f _θ	f _θ = 1	θ = +20 °C		figura 6, página 15			
Factor de corrección: rugosidad f _R	f _R = 0,98	R _Z = 2		figura 7, página 15			
Duración de vida nominal L _h	$L_h = \frac{2000}{(pv)^{1,5}} \cdot f_A \cdot f_p \cdot f_v \cdot f_\theta \cdot f_R = \frac{2000}{0,63^{1,5}} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,98 \cdot 1 \cdot 0,98 \text{ h}$						
L_h = 3841 h <4000 h = L_h exigida							Duración no alcanzada

Nuevo cálculo con un disco de fricción mayor: PAW 32 P20

Se busca:	Disco PAW 32 P20 Datos de servicio	Diám. interior del disco de fricción D _I = 32 mm	Diámetro exterior del disco de fricción D _O = 54 mm	Carga sobre el apoyo F = 1500 N	Velocidad de rotación n = 200 min ⁻¹	Factores de corrección	
Presión específica sobre el apoyo p <i>Comprobar el campo de validez!</i>	$p = \frac{4 \cdot F}{(D_o^2 - D_I^2) \cdot \pi} = \frac{4 \cdot 1500}{(54^2 - 32^2) \cdot \pi}$			$p = 1,01 \text{ N/mm}^2$			
Velocidad de deslizamiento v <i>Comprobar el campo de validez!</i>	$v = \frac{D_o \cdot \pi \cdot n}{60 \cdot 10^3} = \frac{54 \cdot \pi \cdot 200}{60 \cdot 10^3} \text{ m/s}$			$v = 0,57 \text{ m/s}$			
valor pv <i>Comprobar el campo de validez!</i>	$p v = p \cdot v = 1,01 \cdot 0,57 \text{ N/mm}^2 \cdot \text{m/s}$			$p v = 0,58 \text{ N/mm}^2 \cdot \text{m/s}$			
Factor de corrección: caso de carga f _A	f _A = 1	Carga axial		figura 3, página 14			
Factor de corrección: carga f _p	f _p = 1			figura 4, página 15			
Factor de corrección: velocidad f _v	f _v = 0,97			figura 5, página 15			
Factor de corrección: temperatura f _θ	f _θ = 1	θ = +20 °C		figura 6, página 15			
Factor de corrección: rugosidad f _R	f _R = 0,98	R _Z = 2		figura 7, página 15			
Duración de vida nominal L _h	$L_h = \frac{2000}{(p v)^{1,5}} \cdot f_A \cdot f_p \cdot f_v \cdot f_\theta \cdot f_R = \frac{2000}{0,58^{1,5}} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,97 \cdot 1 \cdot 0,98 \text{ h}$						
L_h = 4 304 h >4 000 h = L_{h exigida}							Escogido: Disco de fricción PAW 32 P20

Alojamientos

Casquillos

Los casquillos Permaglide® se montan a prensa en su alojamiento.

De esta forma, quedan fijados radial y axialmente, no siendo necesarias medidas de fijación adicionales.

Para el agujero del alojamiento se recomienda:

- Rugosidad $R_z 10$
- Chaflán $f_G \times 20^\circ \pm 5^\circ$ (figura 9, Tabla 5). Este chaflán tiene por objeto facilitar el montaje a prensa del casquillo.

Tabla 5 · Anchura del chaflán f_G en el agujero del alojamiento para casquillos (figura 9)

Diámetro del agujero d_G	Anchura del chaflán f_G
$d_G \leq 30$	$0,8 \pm 0,3$
$30 < d_G \leq 80$	$1,2 \pm 0,4$
$80 < d_G \leq 180$	$1,8 \pm 0,8$
$180 < d_G$	$2,5 \pm 1,0$

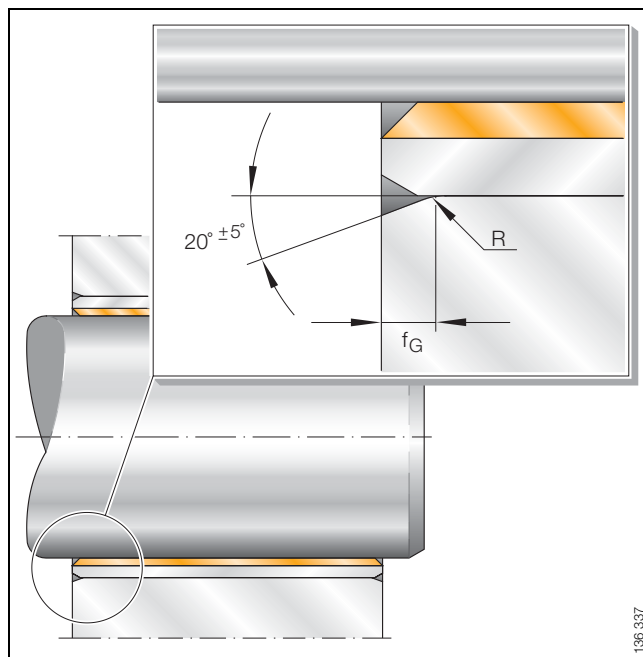


Figura 9 · Chaflán en el alojamiento para casquillos PAP

Casquillos con valona

En los casquillos con valona, debe tenerse en cuenta el radio de transición de la parte radial a la parte axial (figura 10, Tabla 6)

- En la zona de este radio, el casquillo con valona no debe quedar adosado al alojamiento.
- En caso de cargas axiales, la valona debe quedar suficientemente apoyada.

Tabla 6 · Anchura del chaflán f_G en el agujero del alojamiento para casquillos con valona (figura 10)

Diámetro del agujero d_G	Anchura del chaflán f_G
$d_G \leq 10$	$1,2 \pm 0,2$
$10 < d_G$	$1,7 \pm 0,2$

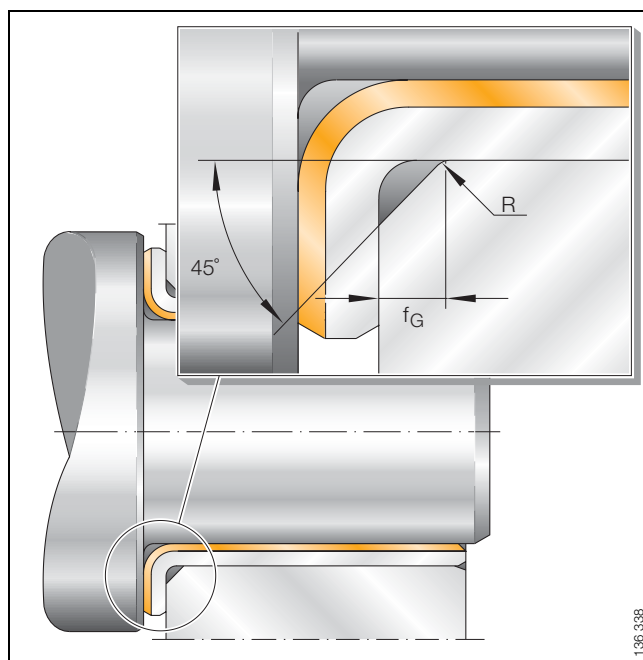


Figura 10 · Chaflán en el alojamiento para casquillos con valona PAF

Fijación de los discos de fricción

Recomendación:

- Asegurar el asiento concéntrico del disco de fricción mediante un rebaje en el alojamiento (figura 11)
 - Diámetro y profundidad de dicho rebaje, ver *Tablas de medidas*
- Una clavija ajustada o un tornillo de cabeza avellanada aseguran el disco de fricción contra el giro (figuras 11 y 12)
 - La cabeza del tornillo o la clavija deben quedar separadas de la superficie de deslizamiento, por lo menos 0,25 mm (figuras 11 y 12)
 - La disposición y el tamaño de los agujeros de fijación se indican en las *Tablas de medidas*.

Si no es posible efectuar un rebaje en el alojamiento,

- prever varias clavijas o tornillos (figura 12)
- emplear otras técnicas de fijación.

Un seguro contra el giro no siempre es necesario. En algunos casos es suficiente el rozamiento de adherencia entre el dorso del disco de fricción y el soporte, para evitar el giro.

Las tiras pueden fijarse de igual modo que los discos de fricción.

Otras técnicas de fijación

Cuando el ajuste a prensa del casquillo no es suficiente o la fijación con clavijas o tornillos no resulta económica, pueden ser una alternativa las técnicas de fijación:

- Soldadura láser
- Soldadura al estaño
- Encolado, ver "Más información".

⚠ Durante la soldadura, la temperatura de la capa deslizante no debe superar los +280 °C para el Permaglide® P1 y +140 °C para el Permaglide® P2

El pegamento no debe interferir la superficie de deslizamiento.

Recomendación: pedir instrucciones al fabricante del pegamento, especialmente sobre la selección del mismo, la preparación de las superficies, endurecimiento, campo de temperaturas y resistencia y comportamiento ante las dilataciones.



Más información sobre pegamentos para materiales deslizantes Permaglide®:
Información Técnica de Productos INA
"Adhesivos Permaglide®, TPI 50"

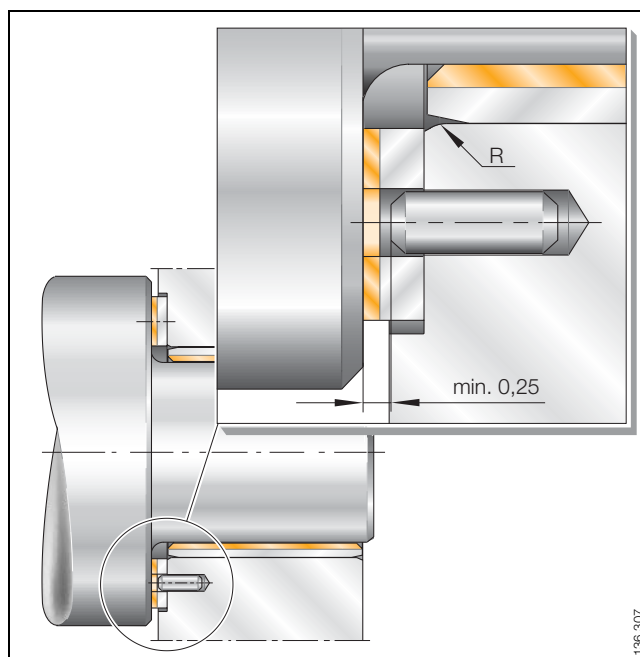


Figura 11 · Fijación de un disco de fricción PAW en un rebaje en el alojamiento

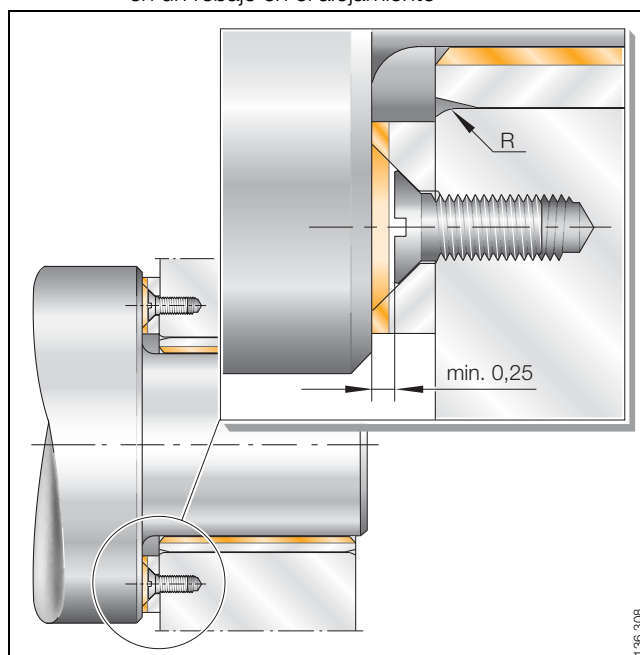


Figura 12 · Fijación de un disco de fricción PAW sin rebaje en el alojamiento



Eje

Los ejes deben disponer de un chaflán:

- para facilitar el montaje
- para evitar dañar la superficie deslizante del casquillo.

Superficie de deslizamiento

Duración de vida óptima

- La duración de vida óptima se alcanza con una rugosidad de la superficie de deslizamiento de, máximo, R_z2 hasta R_z3
 - para el funcionamiento en seco de Permaglide® P1
 - para el engrase de Permaglide® P2.

! Una rugosidad muy pequeña no aumenta la duración de vida. Rugosidades mayores reducen considerablemente dicha duración.

- La corrosión de la superficie de deslizamiento para el Permaglide® P1 y P2 puede evitarse mediante:
 - obturaciones
 - el empleo de aceros resistentes a la corrosión
 - el tratamiento superficial apropiado.

Para el Permaglide® P2 existe el efecto protector adicional del lubricante contra la corrosión.

- La superficie de deslizamiento debe ser más ancha que el casquillo, con objeto de que no se forme ningún escalón en la capa deslizante.

Calidad superficial

- son preferibles superficies rectificadas o laminadas con precisión
- superficies acabadas por torneado fino o pulido, incluso con R_z2 hasta R_z3 , pueden producir un fuerte desgaste, porque con el torneado fino se producen rayados helicoidales
- La fundición nodular (GGG), debido a su estructura superficial abierta, debe ser rectificada hasta R_z2 , o más fina
 - el sentido de giro del eje de fundición, al rectificar, debe coincidir con el sentido de giro de la muela, ya que si el eje gira en sentido contrario, debe contarse con un desgaste más elevado del casquillo (Figura 13).

Funcionamiento hidrodinámico

Para el funcionamiento hidrodinámico, la profundidad de la rugosidad R_z de la superficie de deslizamiento debe ser menor que el mínimo espesor de película de lubricante, en caso de rozamiento líquido.

INA ofrece, como servicio, el cálculo hidrodinámico.

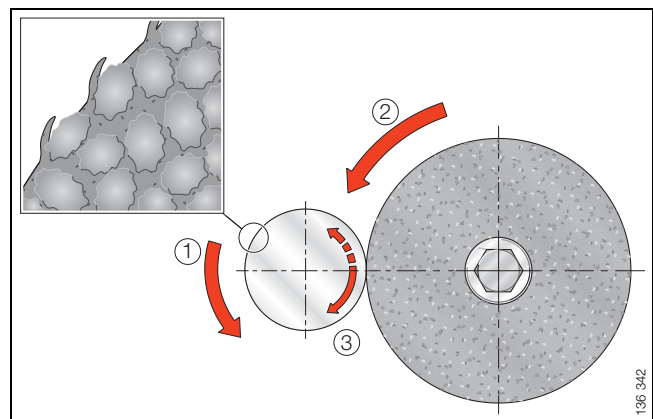


Figura 13 · Rectificado de un eje de fundición
① Sentido de giro del eje, en la aplicación
② Sentido de giro de la muela de rectificar
③ Sentido de giro del eje, al rectificar

Obturaciones

En presencia de fuerte suciedad o de ambientes agresivos, es recomendable proteger los apoyos mediante (Figura 14):

- la construcción anexa ①
- un paso estrecho ②
- un anillo obturador ③
- un anillo de grasa.

Evacuación del calor

Debe prestarse atención a una buena evacuación del calor.

- Si se establece un funcionamiento hidrodinámico, es el lubricante, principalmente, el que transporta el calor.
- En los casquillos de fricción libres de mantenimiento o de escaso mantenimiento, el calor debe ser evacuado a través del alojamiento y del eje.

Mecanizado de los casquillos

- Los casquillos de fricción Permaglide® pueden ser mecanizados con y sin arranque de viruta, por ejemplo, cortar, taladrar o curvar
- el corte del Permaglide® debe ser iniciado por el lado del PTFE, pues la rebaba que se forma al cortar perjudica la superficie de deslizamiento
- posteriormente, los casquillos deben ser lavados
- las superficies de acero mecanizadas (los cantos cortados) deben protegerse contra la corrosión con:
 - aceite o
 - una capa de protección galvánica. En caso de emplear elevadas densidades de corriente o prolongados tiempos de tratamiento, deben cubrirse las capas de deslizamiento, con objeto de evitar sedimentos.



Existe peligro para la salud cuando la temperatura de mecanizado supera los valores límite:

- +280 °C para el Permaglide® P1
- +140 °C para el Permaglide® P2

Las virutas pueden contener plomo.

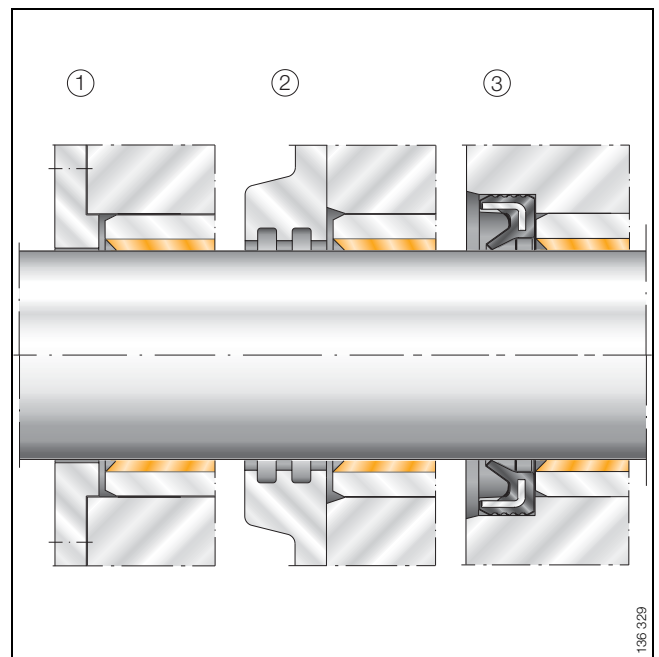


Figura 14 · Obturaciones

136 329

Alineación

Una exacta alineación es importante para los casquillos de fricción radiales y axiales. Especialmente para el funcionamiento en seco, ya que no existe una película de lubricante que contribuya a la distribución de la carga.

El error de alineación, en el ancho total del casquillo, no debe superar los 0,02 mm (Figura 15). Este valor es válido también para la anchura total de casquillos dispuestos por parejas, así como para los discos de fricción.

Para casquillos dispuestos consecutivamente puede ser una buena solución, si tienen la misma anchura, alinear las juntas a tope.

Las elevadas cargas en los cantos pueden ser reducidas constructivamente.

Propuestas constructivas (Figura 16):

- chaflanes
- diámetros del alojamiento aumentados en la zona de los bordes
- casquillos que sobresalgan del borde del alojamiento.

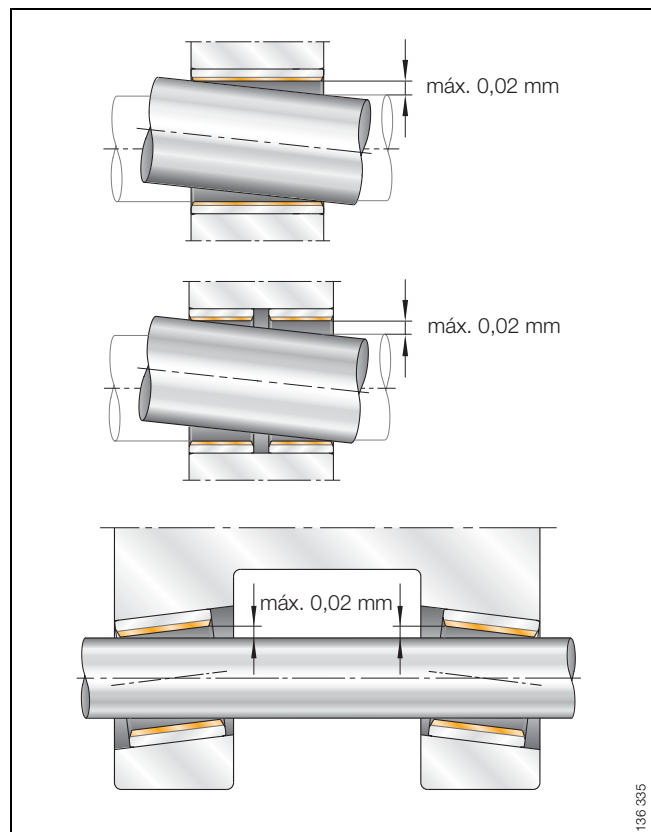


Figura 15 · Errores de alineación admisibles

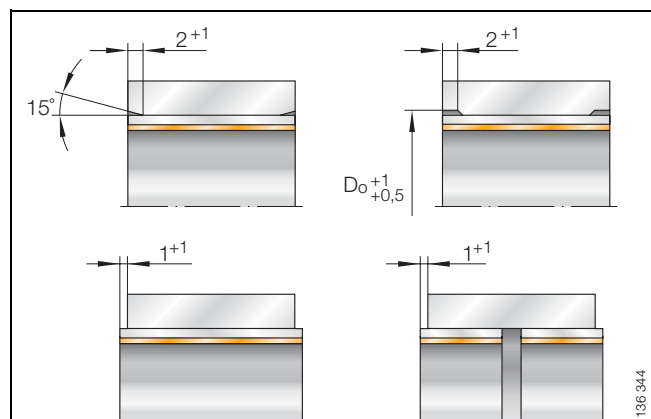


Figura 16 · Reducción de las cargas en los cantos

Juego de funcionamiento y tolerancias de montaje

Dimensiones métricas

Juego teórico

Los casquillos Permaglide® P1 y P2 se montan a prensa en su alojamiento. De esta forma, quedan fijados radial y axialmente, no siendo necesarias medidas de fijación adicionales.

Con las tolerancias de montaje de la Tabla 7 se obtiene, para alojamientos y ejes rígidos:

- Ajuste a prensa
- Juego radial según Tabla 12, página 26.

El juego de funcionamiento teórico se calcula de la forma siguiente:

$$\Delta s_{\max} = d_{G\max} - 2 \cdot s_{3\min} - d_{W\min} \quad (11)$$

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

$\Delta s_{\max}, \Delta s_{\min}$ mm
Juego de funcionamiento, máximo y mínimo

$d_{G\max}, d_{G\min}$ mm
Diámetros máximo y mínimo del alojamiento

$d_{W\max}, d_{W\min}$ mm
Diámetros máximo y mínimo del eje

$s_{3\max}, s_{3\min}$ mm
Espesor de pared máximo y mínimo, ver Tabla 10, página 25.

⚠ La expansión del agujero del alojamiento no se ha tenido en cuenta para el cálculo del juego radial.

Para calcular la interferencia U se indican las tolerancias del agujero del alojamiento en la Tabla 7 y las medidas del diámetro exterior D_o de los casquillos en la Tabla 8, página 25.

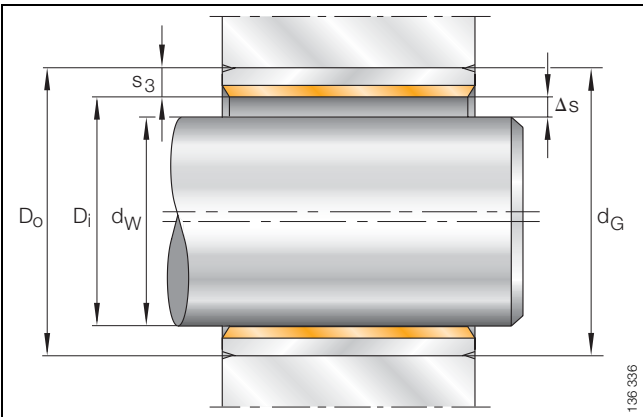


Figura 17 · Juego radial teórico Δs

Ajuste a prensa y juego radial

La Tabla 13, página 27 muestra las medidas con las que el ajuste a prensa influye en el juego radial:

- para altas temperaturas ambientales
- según el material del alojamiento
- según el espesor de pared del alojamiento.

Tolerancias reducidas

Una reducción de los valores del juego requieren tolerancias más reducidas en el eje y en el alojamiento.

Tabla 7 · Tolerancias de montaje recomendadas

Rango de diámetros	Permaglide®		
	P10	P11	P20
Eje			
$d_W < 5$	h6	f7	h8
$5 \leq d_W < 80$	f7	f7	h8
$80 \leq d_W$	h8	h8	h8
Agujero del alojamiento			
$d_G \leq 5,5$	H6	–	–
$5,5 < d_G$	H7	H7	H7

⚠ Si se emplean ejes con tolerancias en el campo h, debe comprobarse el juego de funcionamiento del casquillo para $5 \leq d_W < 80$ (P10) y $d_W < 80$ (P11) según las ecuaciones (11) para Δs_{\max} y (12) para Δs_{\min} . Para alojamientos de aluminio, se recomiendan tolerancias de montaje M7 para P10 y P20.

Más información



	Página
Medidas en pulgadas	28
Juego de funcionamiento y tolerancias de montaje	28
Dimensiones de ejes y alojamientos	28
Chaflanes	29



Sustitución por DIN ISO 3547

La norma anterior DIN 1494 indicaba las tolerancias del diámetro exterior hasta $D_o \leq 180$ mm y en la nueva DIN ISO 3547 ya se indica para $D_o > 180$ mm.

Por ello, las medidas de los diámetros exteriores D_o corresponden, temporalmente, a las indicaciones de la Tabla 8 o a DIN ISO 3547.

Tolerancias del diámetro exterior

Tabla 8 · Tolerancias para el diámetro exterior D_o

D_o	Tolerancias (Ensayo A, según DIN ISO 3547-2)			
	P10, P20		P11	
	superior	inferior	superior	inferior
$D_o \leq 10$	+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

¹⁾ Tolerancias según DIN ISO 3547-1, Tabla 6, hasta $\varnothing 140$.

Espesores de pared con tolerancias

Tabla 9 · Espesor de pared s_3 para casquillos y casquillos con valona P1

D_i	Espesor de pared s_3	Tolerancias según DIN ISO 3547-1, Tabla 3, Serie B			
		P10 ¹⁾		P11	
		superior	inferior	superior	inferior
$D_i < 5$	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

¹⁾ Permaglide® P10 puede ser también suministrado con un espesor de pared de 0,5 mm. Rogamos consultar.

Tabla 10 · Espesor de pared s_3 para casquillos Permaglide® P20

D_i	Espesor de pared s_3	Tolerancias según DIN ISO 3547-1, Tabla 3, Serie D, P20	
		superior	inferior
$8 \leq D_i < 20$	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

Chaflanes y tolerancias de chaflanes

Tabla 11 · Chaflán exterior C_o y chaflán interior C_i (figura 18) para casquillos con dimensiones métricas, según DIN ISO 3547-1, Tabla 2

Espesor de pared s_3	Chaflán exterior, sin arranque de viruta ¹⁾ C_o	Chaflán interior C_i	
		mín.	máx.
0,75	$0,5 \pm 0,3$	0,1	0,4
1	$0,6 \pm 0,4$	0,1	0,5
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

Para casquillos, cuyo agujero debe ser mecanizado a medida, C_i debería realizarse en una ejecución mayor. Es admisible la deformación de los chaflanes por doblado.

¹⁾ Temporalmente, se pueden suministrar casquillos con chaflanes distintos para espesores de pared de 2 mm y 2,5 mm.

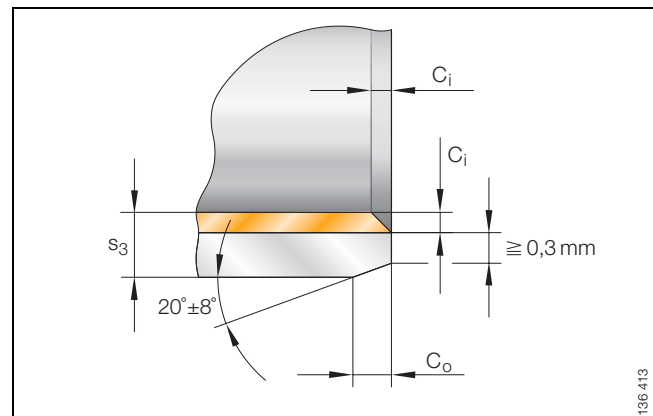


Figura 18 · Chaflán exterior C_o y chaflán interior C_i para dimensiones métricas

Juego de funcionamiento y tolerancias de montaje

Dimensiones métricas

Tabla 12 · Juego teórico después del montaje a presión de los casquillos o de los casquillos con valona con dimensiones métricas, sin tener en cuenta posibles expansiones del agujero, ecuaciones página 24

Diámetro del casquillo		Juego Δs			
		P10, P11		P20	
D_i mm	D_o mm	Δs_{min} mm	Δs_{max} mm	Δs_{min} mm	Δs_{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	–	–

Diámetro del casquillo		Juego Δs			
		P10, P11		P20	
D_i mm	D_o mm	Δs_{min} mm	Δs_{max} mm	Δs_{min} mm	Δs_{max} mm
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	–	–
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	–	–

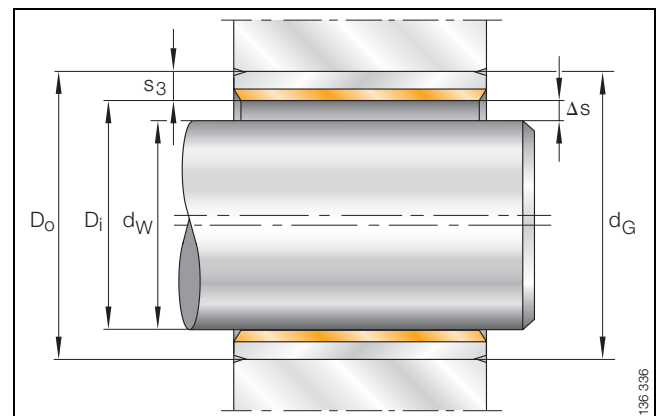


Figura 19 · Juego radial teórico Δs



Tabla 13 · Consecuencias y medidas para ajuste forzado y juego con elevadas temperaturas ambientales y materiales de soporte o espesores de la pared del alojamiento especiales

Construcción e influencias del entorno	Consecuencia	Medida	Tener en cuenta
Alojamiento de metal ligero o de pared delgada	elevada expansión, juego excesivamente elevado	Reducir el agujero del soporte d_G	El rendimiento exigido al alojamiento es mayor, la tensión admisible en el alojamiento no debe superarse.
Alojamientos de acero o de fundición de hierro <i>con elevadas temperaturas ambientales</i>	juego reducido	Reducir el diámetro del eje d_W en 0,008 mm por cada 100 °C por encima de la temperatura ambiente	
Alojamientos de bronce o de aleaciones de cobre <i>con elevadas temperaturas ambientales</i>	ajuste a presión insuficiente	Reducir el agujero del soporte d_G , cambio de diámetro recomendado por cada 100 °C por encima de la temperatura ambiente: $d_G -0,05\%$	Reducir el diámetro del eje d_W por el mismo valor, para mantener el juego.
Alojamientos de aleaciones de aluminio <i>para elevadas temperaturas ambientales</i>	ajuste a presión insuficiente	Reducir el agujero del soporte d_G , cambio de diámetro recomendado por cada 100 °C por encima de la temperatura ambiente: $d_G -0,1\%$	Reducir el diámetro del eje d_W por el mismo valor, para mantener el juego. Para temperaturas inferiores a 0 °C, el rendimiento exigido al alojamiento es mayor; la tensión admisible en el alojamiento no debe superarse.
Casquillos con protección anticorrosiva más gruesa	Diámetro exterior D_o demasiado grande, juego demasiado pequeño	Ampliar el agujero del soporte d_G Ejemplo: Espesor de la capa $0,015 \pm 0,003$ mm en consecuencia, $d_G +0,03$ mm	Sin las medidas correspondientes, el rendimiento exigido al casquillo y al alojamiento será mayor.

Juego de funcionamiento y tolerancias de montaje

Dimensiones en pulgadas

Tabla 14 · Juego teórico (Figura 20, página 29) después del montaje a presión de los casquillos PAPZ, sin tener en cuenta una posible expansión del agujero del alojamiento, así como medidas de los ejes y de los agujeros

Diámetro del eje	Referencia	Diámetro del casquillo pulgadas/mm		Espesor de pared pulgadas/mm		Medida del eje pulgadas/mm		Medida del alojam. pulgadas/mm		Juego radial pulgadas/mm	
		D _i	D _o	S ₃ min	S ₃ max	d _W min	d _W max	d _G min	d _G max	Δs _{min}	Δs _{max}
3/16	PAPZ 03	0,1875	0,25	0,0307	0,0315	0,1858	0,1865	0,2497	0,2503	0,0002	0,0031
		4,763	6,35	0,780	0,800	4,719	4,737	6,342	6,358	0,005	0,079
1/4	PAPZ 04	0,25	0,3125	0,0307	0,0315	0,2481	0,2490	0,3122	0,3128	0,0002	0,0033
		6,35	7,938	0,780	0,800	6,302	6,325	7,930	7,945	0,005	0,083
5/16	PAPZ 05	0,3125	0,375	0,0307	0,0315	0,3106	0,3115	0,3747	0,3753	0,0002	0,0033
		7,938	9,525	0,780	0,800	7,889	7,912	9,517	9,533	0,005	0,083
3/8	PAPZ 06	0,375	0,4688	0,0461	0,0471	0,3731	0,3740	0,4684	0,4691	0,0002	0,0038
		9,525	11,906	1,171	1,196	9,477	9,500	11,897	11,915	0,005	0,096
7/16	PAPZ 07	0,4375	0,5312	0,0461	0,0471	0,4355	0,4365	0,5309	0,5316	0,0002	0,0039
		11,113	13,494	1,171	1,196	11,062	11,087	13,485	13,503	0,006	0,099
1/2	PAPZ 08	0,5	0,5938	0,0461	0,0471	0,4980	0,4990	0,5934	0,5941	0,0002	0,0039
		12,7	15,081	1,171	1,196	12,649	12,675	15,072	15,090	0,005	0,099
9/16	PAPZ 09	0,5625	0,6563	0,0461	0,0471	0,5605	0,5615	0,6559	0,6566	0,0002	0,0039
		14,288	16,669	1,171	1,196	14,237	14,262	16,660	16,678	0,006	0,099
5/8	PAPZ 10	0,625	0,7188	0,0461	0,0471	0,6230	0,6240	0,7184	0,7192	0,0002	0,0040
		15,875	18,256	1,171	1,196	15,824	15,850	18,247	18,268	0,005	0,102
11/16	PAPZ 11	0,6875	0,7813	0,0461	0,0471	0,6855	0,6865	0,7809	0,7817	0,0002	0,0040
		17,463	19,844	1,171	1,196	17,412	17,437	19,835	19,855	0,006	0,101
3/4	PAPZ 12	0,75	0,875	0,0615	0,0627	0,7479	0,7491	0,8747	0,8755	0,0002	0,0046
		19,050	22,225	1,562	1,593	18,997	19,027	22,217	22,238	0,004	0,117
7/8	PAPZ 14	0,875	1	0,0615	0,0627	0,8729	0,8741	0,9997	1,0005	0,0002	0,0046
		22,225	25,4	1,562	1,593	22,172	22,202	25,392	25,413	0,004	0,117
1	PAPZ 16	1	1,125	0,0615	0,0627	0,9979	0,9991	1,1247	1,1255	0,0002	0,0046
		25,4	28,575	1,562	1,593	25,347	25,377	28,567	28,588	0,004	0,117
1 1/8	PAPZ 18	1,125	1,2813	0,0770	0,0784	1,1226	1,1238	1,2808	1,2818	0,0002	0,0052
		28,575	32,544	1,956	1,991	28,514	28,545	32,532	32,558	0,005	0,132
1 1/4	PAPZ 20	1,25	1,4063	0,0770	0,0784	1,2472	1,2488	1,4058	1,4068	0,0002	0,0056
		31,75	35,719	1,956	1,991	31,679	31,720	35,707	35,733	0,005	0,142
1 3/8	PAPZ 22	1,375	1,5313	0,0770	0,0784	1,3722	1,3738	1,5308	1,5318	0,0002	0,0056
		34,925	38,894	1,956	1,991	34,854	34,895	38,882	38,908	0,005	0,142
1 1/2	PAPZ 24	1,5	1,6563	0,0770	0,0784	1,4972	1,4988	1,6558	1,6568	0,0002	0,0056
		38,1	42,069	1,956	1,991	38,029	38,070	42,057	42,083	0,005	0,142
1 5/8	PAPZ 26	1,625	1,7813	0,0770	0,0784	1,6222	1,6238	1,7808	1,7818	0,0002	0,0056
		41,275	45,244	1,956	1,991	41,204	41,245	45,232	45,258	0,005	0,142
1 3/4	PAPZ 28	1,75	1,9375	0,0923	0,0941	1,7471	1,7487	1,9371	1,9381	0,0002	0,0065
		44,45	49,213	2,344	2,390	44,376	44,417	49,202	49,228	0,005	0,164
2	PAPZ 32	2	2,1875	0,0923	0,0941	1,9969	1,9987	2,1871	2,1883	0,0002	0,0069
		50,8	55,563	2,344	2,390	50,721	50,767	55,552	55,583	0,005	0,174



Tabla 15 · Chaflán exterior C_o y chaflán interior C_i (Figura 21) para casquillos con medidas en pulgadas

	Espesor de pared pulgadas/mm s_3		Chaflán exterior pulgadas/mm C_o		Chaflán interior pulgadas/mm C_i	
	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.
Pulgada	0,0307	0,0315	0,008	0,032	0,0040	0,016
mm	0,780	0,800	0,2	0,8	0,1	0,4
Pulgada	0,0461	0,0471	0,008	0,040	0,0040	0,020
mm	1,171	1,196	0,2	1,0	0,1	0,5
Pulgada	0,0615	0,0627	0,008	0,040	0,0040	0,028
mm	1,562	1,593	0,2	1,0	0,1	0,7
Pulgada	0,0770	0,0784	0,024	0,055	0,0040	0,028
mm	1,956	1,991	0,6	1,4	0,1	0,7
Pulgada	0,0923	0,0941	0,032	0,063	0,0080	0,040
mm	2,344	2,390	0,8	1,6	0,2	1,0

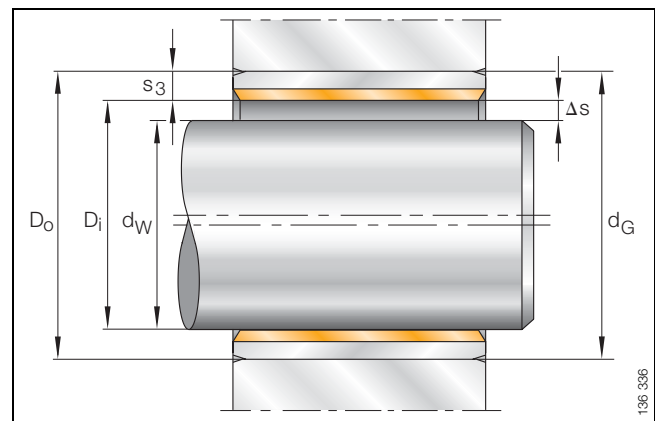


Figura 20 · Juego teórico Δs

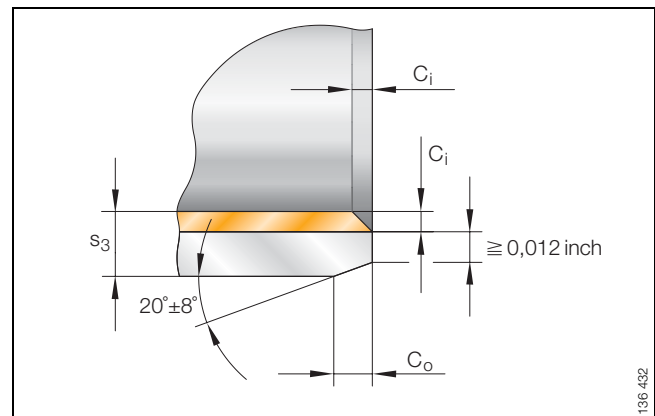


Figura 21 · Chaflán exterior C_o y chaflán interior C_i para dimensiones en pulgadas

Montaje a prensa de los casquillos

Los casquillos Permaglide® se montan simplemente a prensa en el agujero de su alojamiento

- el montaje a prensa puede ser suavizado cuando el dorso del casquillo o el agujero del alojamiento están ligeramente aceitados.

Recomendaciones

Diámetro exterior D_o hasta, aprox. 55 mm:

- Montaje a prensa, enrasado, con punzón, sin anillo auxiliar según figura 22
- Montaje a prensa, hendido, con punzón, sin anillo auxiliar, según figura 23.

Diámetro exterior a partir de, aprox. 55 mm

- Montaje a prensa, con punzón y anillo auxiliar, según figura 24, página 31.



Durante el montaje, cuidar la limpieza.

La suciedad reduce la duración de vida del apoyo

No dañar la capa deslizante.

Observar la posición de montaje, si está prevista.

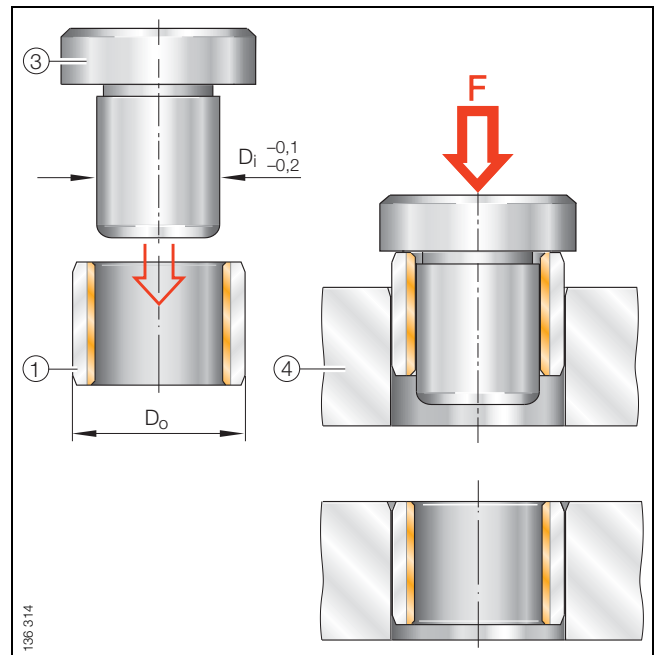


Figura 22 · Montaje a prensa, enrasado, $D_o \leq 55$ mm
Leyenda, página 31

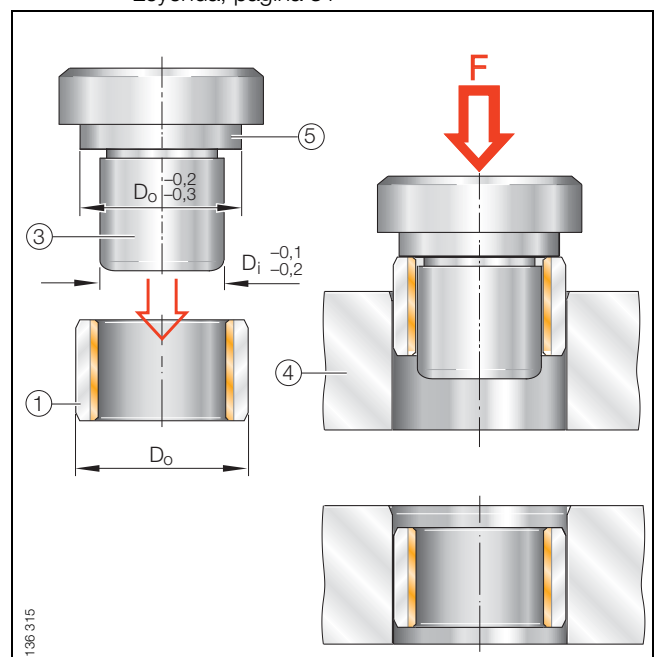


Figura 23 · Montaje a prensa, hendido, $D_o \geq 55$ mm
Leyenda, página 31

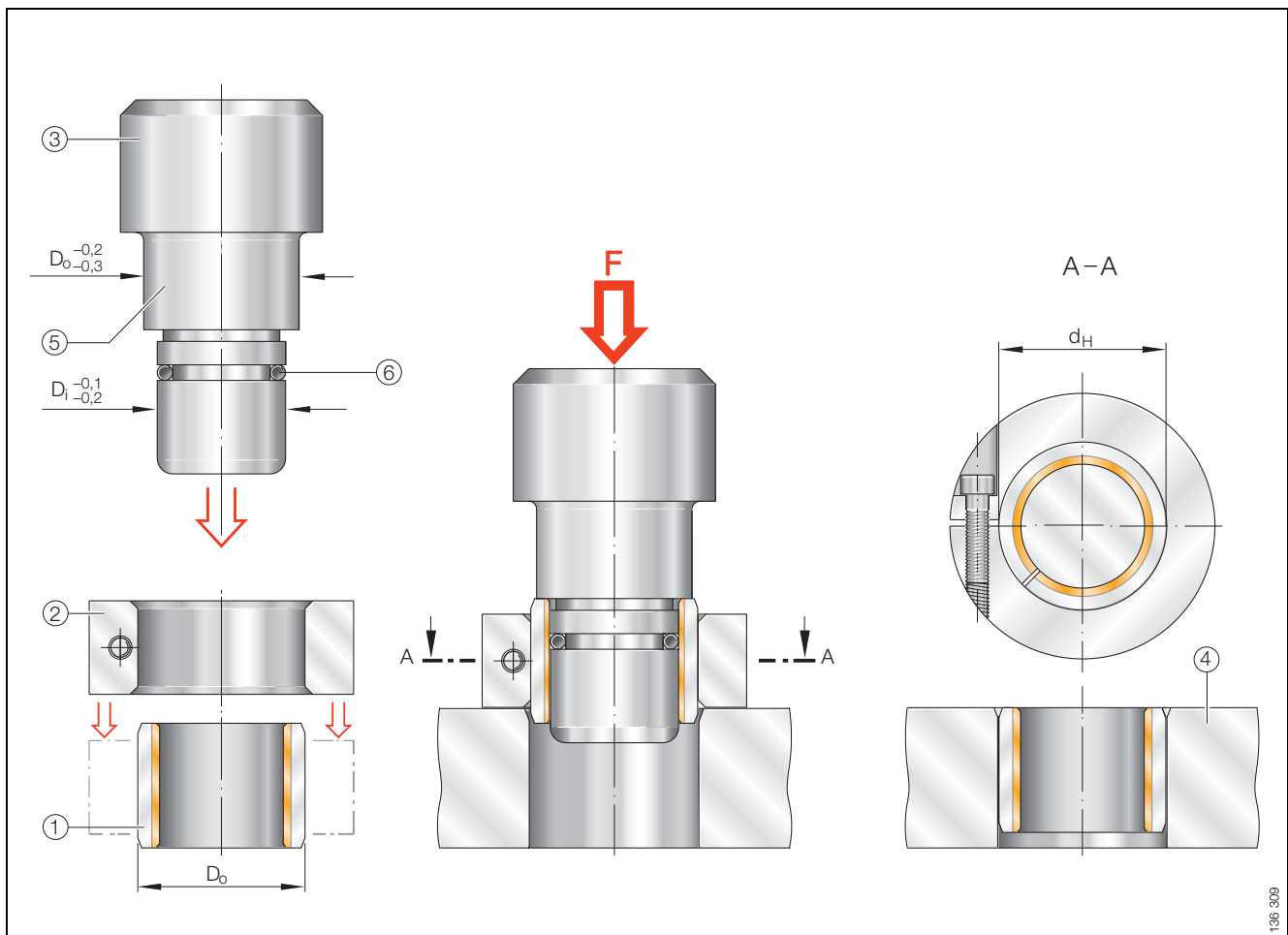


Figura 24 · Montaje a prensa de casquillos, $D_o \geq 55$ mm, con anillo auxiliar

- ① Casquillo
- ② Anillo auxiliar
- ③ Punzón para montar a prensa
- ④ Alojamiento
- ⑤ Diámetro del rebaje
- ⑥ Anillo tórico

Tabla 16 · Diámetro interior d_H del anillo auxiliar para el diámetro exterior D_o

D_o mm	d_H mm
$55 \leq D_o \leq 100$	$D_o^{+0,28}_{+0,25}$
$100 < D_o \leq 200$	$D_o^{+0,40}_{+0,36}$
$200 < D_o \leq 305$	$D_o^{+0,50}_{+0,46}$

Montaje a prensa de los casquillos

Cálculo del esfuerzo de montaje a prensa

- La fuerza necesaria para el montaje a prensa depende de muchos factores, que presentan dificultades para su determinación exacta; p.ej.:
 - apriete efectivo
 - coeficiente de rozamiento
 - formación de estrías
 - velocidad de introducción
- por ello, simplificaciones en el cálculo son admisibles, por ejemplo para el apriete:
 - sólo se tiene en cuenta el espesor s_1 del dorso de acero o de bronce.



El esfuerzo de montaje calculado sólo es un valor aproximado.

En la práctica se presentan valores claramente superiores.

En casos críticos, se calcula el esfuerzo de montaje a prensa mediante ensayos.

INA ofrece como servicio el cálculo del esfuerzo de montaje a prensa.

Tabla 17 · Módulo elástico y coeficiente de Poisson

Material	Módulo elástico E N/mm ²	Coeficiente de Poisson ν
Acero	210 000	0,30
Acero moldeado	210 000	0,30
GGG	170 000	0,28
Aluminio	70 000	0,33
Bronce	85 000	0,35

Tabla 18 · Valores orientativos para el coeficiente de rozamiento μ_L entre el dorso del casquillo y el agujero del alojamiento

Material del soporte	Coeficiente de rozamiento μ_L			
	Dorso de acero, estañado		Dorso de bronce	
	seco	engrasado	seco	engrasado
Acero	0,12	0,10	0,10	0,08
Acero moldeado, Fundición GGG	0,12	0,10	0,10	0,08
Aluminio	0,10	0,08	0,10 ¹⁾	0,08 ¹⁾

1)



Precaución: Corrosión electroquímica de contacto.

Proceso para el cálculo del esfuerzo de montaje

Esfuerzo de montaje:

$$F = p_1 \cdot \mu_L \cdot A \quad (13)$$

Presión en la junta:

$$p_1 = \frac{U}{d_G} \cdot \frac{E_G}{KG + \frac{E_G}{E_L} \cdot KL} \quad (14)$$

$$p_1 = \frac{\frac{U}{d_G} \cdot E_G}{\left[\frac{\left(1 + 2 \frac{s_G}{d_G}\right)^2 + 1}{\left(1 + 2 \frac{s_G}{d_G}\right)^2 - 1} + \nu_G \right] + \frac{E_G}{E_L} \left[\frac{1 + \left(1 - 2 \frac{s_1}{D_o}\right)^2}{1 - \left(1 - 2 \frac{s_1}{D_o}\right)^2} - \nu_L \right]} \quad (15)$$

Superficie exterior del casquillo:

$$A = D_o \cdot \pi \cdot B \quad (16)$$



Cálculo de cada expresión

Apriete para F_{\max}

$$U_{\max} = D_{o\max} - d_{G\min} - 0,8 \cdot (R_{zG} + R_{zL}) \quad (17)$$

Apriete para F_{\min}

$$U_{\min} = D_{o\min} - d_{G\max} - 0,8 \cdot (R_{zG} + R_{zL}) \quad (18)$$

Espesor del dorso de acero o de bronce

$$s_1 = s_3 - 0,3 \text{ mm} \quad (19)$$

Valores R_G y R_L

$$\left(1 + 2 \frac{s_G}{d_G}\right) = R_G \quad (20)$$

$$\left(1 - 2 \frac{s_1}{D_o}\right) = R_L \quad (21)$$

Valores K_G y K_L

$$\left[\frac{R_G^2 + 1}{R_G^2 - 1} + \nu_G\right] = K_G \quad (22)$$

$$\left[\frac{1 + R_L^2}{1 - R_L^2} - \nu_L\right] = K_L \quad (23)$$

A	mm ²
Superficie exterior	
B	mm
Anchura del casquillo, ver <i>Tablas de medidas</i>	
D_o	mm
Diámetro exterior del casquillo (medida nominal), ver <i>Tablas de medidas</i>	
$d_G = D_o$	mm
Diámetro del agujero en el alojamiento (medida nominal)	
$D_{o\min}, D_{o\max}$	mm
Diámetro exterior mínimo y máximo del casquillo, tolerancias, ver página 25	
$d_{G\min}, d_{G\max}$	mm
Diámetro exterior mínimo y máximo del agujero del alojamiento, tolerancias, ver página 24	
E_L, E_G	N/mm ²
Módulo elástico, Tabla 17, página 32	
F	N
Esfuerzo de montaje	
p_1	N/mm ²
Presión en la junta	
R_{zG}	mm
Profundidad de la rugosidad del agujero del alojamiento	
R_{zL}	mm
Profundidad de la rugosidad del dorso del casquillo	
s_1	mm
Espesor del dorso de acero o de bronce	
s_3	mm
Espesor de pared del casquillo, Tabla 9, página 25	
s_G	mm
Espesor de pared del alojamiento	
U	mm
Apriete	
μ_L	
Coefficiente de rozamiento, Tabla 18, página 32	
ν_L, ν_G	—
Coefficiente de Poisson, Tabla 17, página 32.	

Montaje a prensa de los casquillos

Ejemplo de cálculo

Casquillo PAP 2010 P10 (dorso de acero)
Alojamiento de aluminio con 30 mm de espesor de pared
montaje a prensa en seco

■ Se busca:

– Esfuerzo de montaje F_{\max} , en kN

■ Datos:

Diámetro exterior del casquillo	D_o	23	mm
Anchura del casquillo	B	10	mm
Diámetro del agujero del alojamiento	d_G	23	mm
Espesor de pared del alojamiento	s_G	30	mm
Rugosidad del dorso del casquillo	R_{zL}	0,006	mm
Diámetro mínimo del agujero del alojamiento	$d_{G\min}$	23,000	mm
Diámetro exterior máximo del casquillo	$D_{o\max}$	23,075	mm
Espesor de pared del casquillo	s_3	1,5	mm
Módulo elástico del dorso de los casquillos	E_L	210 000	N/mm ²
Módulo elástico del material del alojamiento	E_G	70 000	N/mm ²
Coefficiente de Poisson del dorso de los casquillos	ν_L	0,30	
Coefficiente de Poisson del alojamiento	ν_G	0,33	
Profundidad de la rugosidad del agujero del alojamiento	R_{zG}	0,010	mm
Coefficiente de rozamiento	μ_R	0,10	

Cálculo según proceso de la página 32

Apriete para F_{\max}

$$U_{\max} = 23,075 \text{ mm} - 23,0 \text{ mm} - 0,8 \cdot (0,010 + 0,006) \text{ mm}$$

$$U_{\max} = 0,062 \text{ mm}$$

Espesor del dorso de acero

$$s_1 = 1,5 \text{ mm} - 0,3 \text{ mm} = 1,2 \text{ mm}$$

Valores RG y RL

$$\left(1 + 2 \cdot \frac{30 \text{ mm}}{23 \text{ mm}}\right) = RG = 3,609$$

$$\left(1 - 2 \cdot \frac{1,2 \text{ mm}}{23 \text{ mm}}\right) = RL = 0,896$$

Valores KG y KL

$$\left[\frac{3,609^2 + 1}{3,609^2 - 1} + 0,33\right] = KG = 1,496$$

$$\left[\frac{1 + 0,896^2}{1 - 0,896^2} - 0,30\right] = KL = 8,843$$

Presión en la junta

$$p_{1\max} = \frac{0,062}{23} \cdot \frac{70\,000}{1,496 + \frac{70\,000}{210\,000} \cdot 8,843} \text{ N/mm}^2$$

$$p_{1\max} = 42,5 \text{ N/mm}^2$$

Superficie exterior del casquillo

$$A = 23 \text{ mm} \cdot \pi \cdot 10 \text{ mm} = 723 \text{ mm}^2$$

Esfuerzo de montaje

$$F_{\max} = 42,5 \text{ N/mm}^2 \cdot 0,10 \cdot 723 \text{ mm}^2$$

$$F_{\max} = 3073 \text{ N}$$

$$F_{\max} \approx 3 \text{ kN}$$



Suministro

- embalado en una caja de cartón o
- embalado en una bolsa, en una caja de cartón.

Conservación

Los casquillos de fricción Permaglides® deben almacenarse en:

- recintos limpios y secos
- a una temperatura lo más constante posible
- con una humedad relativa del aire de, máx. 65%.



Mantener el embalaje, a ser posible, cerrado.

No extraer los casquillos de fricción Permaglides® de su embalaje original hasta momentos antes del montaje.

Influencia sobre el medio ambiente y la seguridad en el trabajo

En el propio interés, deben considerarse las reglamentaciones vigentes y otras disposiciones:

- en cuanto a la protección del medio ambiente
- en cuanto a la seguridad en el trabajo.



Características

Material deslizante Permaglide®P1

- libre de mantenimiento
- apropiado para
 - funcionamiento en seco
 - movimientos giratorios
 - movimientos oscilantes y
 - pequeños desplazamientos lineales (página 16)
- buenas propiedades de deslizamiento, sin movimientos a sacudidas (sin efecto stick-slip)
- reducido coeficiente de rozamiento
- reducido desgaste
- elevada resistencia a los agentes químicos
- sin tendencia a soldarse con metales
- no se hincha
 - ver estabilidad química (página 38)
 - ninguna absorción de agua
- es posible el funcionamiento hidrodinámico.

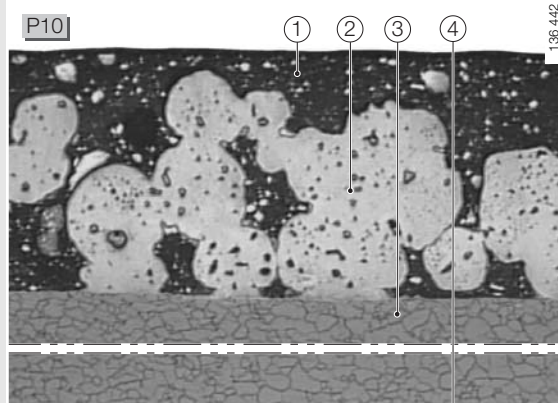
Variantes

- P10, con dorso de acero
- P11, con dorso de bronce y por ello
 - resistente a la corrosión
 - muy buena conductividad térmica
 - no magnético.

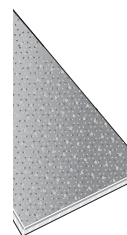
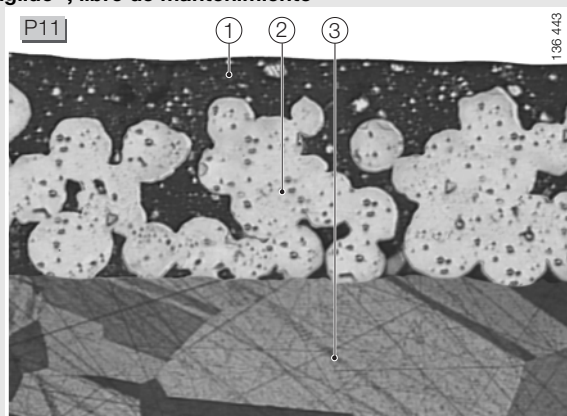


Permaglide® P10 y P11 contienen plomo (Pb). Por lo que no deben estar en contacto con productos alimentarios o farmacéuticos.

Permaglide®, libre de mantenimiento



- Capa deslizante ①: Politetrafluoretileno (PTFE) y plomo (Pb), 0,01 mm hasta 0,03 mm de espesor
- Capa de bronce ②: capa de bronce poroso rellena con PTFE/Pb, 0,2 mm hasta 0,35 mm de espesor
- Dorso de acero ③
- Protección superficial para el dorso de acero y las caras frontales ④: estaño, aprox. 0,002 mm de espesor

**Permaglide®, libre de mantenimiento**

- Capa deslizante ①: Politetrafluoretileno (PTFE) y plomo (Pb), 0,01 mm hasta 0,03 mm de espesor
- Capa de bronce ②: capa de bronce poroso rellena con PTFE/Pb, 0,2 mm hasta 0,35 mm de espesor
- Dorso de bronce ③

Datos técnicos

Máximo valor p_v para funcionamiento en seco	Duración de funcionamiento	p_v	1,8	$N/mm^2 \cdot m/s$
	Poco tiempo	p_v	3,6	$N/mm^2 \cdot m/s$
Carga específica sobre el apoyo	Estática	p_{max}	250	N/mm^2
	Velocidad de deslizamiento muy reducida	p_{max}	140	N/mm^2
	Rotativo, oscilante	p_{max}	56	N/mm^2
Velocidad admisible	Funcionamiento en seco	v_{max}	2	m/s
	Funcionamiento hidrodinámico	v_{max}	> 2	m/s
Temperatura de funcionamiento admisible	–	ϑ	– 200 a +280 °C	
Coeficiente de dilatación térmica	Dorso de acero	α_{St}	$11 \cdot 10^{-6} K^{-1}$	
	Dorso de bronce	α_{Bz}	$17 \cdot 10^{-6} K^{-1}$	
Conductividad térmica	Dorso de acero	λ_{St}	> 42 $W (m \cdot K)^{-1}$	
	Dorso de bronce	λ_{Bz}	> 70 $W (m \cdot K)^{-1}$	
Resistencia eléctrica específica después del proceso de rodaje		$R_{eléc min}$	> 1 $\Omega \cdot cm^2$	



Instrucciones de diseño y seguridad

Rozamiento




Los movimientos de deslizamiento deben efectuarse sin sacudidas.

El rozamiento depende de:

- la profundidad de la rugosidad de la superficie de deslizamiento
- el material de la superficie de deslizamiento
- la presión específica sobre el apoyo
- la velocidad de deslizamiento
- la temperatura de funcionamiento
 - hasta temperaturas de aprox. +100 °C, el coeficiente de rozamiento se reduce tan solo ligeramente con relación a su valor a temperatura ambiente
 - con temperaturas superiores a los +100 °C, el coeficiente de rozamiento puede aumentar hasta un 50% por encima de su valor a temperatura ambiente.

Para elevadas presiones específicas y reducidas velocidades de deslizamiento, el coeficiente de rozamiento es más favorable (Tabla 19).

Tabla 19 · Coeficientes de rozamiento a temperatura ambiente (superficie de deslizamiento: acero, rugosidad R_z2 hasta R_z3)

Carga específica sobre el apoyo p N/mm ²		Velocidad de deslizamiento v m/s		Coeficiente de rozamiento μ	
250 a 140	alta	a 0,001	baja	0,03	bajo
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		0,05 a 0,5		0,1 a 0,15	
a 1		0,5 a 2		0,15 a 0,25	
	baja		alta		alto

⚠ ¡Después de paradas prolongadas (de más de varias horas), el coeficiente de rozamiento μ en el arranque puede ser de 1,5 hasta 3 veces mayor!

Resistencia química y protección anticorrosiva

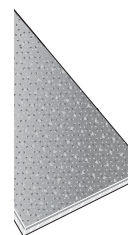
La resistencia del Permaglide® P1 depende de las características químicas de las capas individuales.

Valoración general:

- Permaglide® P1 es químicamente estable frente al agua, los alcoholes, glicoles y la mayoría de aceites minerales.
- La superficie estañada del dorso de acero de Permaglide® P10 es, en la mayoría de los casos, suficiente protección contra la corrosión.
 - Ejecución especial (página 43)
- El dorso de bronce de Permaglide® P11 es, además, resistente al vapor de agua, agua marina y diferentes soluciones salinas.

Condiciones especiales de funcionamiento

- La capa deslizante y la capa de bronce se hinchan en algunos aceites minerales a temperaturas superiores a +100 °C.
 - Solución:
 - aumentar el juego radial
 - ejecución especial Permaglide® P14
- Permaglide® P10 no es resistente a medios ácidos (pH <5) o alcalinos (pH >9)
- El dorso de bronce de Permaglide® P11 no es resistente a los gases oxidantes, ni tampoco a los halógenos libres, el amoníaco o el sulfuro de hidrógeno, especialmente si se trata de gases húmedos.



Tribocorrosión

Permaglide® P1 está concebido para funcionamiento en seco, sin engrase, por lo que no hay lubricante que proteja la superficie de deslizamiento.

En caso de que la corrosión perjudique dicha superficie deslizante, son apropiados los siguientes materiales:

- aceros resistentes a la corrosión
- aceros cromados
- aluminio anodizado.

Además, estas superficies resistentes a la corrosión reducen el desgaste.

Entre el material de fricción y la superficie deslizante no se forma tribocorrosión debido a la capa de rodaje y a la capa de deslizamiento de PTFE y Pb.

Entre el dorso del Permaglide® P10 y el alojamiento, se produce muy raras veces la corrosión de contacto. En estos casos, debe preverse una protección galvánica adicional.

Corrosión electroquímica de contacto

Bajo condiciones desfavorables, pueden formarse elementos locales que reducen la duración de uso.

Solución:

- comprobarlo ya en la fase de construcción
- verificar mediante ensayos.

Conductividad eléctrica

Casquillos nuevos pueden mostrar una reducida conductividad, ya que la capa de rodaje todavía existe. Después del proceso de rodaje, la capa de bronce queda parcialmente libre, lo cual mejora su conductividad eléctrica.

La resistencia eléctrica depende de la magnitud de la superficie de contacto.

Lubricación

Permaglide® P1 contiene material lubricante seco, por lo que no es necesario lubricar.

En determinados casos de aplicación, el Permaglide® P1 puede funcionar en medios fluidos. De este modo, la duración de uso puede mejorarse y prolongarse considerablemente mediante un tratamiento térmico.

Debe comprobarse la compatibilidad del medio con Permaglide® P1.



Un engrase inicial, incluso una sola vez, es inadmisibles.

La lubricación con grasa o con aceite, incluso en cantidades pequeñas, dificulta la traslación de material al eje durante el rodaje.

Formación de pasta

La grasa lubricante y pequeñas cantidades de aceite se mezclan, a través del tiempo, con el polvo resultante del desgaste, formando una pasta que actúa aumentando el desgaste. Lubricantes sólidos y otros aditivos como el sulfuro de cinc o el bisulfuro de molibdeno, refuerzan este efecto. Por esta razón, no están permitidos.

Excepciones:

Si la lubricación con grasa es inevitable, se debe reengrasar a intervalos regulares con objeto de evitar la formación de pasta.

Ejemplos

- Protección anticorrosiva de la superficie de deslizamiento
- Obturación contra la suciedad.

No obstante, en estos casos una superficie de deslizamiento protegida contra la corrosión (página 21) o una obturación del apoyo (página 22) es más ventajosa.

Régimen hidrodinámico

Los casquillos de fricción Permaglide® P1 pueden también funcionar bajo condiciones hidrodinámicas.

Ventaja:

- mayores velocidades periféricas que con funcionamiento en seco
- funcionamiento sin desgaste, una vez alcanzada la velocidad de régimen hidrodinámico, en la que predomina el rozamiento líquido puro
- efecto autolubricante de Permaglide® P1 con rozamiento mixto (por debajo de la velocidad hidrodinámica).

INA ofrece el cálculo del funcionamiento hidrodinámico de Permaglide® como un servicio más.

Son necesarios los siguientes datos:

- carga
- velocidad de rotación
- diámetro del agujero del alojamiento d_G , con tolerancias
- diámetro del eje d_w , con tolerancias
- ancho del casquillo B
- viscosidad del líquido a la temperatura de funcionamiento.

Alta temperatura



El Permaglide® P1 se hincha con algunos aceites minerales, cuando la temperatura supera los +100 °C.

Como las demás características de Permaglide® P1 permanecen invariables, es suficiente, en estos casos, incrementar el juego de funcionamiento.

Comportamiento en funcionamiento

Proceso de rodaje

Durante el proceso de rodaje, la capa de deslizamiento se traslada parcialmente a la superficie del eje (figuras 25 a 27):

- se produce una compensación de sus irregularidades
 - se forma una superficie de deslizamiento que posibilita un reducido coeficiente de rozamiento, que actúa favorablemente sobre el comportamiento en funcionamiento
 - después del rodaje, en la superficie de deslizamiento pueden reconocerse partes de la capa porosa de bronce, como superficies aisladas de diferentes tamaños.
- Ello evidencia:
- que el casquillo trabaja correctamente.

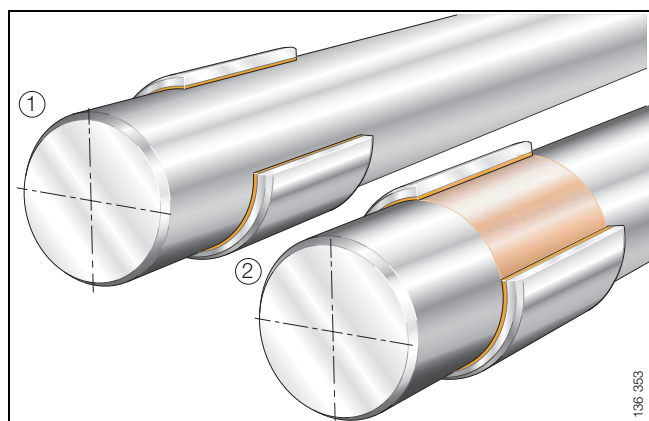
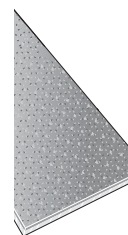


Figura 25 · Traslado de material durante el rodaje
 ① antes del rodaje
 ② después del rodaje

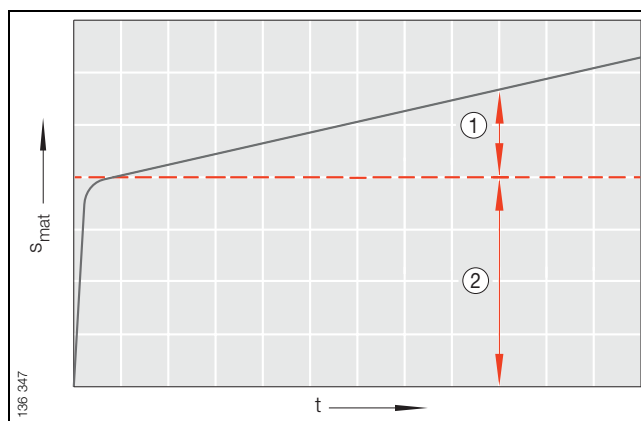


Figura 26 · Comportamiento típico de funcionamiento.
 Desgaste s_{mat} referido a la duración de vida t
 ① Desgaste en funcionamiento
 ② Traslado de material durante el rodaje

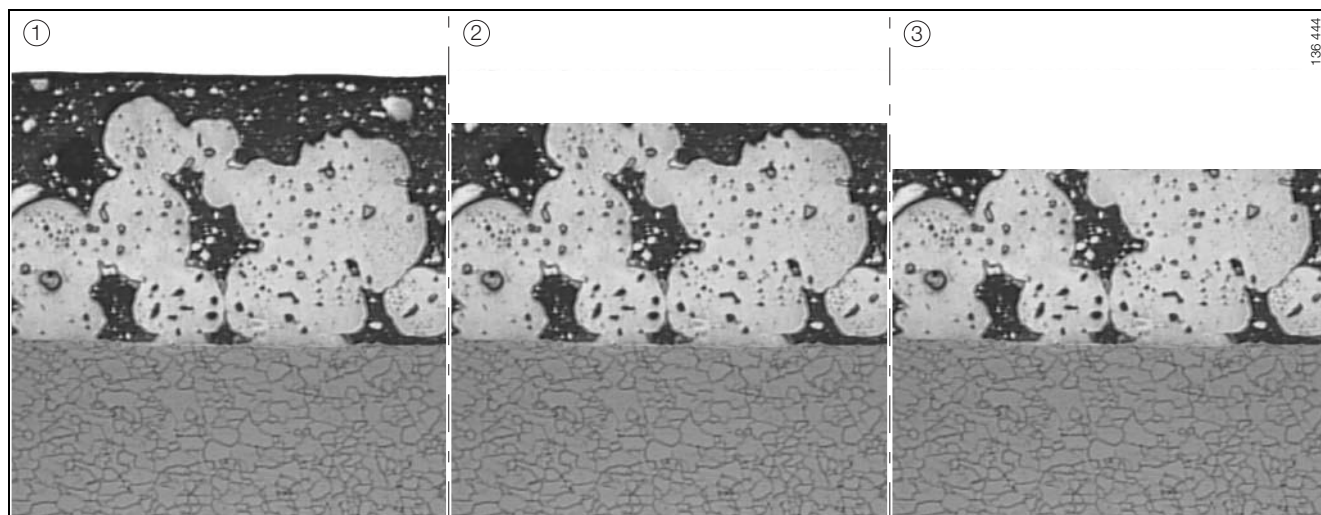



Figura 27 · Permaglides® P10
 ① antes del rodaje
 ② después del rodaje
 ③ después de un prolongado período de funcionamiento

Calibrado

Los casquillos de fricción Permaglides® se suministran listos para el montaje.

Los casquillos Permaglide® sólo deben ser calibrados cuando no exista otra posibilidad de obtener una tolerancia reducida para el juego de funcionamiento.

 El calibrado reduce notablemente la duración de vida de los casquillos Permaglide® P1 (Tabla 20).

- La figura 28 muestra el calibrado mediante un punzón.
- En la Tabla 20 se dan valores orientativos para el diámetro d_K del punzón de calibrado.
- Los valores exactos sólo pueden ser determinados mediante ensayos.

Otras posibilidades

El juego de funcionamiento puede ser reducido mediante otras medidas que no reduzcan la duración de vida:

- tolerancias más estrechas para el agujero del alojamiento
- tolerancias más estrechas para el eje.

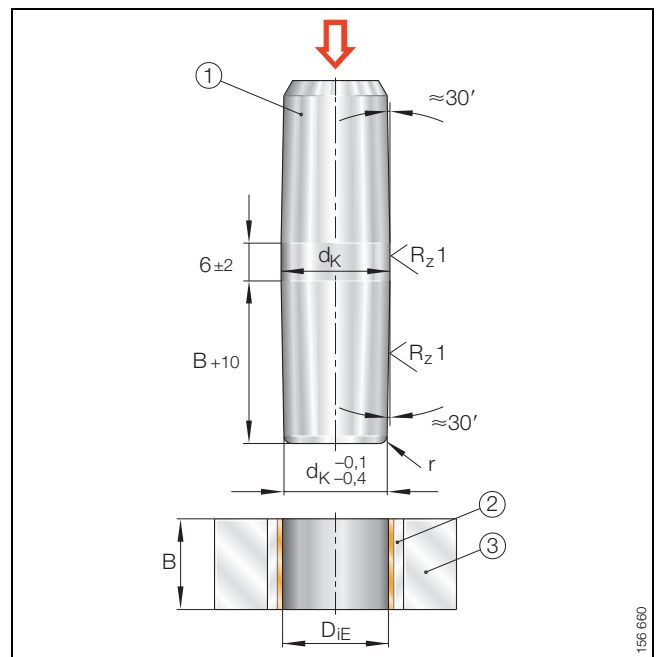


Figura 28 · Calibrado

- ① Punzón de calibrado.
Profundidad de cementación Eht> 0,6, HRC 56 a 64
- ② Casquillo Permaglidle® PAP..P10
- ③ Alojamiento
- B Anchura del casquillo
- D_IE Diámetro del casquillo, una vez montado a prensa
- d_K Diámetro del punzón de calibrado
- r Cantos redondeados

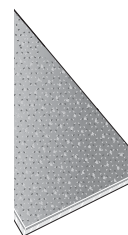
Tabla 20 · Valores orientativos para el diámetro del punzón de calibrado y reducción de la duración de vida

Diámetro interior deseado del casquillo	Diámetro del punzón de calibre ¹⁾ d_k	Duración de vida ²⁾
D_{IE}	–	100% L_h
$D_{IE}+0,02$	$D_{IE}+0,06$	80% L_h
$D_{IE}+0,03$	$D_{IE}+0,08$	60% L_h
$D_{IE}+0,04$	$D_{IE}+0,10$	30% L_h

D_i = diámetro interior del casquillo, una vez montado a prensa.

¹⁾ Valor orientativo, para alojamientos de acero.

2) Valor orientativo, para funcionamiento en seco.



Ejecución especial

Suministrable sobre consulta:

- Permaglide® P14
 - *sin plomo*
 - capa de rodaje y capa deslizante, estables frente al hinchamiento
 - rango de temperaturas desde -200 °C hasta +280 °C
 - como P10, pero con bronce sin plomo y sulfuro de cinc en las capas de rodaje y deslizante
- Permaglide® P16
 - especialmente resistente al desgaste
 - rango de temperaturas desde -40 °C hasta +160 °C
 - como P10, pero con fluoruro de polivinilideno (PVDF) en las capas de rodaje y de deslizamiento
- Permaglide® P18
 - especialmente resistente al desgaste
 - especialmente adecuado para movimientos axiales
 - rango de temperaturas desde -200 °C hasta +280 °C
 - sólo para aplicaciones con lubricante
 - como P10, pero con fibra de carbón en las capas de rodaje y de deslizamiento
- todos los materiales Permaglide® P1 (excepto P11) tienen una elevada protección anticorrosiva.

Más información

Página



<i>Fundamentos técnicos</i>	10
<i>Duración de vida</i>	10
<i>Disposición de los apoyos</i>	19
<i>Juego de funcionamiento y tolerancias de montaje</i>	24
<i>Montaje a prensa de los casquillos</i>	30
<i>Cálculo de la fuerza necesaria para el montaje a prensa</i>	32



Características

Permaglide® Material deslizante P2

- de escaso mantenimiento
- apropiado para
 - movimientos giratorios y
 - movimientos oscilantes
- largos períodos de reengrase
- reducido desgaste
- poco sensible a las cargas en los cantos
- buen comportamiento de amortiguación
- insensible a los choques.

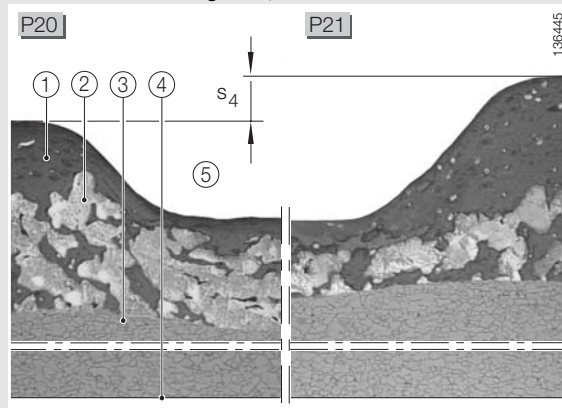
Variantes

- P20
 - con alveolos de engrase
 - listos para montar
- P21, suministrable sobre consulta
 - con alveolos de engrase
 - con excedente para mecanizar la capa deslizante, unos 0,15 mm más gruesa que el P20. Por ello, puede ser calibrada posteriormente. Así se pueden compensar errores de alineación u obtener juegos de funcionamiento más reducidos
- P22, suministrable sobre consulta
 - sin alveolos de engrase
 - con excedente para mecanizar la capa deslizante, unos 0,15 mm más gruesa que el P20. Por ello, puede ser calibrada posteriormente. Así se pueden compensar errores de alineación u obtener juegos de funcionamiento más reducidos
- P23, suministrable sobre consulta
 - sin alveolos de engrase
 - listos para montar.

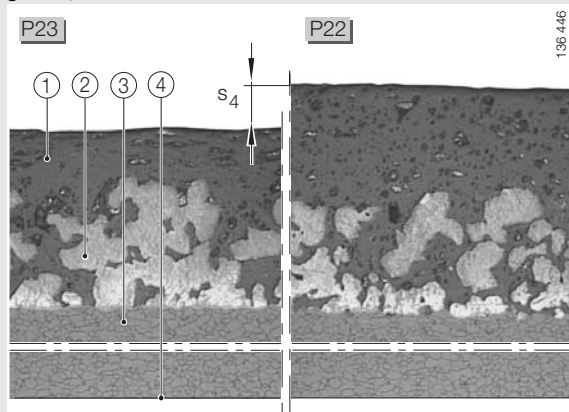


Permaglide® P20 hasta P23 contiene plomo (Pb). Por lo que no deben estar en contacto con productos alimentarios o farmacéuticos.

Material deslizante Permaglide®, de escaso mantenimiento



- Capa deslizante (1): Fluoruro de polivinilideno (PVDF), politetrafluoretileno (PTFE) y plomo (Pb), 0,05 mm hasta 0,10 mm de espesor
- Capa de bronce (2): 0,20 mm hasta 0,35 mm de espesor
- Dorso de acero (3)
- Protección superficial (4): estaño, aprox. 0,002 mm de espesor
- P20 y P21 con alveolos de engrase (5)
- P21 con excedente para mecanizar s_4 de aprox. 0,15 mm

**Permaglide®, de escaso mantenimiento**

- Capa deslizante ①: Fluoruro de polivinilideno (PVDF), politetrafluoroetileno (PTFE) y plomo (Pb), 0,05 mm hasta 0,10 mm de espesor
- Capa de bronce ②: 0,20 mm hasta 0,35 mm de espesor
- Dorso de acero ③
- Protección superficial ④: estaño, aprox. 0,002 mm de espesor
- P22 y P23 sin alvelolos de engrase
- P22 con excedente para mecanizar s_4 de approx. 0,15 mm

Datos técnicos

Valor pv máximo		pv	3	N/mm ² · m/s
Carga específica admisible sobre el apoyo	Estática	p_{max}	250	N/mm ²
	Velocidad de deslizamiento muy reducida	p_{max}	140	N/mm ²
	Rotativo, oscilante	p_{max}	70	N/mm ²
Velocidad admisible		v_{max}	3	m/s
	Funcionamiento hidrodinámico	v_{max}	> 3	m/s
Temperatura de funcionamiento admisible	Permanente	ϑ	- 40 a +110 °C	
	Poco tiempo	ϑ_{max}	+ 140	°C
Coefficiente de dilatación térmica	Dorso de acero	α_{St}	$11 \cdot 10^{-6}$	K ⁻¹
Conductividad térmica	Dorso de acero	λ_{St}	< 4	W (m · K) ⁻¹
Coefficiente de rozamiento		μ	0,02 a 0,2	



Instrucciones de diseño y seguridad

Rozamiento

El rozamiento depende de:

- el lubricante
- la profundidad de la rugosidad de la superficie de deslizamiento
- la carga específica sobre el apoyo
- la velocidad de deslizamiento
- la temperatura de funcionamiento
- el estado de desgaste.

Coefficiente de rozamiento

$$0,02 < \mu < 0,2$$

Resistencia química y protección anticorrosiva

La resistencia del Permaglide® P2 depende de las características químicas de las capas individuales.

Valoración general:

- Permaglide® P2 es químicamente estable frente al agua, los alcoholes, glicoles y la mayoría de aceites minerales.
- La superficie estañada del dorso de acero de Permaglide® P2 es, en la mayoría de los casos, suficiente protección contra la corrosión.
 - Ejecución especial (página 48).

Condiciones especiales de funcionamiento

- Permaglide® P2 no es resistente a medios ácidos (pH <5) o alcalinos (pH >9).

Tribocorrosión

Entre el material de fricción y la superficie deslizante no se forma tribocorrosión debido a la capa de rodaje y a la capa de deslizamiento de PVDF, PTFE y Pb.

Entre el dorso de acero del Permaglide® P2 y el alojamiento, se produce muy raras veces la corrosión de contacto. En estos casos, debe preverse una protección galvánica adicional.

Corrosión electroquímica de contacto

Bajo condiciones desfavorables, pueden formarse elementos locales que reducen la duración de uso.

Solución:

- comprobarlo ya en la fase de construcción
- verificar mediante ensayos.

Lubricación

El Permaglide® P2 puede ser lubricado con grasas o líquidos.

Permaglide® P20 y P21 tienen alveolos de engrase, que almacenan el lubricante. Por ello, en la mayoría de los casos es suficiente el primer engrase.

Un reengrase regular prolonga la duración de vida efectiva.

El lubricante protege adicionalmente el apoyo contra la corrosión.

Grasas lubricantes

- Son apropiadas las grasas al litio a base de aceite mineral.
- Los aditivos para las grasas, como el bisulfuro de molibdeno, el sulfuro de cinc y similares, actúan desfavorablemente, aumentando el desgaste.
 - Las grasas pueden contener, como máximo, un 5% de MoS₂.

Régimen hidrodinámico

Los casquillos de fricción Permaglides® P22 y P23 pueden también funcionar bajo condiciones hidrodinámicas.

Ventajas:

- mayores velocidades periféricas que con funcionamiento en seco
- funcionamiento sin desgaste:
 - una vez alcanzada la velocidad de régimen hidrodinámico, existe rozamiento líquido puro.

INA ofrece el cálculo del funcionamiento hidrodinámico de Permaglides® como un servicio más.

Son necesarios los siguientes datos:

- carga
- velocidad de rotación
- diámetro del agujero del alojamiento d_G , con tolerancias
- diámetro del eje d_W , con tolerancias
- ancho del casquillo B
- viscosidad del líquido a la temperatura de funcionamiento.

Mecanizado de la capa deslizante

La capa deslizante de Permaglides® P21 y P22 tiene un excedente de, aprox. 0,15 mm, para ser mecanizada:

- por torneado, escariado o mandrinado fino
 - para obtener una reducción de las tolerancias en el juego
 - para eliminar errores de alineación
- han dado buenos resultados el torneado y el mandrinado fino, en las siguientes condiciones:
 - velocidad de corte, entre 100 m/min y 150 m/min
 - espesor de pasada, máximo 0,1 mm
 - herramienta de metal duro (Fig. 29).



Mayores mecanizados reducen la duración de vida y el volumen de los alvéolos de engrase

Un mecanizado incorrecto actúa negativamente sobre la duración de vida y sobre la capacidad de carga.

Después del mecanizado, las piezas deben ser limpiadas.

Al mecanizar con arranque de viruta, pueden producirse rebabas en la zona de los alvéolos de engrase (Permaglides® P21).

Existe peligro para la salud cuando la temperatura de mecanizado supera los +140 °C.

Las virutas contienen plomo.

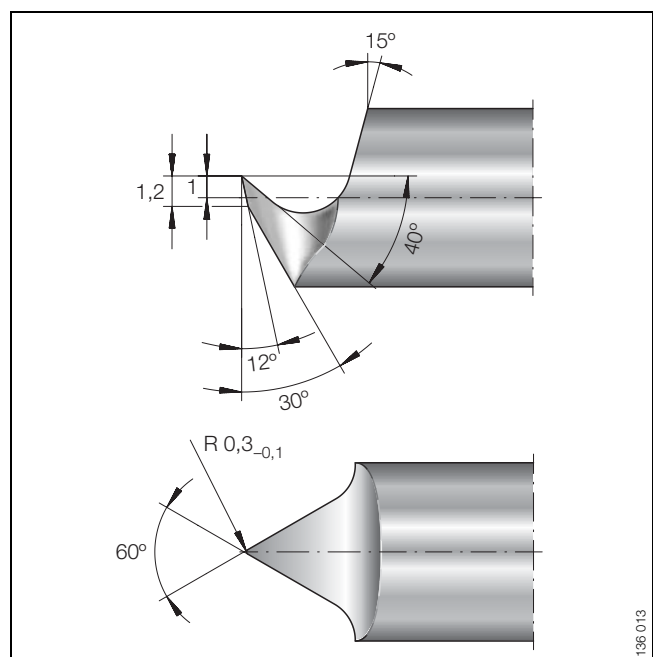
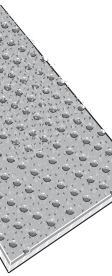



Figura 29 · Herramienta de corte para Permaglides® P21 y P22

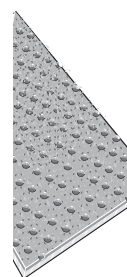


Ejecución especial

Suministrable sobre consulta:

- Permaglide® P25
 - con alveolos de engrase
 - listos para montar
 - con dorso de bronce, por lo que son resistentes a la corrosión
- todos los materiales Permaglide® P2 (excepto P25) tienen una elevada protección anticorrosiva.

Más información	Página
 <i>Fundamentos técnicos</i>	10
<i>Duración de vida</i>	10
<i>Disposición de los apoyos</i>	19
<i>Juego de funcionamiento y tolerancias de montaje</i>	24
<i>Montaje a prensa de los casquillos</i>	30
<i>Cálculo de la fuerza necesaria para el montaje a prensa</i>	32



Casquillos de fricción

Permaglide® P1, libres de mantenimiento

Permaglide® P2, de escaso mantenimiento



Características 50



Ejemplo y designación para el pedido 52



Tabla de medidas 53



Características

Permaglide® P1, libres de mantenimiento

- Especialmente apropiados para funcionamiento en seco
- Datos técnicos, página 37
 - $p_{V_{max}}$ = 1,8 N/mm² · m/s
 - $p_{V_{corto\ tiempo}}$ = 3,6 N/mm² · m/s
 - $p_{max. estát.}$ = 250 N/mm²
 - $p_{max. din.}$ = 56 N/mm²
 - v_{max} = 2 m/s
 - ϑ = -200 °C a +280 °C
- Permaglide® P10, con dorso de acero
- Permaglide® P11 con dorso de bronce.

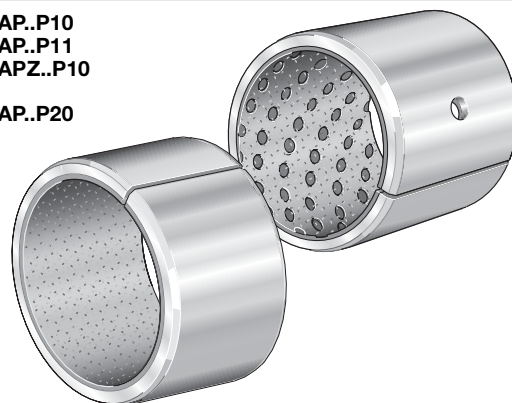
Permaglide® P2, de escaso mantenimiento

- Engrase necesario
- Datos técnicos, página 45
 - $p_{V_{max}}$ = 3 N/mm² · m/s
 - $p_{max. estát.}$ = 250 N/mm²
 - $p_{max. din.}$ = 70 N/mm²
 - v_{max} = 3 m/s
 - ϑ = -40 °C hasta +110 °C
 - ϑ_{max} = corto tiempo a +140 °C
- Permaglide® P20 con alvéolos de engrase.

Casquillos PAP

PAP..P10
PAP..P11
PAPZ..P10

PAP..P20

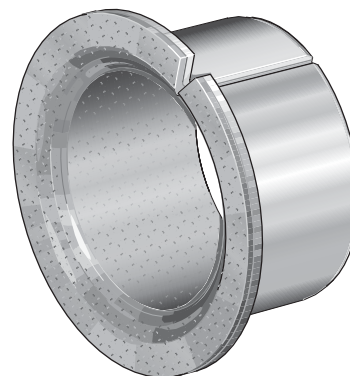


136 357a

- PAP..P10 para ejes desde 2 mm hasta 300 mm
- PAP..P11 para ejes desde 4 mm hasta 100 mm
- PAPZ..P10 para ejes desde 3/16" hasta 2", medidas en pulgadas
- PAP..P20 para ejes desde 8 mm hasta 100 mm

Casquillos con valona PAF

PAF..P10
PAF..P11



136 360

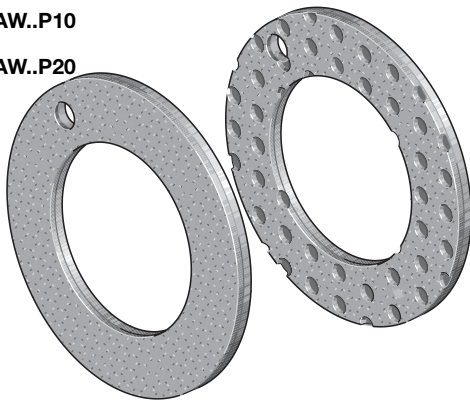
- PAF..P10 para ejes desde 6 mm hasta 40 mm
- PAF..P11 para ejes desde 6 mm hasta 40 mm



Permaglide® P1 36

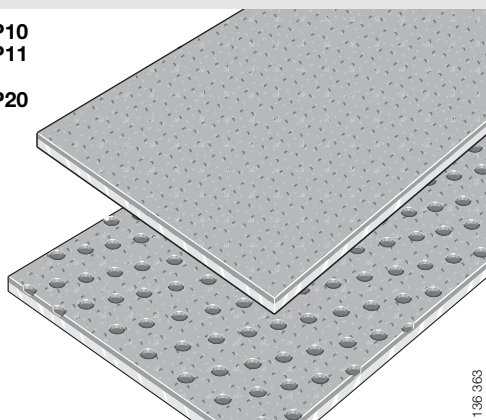


Permaglide® P2 44

Discos de fricción PAW
PAW..P10
PAW..P20


136 361

- PAW..P10 para ejes desde 10 mm hasta 62 mm
- PAW..P11, sobre consulta
- PAW..P20 para ejes desde 12 mm hasta 52 mm

Tiras PAS
PAS..P10
PAS..P11
PAS..P20


136 363

- PAS..P10, PAS..P11
 - Longitud 500 mm
 - Anchura de la tira, ver *Tablas de medidas* página 62
 - Espesor de la tira, ver *Tablas de medidas* página 62
- PAS..P20
 - Longitud 500 mm
 - Anchura 180 mm
 - Espesor de la tira, ver *Tablas de medidas* página 65



Formas constructivas

Ejemplo de pedido



Ejemplo de pedido y designación para el pedido

Casquillo Permaglide® P10 con dorso de acero:

Diámetro interior 16 mm

Ancho: 25 mm

Designación para el pedido: PAP 1625 P10

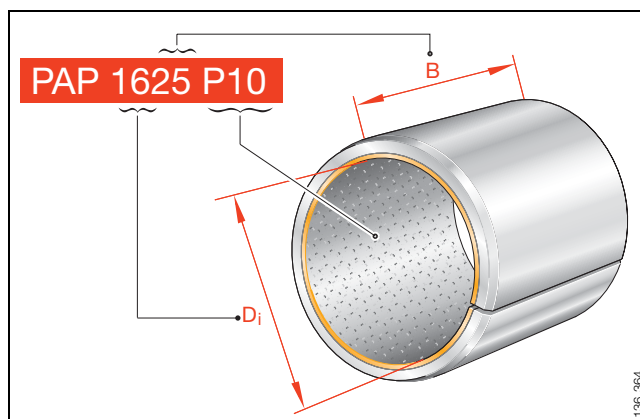


Figura 30 · Ejemplo de pedido, casquillo P10

Tira de Permaglide® P20:

Longitud 500 mm

Ancho: 180 mm

Espesor de pared 1 mm (dato pedido: $s_3 \times 10$)

Designación para el pedido: PAS 10180 P20

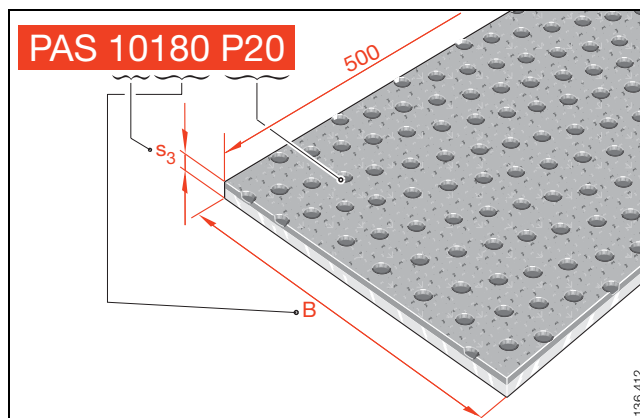


Figura 31 · Ejemplo de pedido, tiras P20

Disco de fricción Permaglide® P20:

Diámetro interior 12 mm

Designación para el pedido: PAW 12 P20

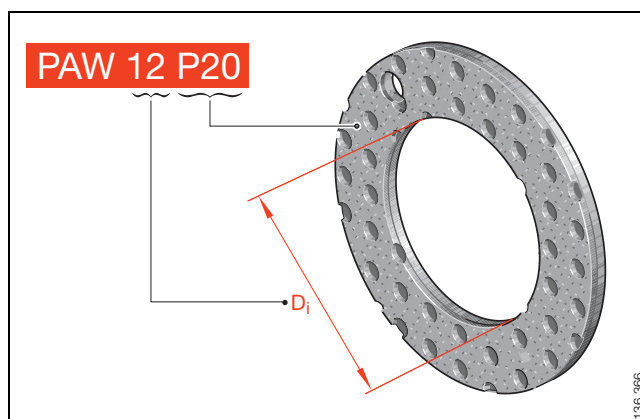
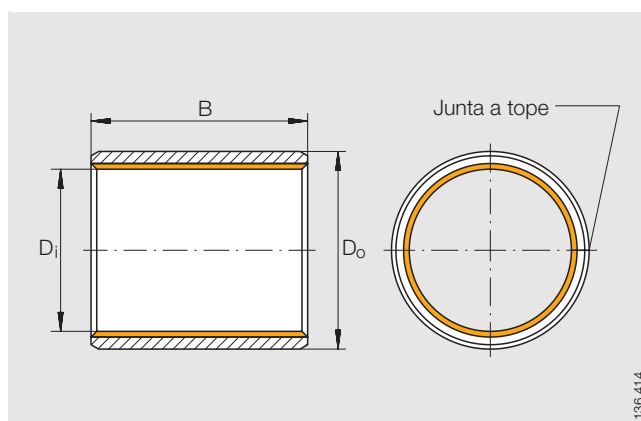


Figura 32 · Ejemplo de pedido, discos de fricción P20

Casquillos

libres de mantenimiento, con dorso de acero

Serie PAP..P10



PAP

Tabla de medidas · Medidas en mm

Diámetro del eje	Referencia	Peso g	Dimensiones		
			D _i	D _o	B ±0,25
2	PAP 0203 P10	0,15	2	3,5	3
	PAP 0205 P10	0,25	2	3,5	5
3	PAP 0303 P10	0,2	3	4,5	3
	PAP 0304 P10	0,26	3	4,5	4
	PAP 0305 P10	0,33	3	4,5	5
	PAP 0306 P10	0,4	3	4,5	6
4	PAP 0403 P10	0,25	4	5,5	3
	PAP 0404 P10	0,33	4	5,5	4
	PAP 0406 P10	0,5	4	5,5	6
	PAP 0410 P10	0,84	4	5,5	10
5	PAP 0505 P10	0,72	5	7	5
	PAP 0508 P10	1,1	5	7	8
	PAP 0510 P10	1,4	5	7	10
6	PAP 0606 P10	1	6	8	6
	PAP 0608 P10	1,3	6	8	8
	PAP 0610 P10	1,7	6	8	10
7	PAP 0710 P10	1,9	7	9	10
8	PAP 0808 P10	1,7	8	10	8
	PAP 0810 P10	2,1	8	10	10
	PAP 0812 P10	2,6	8	10	12
10	PAP 1008 P10	2,1	10	12	8
	PAP 1010 P10	2,6	10	12	10
	PAP 1012 P10	3,1	10	12	12
	PAP 1015 P10	3,9	10	12	15
	PAP 1020 P10	5,3	10	12	20

Tolerancias de montaje recomendadas:

Eje Alojamiento
 $d_W < 5$: h6 $d_G \leq 5,5$: H6
 $5 \leq d_W < 80$: f7 $5,5 < d_G$: H7
 $80 \leq d_W$: h8

Juego radial, espesor de pared y tolerancias de chaflanes, ver página 25.

Casquillos en medidas especiales, sobre consulta.

Casquillos P14, sobre consulta.

Tabla de medidas (continuación) · Medidas en mm

Diámetro del eje	Referencia	Peso g	Dimensiones		
			D _i	D _o	B ±0,25
12	PAP 1208 P10	2,5	12	14	8
	PAP 1210 P10	3,1	12	14	10
	PAP 1212 P10	3,7	12	14	12
	PAP 1215 P10	4,7	12	14	15
	PAP 1220 P10	6,2	12	14	20
	PAP 1225 P10	7,8	12	14	25
13	PAP 1310 P10	3,3	13	15	10
14	PAP 1410 P10	3,6	14	16	10
	PAP 1412 P10	4,3	14	16	12
	PAP 1415 P10	5,4	14	16	15
	PAP 1420 P10	7,1	14	16	20
	PAP 1425 P10	9	14	16	25
15	PAP 1510 P10	3,8	15	17	10
	PAP 1512 P10	4,6	15	17	12
	PAP 1515 P10	5,7	15	17	15
	PAP 1520 P10	7,6	15	17	20
	PAP 1525 P10	9,5	15	17	25
16	PAP 1610 P10	4	16	18	10
	PAP 1612 P10	4,9	16	18	12
	PAP 1615 P10	6,1	16	18	15
	PAP 1620 P10	8,1	16	18	20
	PAP 1625 P10	10,1	16	18	25
18	PAP 1810 P10	4,5	18	20	10
	PAP 1815 P10	6,8	18	20	15
	PAP 1820 P10	9,1	18	20	20
	PAP 1825 P10	11,3	18	20	25



Casquillos

libres de mantenimiento, con dorso de acero

Serie PAP..P10

Tabla de medidas (continuación) · Medidas en mm					
Diámetro del eje	Referencia	Peso g	Dimensiones		
			D _i	D _o	B ±0,25
20	PAP 2010 P10	7,8	20	23	10
	PAP 2015 P10	11,7	20	23	15
	PAP 2020 P10	15,6	20	23	20
	PAP 2025 P10	19,5	20	23	25
	PAP 2030 P10	23,4	20	23	30
22	PAP 2215 P10	12,7	22	25	15
	PAP 2220 P10	17	22	25	20
	PAP 2225 P10	21,3	22	25	25
	PAP 2230 P10	25,5	22	25	30
24	PAP 2415 P10	13,8	24	27	15
	PAP 2420 P10	18,5	24	27	20
	PAP 2425 P10	23,1	24	27	25
	PAP 2430 P10	27,7	24	27	30
25	PAP 2510 P10	9,6	25	28	10
	PAP 2515 P10	14,4	25	28	15
	PAP 2520 P10	19,2	25	28	20
	PAP 2525 P10	24	25	28	25
	PAP 2530 P10	28,8	25	28	30
	PAP 2540 P10	38,4	25	28	40
28	PAP 2550 P10	48	25	28	50
	PAP 2820 P10	29,1	28	32	20
	PAP 2830 P10	43,7	28	32	30

Tolerancias de montaje recomendadas:

Eje Alojamiento

$d_W < 5$: h6 $d_G \leq 5,5$: H6

$5 \leq d_W < 80$: f7 $5,5 < d_G$: H7

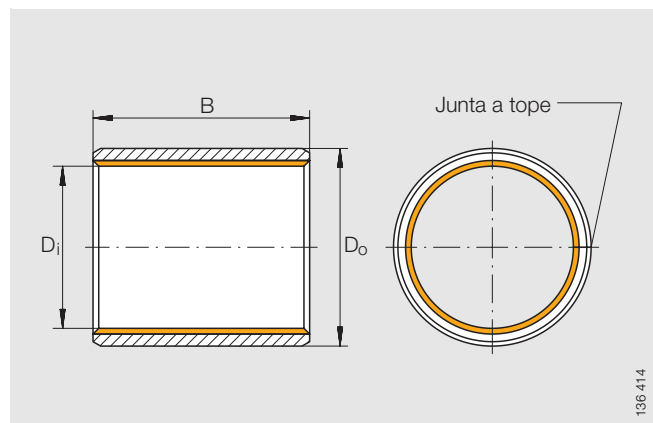
$80 \leq d_W$: h8

Juego radial, espesor de pared y tolerancias de chaflanes, ver página 25.

Casquillos en medidas especiales, sobre consulta.

Casquillos P14, sobre consulta.

Tabla de medidas (continuación) · Medidas en mm					
Diámetro del eje	Referencia	Peso g	Dimensiones		
			D _i	D _o	B ±0,25
30	PAP 3015 P10	23,3	30	34	15
	PAP 3020 P10	31,1	30	34	20
	PAP 3025 P10	38,8	30	34	25
	PAP 3030 P10	46,6	30	34	30
	PAP 3040 P10	62,1	30	34	40
	PAP 3230 P10	49,5	32	36	30
32	PAP 3240 P10	66	32	36	40
	PAP 3520 P10	35,9	35	39	20
35	PAP 3530 P10	53,9	35	39	30
	PAP 3540 P10	71,8	35	39	40
	PAP 3550 P10	89,8	35	39	50
40	PAP 4020 P10	40,8	40	44	20
	PAP 4030 P10	61,2	40	44	30
	PAP 4040 P10	81,5	40	44	40
	PAP 4050 P10	102	40	44	50
45	PAP 4530 P10	87	45	50	30
	PAP 4540 P10	116	45	50	40
	PAP 4550 P10	145	45	50	50
50	PAP 5020 P10	64	50	55	20
	PAP 5030 P10	96	50	55	30
	PAP 5040 P10	128	50	55	40
	PAP 5060 P10	192	50	55	60
55	PAP 5540 P10	140	55	60	40
	PAP 5560 P10	210	55	60	60
60	PAP 6030 P10	114	60	65	30
	PAP 6040 P10	152	60	65	40
	PAP 6060 P10	228	60	65	60
	PAP 6070 P10	266	60	65	70
65	PAP 6530 P10	123	65	70	30
	PAP 6540 P10	164	65	70	40
	PAP 6550 P10	205	65	70	50
	PAP 6560 P10	246	65	70	60
	PAP 6570 P10	288	65	70	70



PAP

Tabla de medidas (continuación) · Medidas en mm

Diámetro del eje	Referencia	Peso g	Dimensiones		
			D _i	D _o	B ±0,25
70	PAP 7040 P10	176	70	75	40
	PAP 7050 P10	221	70	75	50
	PAP 7070 P10	309	70	75	70
75	PAP 7540 P10	189	75	80	40
	PAP 7550 P10	236	75	80	50
	PAP 7560 P10	283	75	80	60
	PAP 7580 P10	377	75	80	80
80	PAP 8040 P10	201	80	85	40
	PAP 8060 P10	301	80	85	60
	PAP 8080 P10	402	80	85	80
	PAP 80100 P10	502	80	85	100
85	PAP 8560 P10	319	85	90	60
	PAP 85100 P10	532	85	90	100
90	PAP 9050 P10	281	90	95	50
	PAP 9060 P10	338	90	95	60
	PAP 90100 P10	563	90	95	100
95	PAP 9560 P10	356	95	100	60
	PAP 95100 P10	593	95	100	100
100	PAP 10050 P10	312	100	105	50
	PAP 10060 P10	374	100	105	60
	PAP 100115 P10	717	100	105	115
105	PAP 10560 P10	392	105	110	60
	PAP 105115 P10	752	105	110	115
110	PAP 11060 P10	411	110	115	60
	PAP 110115 P10	787	110	115	115
115	PAP 11550 P10	357	115	120	50
	PAP 11560 P10	429	115	120	60
	PAP 11570 P10	500	115	120	70

Tolerancias de montaje recomendadas:

Eje Alojamiento
 $d_W < 5$: h6 $d_G \leq 5,5$: H6
 $5 \leq d_W < 80$: f7 $5,5 < d_G$: H7
 $80 \leq d_W$: h8

Juego radial, espesor de pared y tolerancias de chaflanes, ver página 25.

Casquillos en medidas especiales, sobre consulta.

Casquillos P14, sobre consulta.

Tabla de medidas (continuación) · Medidas en mm

Diámetro del eje	Referencia	Peso g	Dimensiones		
			D _i	D _o	B ±0,25
120	PAP 12060 P10	447	120	125	60
	PAP 120100 P10	745	120	125	100
125	PAP 125100 P10	776	125	130	100
130	PAP 13060 P10	484	130	135	60
	PAP 130100 P10	806	130	135	100
135	PAP 13560 P10	502	135	140	60
	PAP 13580 P10	669	135	140	80
140	PAP 14060 P10	520	140	145	60
	PAP 140100 P10	867	140	145	100
150	PAP 15060 P10	557	150	155	60
	PAP 15080 P10	742	150	155	80
	PAP 150100 P10	928	150	155	100
160	PAP 16080 P10	791	160	165	80
	PAP 160100 P10	989	160	165	100
180	PAP 180100 P10	1110	180	185	100
200	PAP 200100 P10	1232	200	205	100
220	PAP 220100 P10	1354	220	225	100
250	PAP 250100 P10	1536	250	255	100
300	PAP 300100 P10	1840	300	305	100



Casquillos

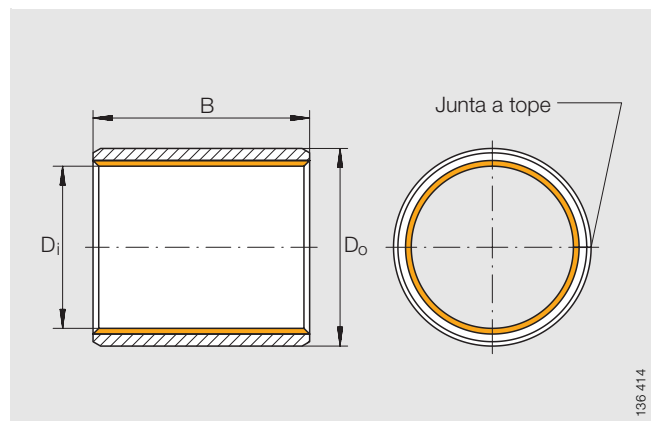
libres de mantenimiento, con dorso de acero
Medidas en pulgadas

Serie PAPZ..P10

Tabla de medidas · Medidas en pulgadas/mm					
Diámetro del eje	Referencia	Peso g	Dimensiones		
			D _i	D _o	B
$\frac{3}{16}$ 4,763	PAPZ 0303 P10	0,5	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{16}$
			4,763	6,35	4,76±0,25
	PAPZ 0304 P10	0,7	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$
			4,763	6,35	6,35±0,25
	PAPZ 0306 P10	1	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$
			4,763	6,35	9,53±0,25
$\frac{1}{4}$ 6,35	PAPZ 0404 P10	0,9	$\frac{1}{4}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{1}{4}$
			6,35	7,938	6,35±0,25
	PAPZ 0406 P10	1,3	$\frac{1}{4}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{3}{8}$
			6,35	7,938	9,53±0,25
	PAPZ 0408 P10	1,7	$\frac{1}{4}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{1}{2}$
			6,35	7,938	12,7±0,25
$\frac{5}{16}$ 7,938	PAPZ 0504 P10	1	$\frac{5}{16}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{4}$
			7,938	9,525	6,35±0,25
	PAPZ 0506 P10	1,6	$\frac{5}{16}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{8}$
			7,938	9,525	9,53±0,25
$\frac{3}{8}$ 9,525	PAPZ 0603 P10	1,5	$\frac{3}{8}$	$\frac{15}{32}$	$\frac{3}{16}$
			9,525	11,906	4,76±0,25
	PAPZ 0604 P10	1,9	$\frac{3}{8}$	$\frac{15}{32}$	$\frac{1}{4}$
			9,525	11,906	6,35±0,25
	PAPZ 0606 P10	2,9	$\frac{3}{8}$	$\frac{15}{32}$	$\frac{3}{8}$
			9,525	11,906	9,53±0,25
	PAPZ 0608 P10	3,9	$\frac{3}{8}$	$\frac{15}{32}$	$\frac{1}{2}$
			9,525	11,906	12,70±0,25
	PAPZ 0610 P10	4,9	$\frac{3}{8}$	$\frac{15}{32}$	$\frac{5}{8}$
			9,525	11,906	15,88±0,25
PAPZ 0612 P10	5,8		$\frac{3}{8}$	$\frac{15}{32}$	$\frac{3}{4}$
			9,525	11,906	19,05±0,25

Tolerancias de montaje recomendadas, espesor de pared, juego radial y tolerancias de chaflanes, ver página 28.
Casquillos en medidas especiales, sobre consulta.

Tabla de medidas (continuación) · Medidas en pulgadas/mm					
Diámetro del eje	Referencia	Peso g	Dimensiones		
			D _i	D _o	B
$\frac{7}{16}$ 11,113	PAPZ 0706 P10	3,4	$\frac{7}{16}$	$\frac{17}{32}$	$\frac{3}{8}$
			11,113	13,494	9,53±0,25
	PAPZ 0708 P10	4,5	$\frac{7}{16}$	$\frac{17}{32}$	$\frac{1}{2}$
			11,113	13,494	12,70±0,25
	PAPZ 0710 P10	5,6	$\frac{7}{16}$	$\frac{17}{32}$	$\frac{5}{8}$
			11,113	13,494	15,88±0,25
$\frac{1}{2}$ 12,7	PAPZ 0712 P10	6,7	$\frac{7}{16}$	$\frac{17}{32}$	$\frac{3}{4}$
			11,113	13,494	19,05±0,25
	PAPZ 0804 P10	2,5	$\frac{1}{2}$	$\frac{19}{32}$	$\frac{1}{4}$
			12,7	15,081	6,35±0,25
	PAPZ 0806 P10	3,8	$\frac{1}{2}$	$\frac{19}{32}$	$\frac{3}{8}$
			12,7	15,081	9,53±0,25
PAPZ 0808 P10	5		$\frac{1}{2}$	$\frac{19}{32}$	$\frac{1}{2}$
			12,7	15,081	12,70±0,25
	PAPZ 0810 P10	6,3	$\frac{1}{2}$	$\frac{19}{32}$	$\frac{5}{8}$
			12,7	15,081	15,88±0,25
	PAPZ 0812 P10	7,6	$\frac{1}{2}$	$\frac{19}{32}$	$\frac{3}{4}$
			12,7	15,081	19,05±0,25
PAPZ 0814 P10	8,8		$\frac{1}{2}$	$\frac{19}{32}$	$\frac{7}{8}$
			12,7	15,081	22,23±0,25
$\frac{9}{16}$ 14,288	PAPZ 0906 P10	4,2	$\frac{9}{16}$	$\frac{21}{32}$	$\frac{3}{8}$
			14,288	16,669	9,53±0,25
	PAPZ 0908 P10	5,6	$\frac{9}{16}$	$\frac{21}{32}$	$\frac{1}{2}$
			14,288	16,669	12,70±0,25
	PAPZ 0912 P10	8,4	$\frac{9}{16}$	$\frac{21}{32}$	$\frac{3}{4}$
			14,288	16,669	19,05±0,25
$\frac{5}{8}$ 15,875	PAPZ 1004 P10	3,1	$\frac{5}{8}$	$\frac{23}{32}$	$\frac{1}{4}$
			15,875	18,256	6,35±0,25
	PAPZ 1008 P10	6,2	$\frac{5}{8}$	$\frac{23}{32}$	$\frac{1}{2}$
			15,875	18,256	12,70±0,25
	PAPZ 1010 P10	7,7	$\frac{5}{8}$	$\frac{23}{32}$	$\frac{5}{8}$
			15,875	18,256	15,88±0,25
PAPZ 1012 P10	9,3		$\frac{5}{8}$	$\frac{23}{32}$	$\frac{3}{4}$
			15,875	18,256	19,05±0,25
PAPZ 1014 P10	10,8		$\frac{5}{8}$	$\frac{23}{32}$	$\frac{7}{8}$
			15,875	18,256	22,23±0,25



PAPZ

Tabla de medidas (continuación) · Medidas en *pulgadas/mm*

Diámetro del eje	Referencia	Peso g	Dimensiones		
			D _i	D _o	B
11/16 17,463	PAPZ 1112 P10	10,2	11/16	25/32	3/4
			17,463	19,844	19,05±0,25
3/4 19,05	PAPZ 1204 P10	5	3/4	7/8	1/4
			19,05	22,225	6,35±0,25
	PAPZ 1206 P10	7,5	3/4	7/8	3/8
			19,05	22,225	9,53±0,25
	PAPZ 1208 P10	10,1	3/4	7/8	1/2
			19,05	22,225	12,70±0,25
	PAPZ 1210 P10	12,6	3/4	7/8	5/8
			19,05	22,225	15,88±0,25
7/8 22,225	PAPZ 1412 P10	17,4	7/8	1	3/4
			22,225	25,4	19,05±0,25
1 25,4	PAPZ 1416 P10	23,2	7/8	1	1
			22,225	25,4	25,40±0,25
	PAPZ 1606 P10	9,9	1	1 1/8	3/8
			25,4	28,575	9,53±0,25
	PAPZ 1608 P10	13,1	1	1 1/8	1/2
			25,4	28,575	12,70±0,25
	PAPZ 1612 P10	19,7	1	1 1/8	3/4
			25,4	28,575	19,05±0,25
	PAPZ 1614 P10	23	1	1 1/8	7/8
			25,4	28,575	22,23±0,25
1 1/8 31,75	PAPZ 1616 P10	26,3	1	1 1/8	1
			25,4	28,575	25,40±0,25
	PAPZ 1620 P10	32,9	1	1 1/8	1 1/4
			25,4	28,575	31,75±0,25
1 1/4 31,75	PAPZ 1624 P10	39,4	1	1 1/8	1 1/2
			25,4	28,575	38,10±0,25

Tolerancias de montaje recomendadas, espesor de pared, juego radial y tolerancias de chaflanes, ver página 28.

Casquillos en medidas especiales, sobre consulta.

Tabla de medidas (continuación) · Medidas en *pulgadas/mm*

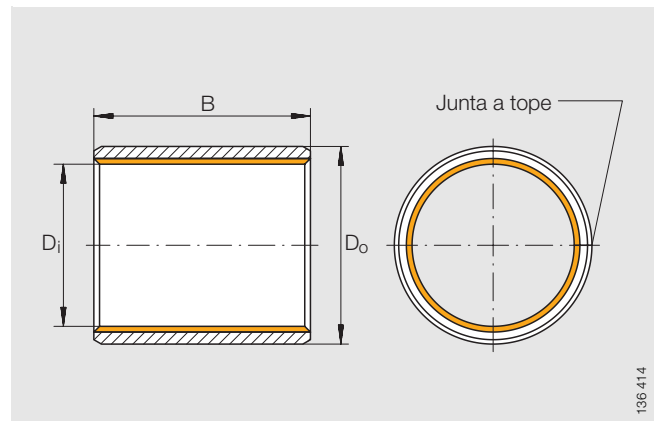
Diámetro del eje	Referencia	Peso g	Dimensiones		
			D _i	D _o	B
1 1/8 28,575	PAPZ 1808 P10	18,7	1 1/8	1 9/32	1/2
			28,575	32,544	12,70±0,25
	PAPZ 1812 P10	28	1 1/8	1 9/32	3/4
			28,575	32,544	19,05±0,25
1 1/4 31,75	PAPZ 1816 P10	37,4	1 1/8	1 9/32	1
			28,575	32,544	25,40±0,25
	PAPZ 2006 P10	15,5	1 1/4	1 13/32	3/8
			31,75	35,719	9,53±0,25
	PAPZ 2012 P10	30,9	1 1/4	1 13/32	3/4
			31,75	35,719	19,05±0,25
	PAPZ 2016 P10	41,3	1 1/4	1 13/32	1
			31,75	35,719	25,40±0,25
1 3/8 34,925	PAPZ 2020 P10	51,6	1 1/4	1 13/32	1 1/4
			31,75	35,719	31,75±0,25
	PAPZ 2206 P10	16,9	1 3/8	1 17/32	3/8
			34,925	38,894	9,53±0,25
	PAPZ 2208 P10	22,6	1 3/8	1 17/32	1/2
			34,925	38,894	12,70±0,25
	PAPZ 2210 P10	28,2	1 3/8	1 17/32	5/8
			34,925	38,894	15,88±0,25
	PAPZ 2212 P10	33,9	1 3/8	1 17/32	3/4
			34,925	38,894	19,05±0,25
	PAPZ 2216 P10	45,1	1 3/8	1 17/32	1
			34,925	38,894	25,40±0,25
1 3/4 44,45	PAPZ 2224 P10	67,7	1 3/8	1 17/32	1 1/2
			34,925	38,894	38,10±0,25
1 3/4 44,45	PAPZ 2228 P10	79	1 3/8	1 17/32	1 3/4
			34,925	38,894	44,45±0,25



Casquillos

libres de mantenimiento, con dorso de acero
Medidas en pulgadas

Serie PAPZ..P10



PAPZ

Tabla de medidas (continuación) · Medidas en pulgadas/mm					
Diámetro del eje	Referencia	Peso g	Dimensiones		
			Di	Do	B
1 1/2 38,1	PAPZ 2408 P10	24,5	1 1/2 38,1	1 21/32 42,069	1 1/2 12,70±0,25
	PAPZ 2416 P10	49	1 1/2 38,1	1 21/32 42,069	1 25,40±0,25
	PAPZ 2420 P10	61	1 1/2 38,1	1 21/32 42,069	1 1/4 31,75±0,25
	PAPZ 2424 P10	74	1 1/2 38,1	1 21/32 42,069	1 1/2 38,10±0,25
	PAPZ 2432 P10	98	1 1/2 38,1	1 21/32 42,069	2 50,80±0,25
	PAPZ 2616 P10	53	1 5/8 41,275	1 25/32 45,244	1 25,40±0,25
1 5/8 41,275	PAPZ 2624 P10	79	1 5/8 41,275	1 25/32 45,244	1 1/2 38,10±0,25
	PAPZ 2816 P10	69	1 3/4 44,45	1 15/16 49,213	1 25,40±0,25
1 3/4 44,45	PAPZ 2824 P10	103	1 3/4 44,45	1 15/16 49,213	1 1/2 38,10±0,25
	PAPZ 2832 P10	138	1 3/4 44,45	1 15/16 49,213	2 50,80±0,25
	PAPZ 2832 P10	138	1 3/4 44,45	1 15/16 49,213	2 50,80±0,25

Tolerancias de montaje recomendadas, espesor de pared, juego radial y tolerancias de chaflanes, ver página 28.

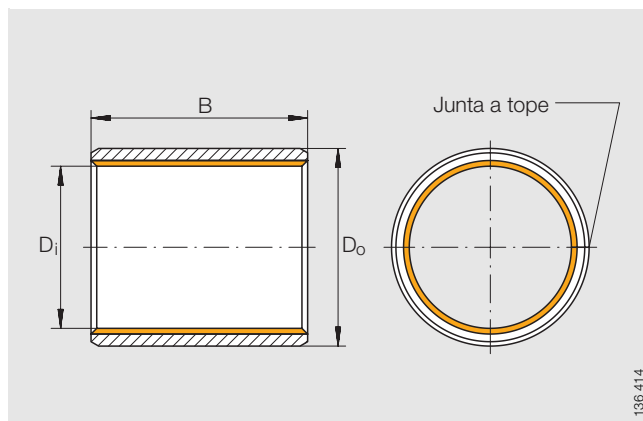
Casquillos en medidas especiales, sobre consulta.

Tabla de medidas (continuación) · Medidas en pulgadas/mm					
Diámetro del eje	Referencia	Peso g	Dimensiones		
			Di	Do	B
2 50,8	PAPZ 3216 P10	78	2 50,8	2 3/16 55,563	1 25,4±0,25
	PAPZ 3224 P10	117	2 50,8	2 3/16 55,563	1 1/2 38,1±0,25
	PAPZ 3232 P10	157	2 50,8	2 3/16 55,563	2 50,8±0,25
	PAPZ 3240 P10	196	2 50,8	2 3/16 55,563	2 1/2 63,5±0,25
	PAPZ 3240 P10	196	2 50,8	2 3/16 55,563	2 1/2 63,5±0,25

Casquillos

libres de mantenimiento, con dorso de bronce

Serie PAP..P11



PAP

Tabla de medidas · Medidas en mm

Diámetro del eje	Referencia	Peso g	Dimensiones		
			Di	Do	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

Tolerancias de montaje recomendadas:

Eje Alojamiento

 $d_W < 80$: f7 H7

 $d_W \geq 80$: h8

Juego radial, espesor de pared y tolerancias de chaflanes, ver página 25.

Casquillos en medidas especiales, sobre consulta.

Tabla de medidas (continuación) · Medidas en mm

Diámetro del eje	Referencia	Peso g	Dimensiones		
			Di	Do	B ±0,25
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	PAP 2430 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
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
95	PAP 9560 P11	391	95	100	60
100	PAP 10060 P11	411	100	105	60
	PAP 100115 P11	788	100	105	115

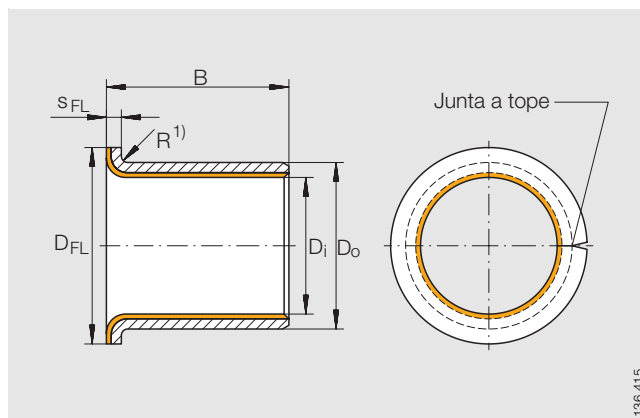
Casquillos con valona

libres de mantenimiento, con dorso de acero

Serie PAF..P10

libres de mantenimiento, con dorso de bronce

Serie PAF..P11



PAF

Tabla de medidas · Medidas en mm							
Diámetro del eje	Referencia PAF..P10	Peso g	Dimensiones				
			Di	Do	DFL ±0,5	B ±0,25	SFL -0,2
6	PAF 06040 P10	0,9	6	8	12	4	1
	PAF 06070 P10	1,4	6	8	12	7	1
	PAF 06080 P10	1,6	6	8	12	8	1
8	PAF 08055 P10	1,7	8	10	15	5,5	1
	PAF 08075 P10	2,1	8	10	15	7,5	1
	PAF 08095 P10	2,5	8	10	15	9,5	1
10	PAF 10070 P10	2,5	10	12	18	7	1
	PAF 10090 P10	3	10	12	18	9	1
	PAF 10120 P10	3,8	10	12	18	12	1
	PAF 10170 P10	5	10	12	18	17	1
12	PAF 12070 P10	3	12	14	20	7	1
	PAF 12090 P10	3,6	12	14	20	9	1
	PAF 12120 P10	4,5	12	14	20	12	1
	PAF 12170 P10	5,9	12	14	20	17	1
14	PAF 14120 P10	5,1	14	16	22	12	1
	PAF 14170 P10	6,9	14	16	22	17	1
15	PAF 15090 P10	4,4	15	17	23	9	1
	PAF 15120 P10	5,5	15	17	23	12	1
	PAF 15170 P10	7,3	15	17	23	17	1
16	PAF 16120 P10	5,8	16	18	24	12	1
	PAF 16170 P10	7,8	16	18	24	17	1
18	PAF 18120 P10	6,5	18	20	26	12	1
	PAF 18170 P10	8,7	18	20	26	17	1
	PAF 18220 P10	10,9	18	20	26	22	1
20	PAF 20115 P10	11,4	20	23	30	11,5	1,5
	PAF 20165 P10	15,1	20	23	30	16,5	1,5
	PAF 20215 P10	18,9	20	23	30	21,5	1,5
25	PAF 25115 P10	14	25	28	35	11,5	1,5
	PAF 25165 P10	18,6	25	28	35	16,5	1,5
	PAF 25215 P10	23,5	25	28	35	21,5	1,5
30	PAF 30160 P10	30,5	30	34	42	16	2
	PAF 30260 P10	45,5	30	34	42	26	2
35	PAF 35160 P10	35	35	39	47	16	2
	PAF 35260 P10	53	35	39	47	26	2
40	PAF 40260 P10	61	40	44	53	26	2

Tabla de medidas · Medidas en mm							
Diámetro del eje	Referencia PAF..P11	Peso g	Dimensiones				
			Di	Do	DFL ±0,5	B ±0,25	SFL -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
	PAF 30160 P11	33,5	30	34	42	16	2
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

Tolerancias de montaje recomendadas:

Eje f7 Alojamiento H7

Juego radial, espesor de pared y tolerancias de chaflanes, ver página 25.

Casquillos en medidas especiales, sobre consulta.

Casquillos P14, sobre consulta.

1) Diámetro interior Radio

Di ≤8: R1-0,5

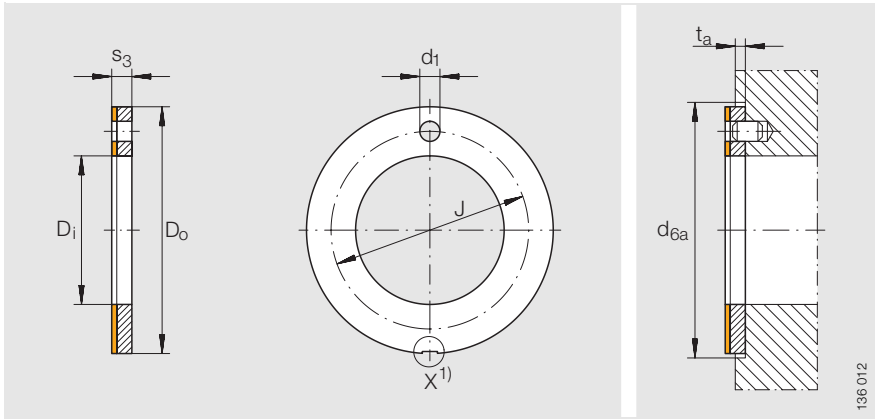
Di >8: R1±0,5

Permaglide®

Discos de fricción

libres de mantenimiento,
con dorso de acero

Serie PAW..P10

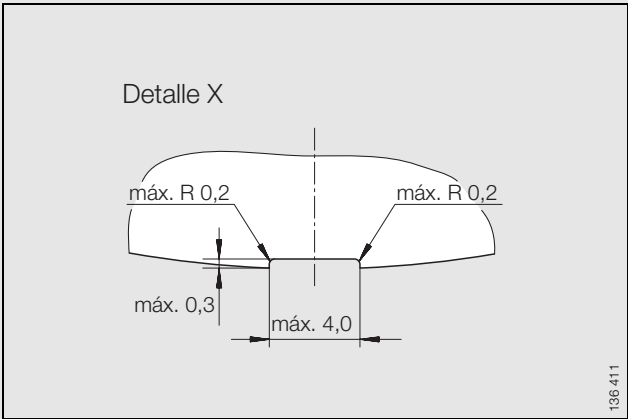


PAW

Tabla de medidas · Medidas en mm								
Referencia	Peso	Dimensiones					Medidas de montaje	
		Di	Do	s3	J	d1	ta	d6a
	g	+0,25	−0,25	−0,05	±0,12	+0,4 +0,1	±0,2	+0,12
PAW 10 P10	2,7	10	20	1,5	15	1,5	1	20
PAW 12 P10	3,9	12	24	1,5	18	1,5	1	24
PAW 14 P10	4,3	14	26	1,5	20	2	1	26
PAW 16 P10	5,8	16	30	1,5	22	2	1	30
PAW 18 P10	6,3	18	32	1,5	25	2	1	32
PAW 20 P10	8,1	20	36	1,5	28	3	1	36
PAW 22 P10	8,7	22	38	1,5	30	3	1	38
PAW 26 P10	11,4	26	44	1,5	35	3	1	44
PAW 28 P10	13,7	28	48	1,5	38	4	1	48
PAW 32 P10	17,1	32	54	1,5	43	4	1	54
PAW 38 P10	21,5	38	62	1,5	50	4	1	62
PAW 42 P10	23,5	42	66	1,5	54	4	1	66
PAW 48 P10	38,5	48	74	2	61	4	1,5	74
PAW 52 P10	41	52	78	2	65	4	1,5	78
PAW 62 P10	52	62	90	2	76	4	1,5	90

Discos de fricción en medidas especiales, sobre consulta.
Discos de fricción PAW..P11, sobre consulta.
Discos P14, sobre consulta.

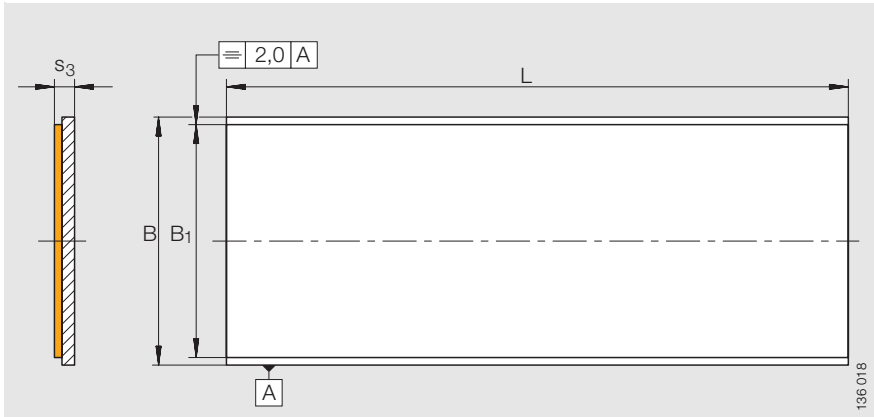
1) Máximo admisible, 4 rebajes en el diámetro exterior.
Posición arbitraria.



Tiras

libres de mantenimiento,
con dorso de acero
Serie PAS..P10

libres de mantenimiento,
con dorso de bronce
Serie PAS..P11



PAS..P10, PAS..P11

Tabla de medidas · Medidas en mm					
Referencia PAS..P10	Peso g	Dimensiones			
		s_3	B	B_1	L
		-0,04	+1,5		+3
PAS 05180 P10	330	0,5	180	168	500
PAS 07180 P10¹⁾	506	0,75	180	168	500
PAS 07250 P10²⁾	703	0,75	250	238	500
PAS 10250 P10	948	1	250	238	500
PAS 15250 P10	1 439	1,5	250	238	500
PAS 20250 P10	1 930	2	250	238	500
PAS 25250 P10	2 420	2,5	250	238	500
PAS 30250 P10	2 970	3,06	250	238	500

Tiras en medidas especiales, sobre consulta.

Tiras P14, sobre consulta.

B = Ancho total

B_1 = Ancho útil

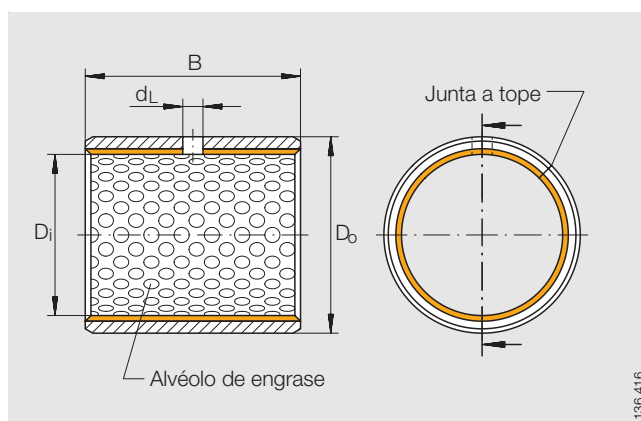
- 1) Tipo que deja de fabricarse;
cuando se agote el stock se sustituirá por PAS 07250 P10.
- 2) Suministrable solamente después de agotado el stock
de PAS 07180 P10.

Tabla de medidas · Medidas en mm					
Referencia PAS..P11	Peso g	Dimensiones			
		s_3	B	B_1	L
		-0,04	+1,5		+3
PAS 10160 P11	658	1	160	148	500
PAS 15180 P11	1 132	1,5	180	168	500
PAS 20180 P11	1 523	2	180	168	500
PAS 25180 P11	1 915	2,5	180	168	500

Casquillos

de escaso mantenimiento

Serie PAP..P20



PAP

Tabla de medidas · Medidas en mm						
Diámetro del eje	Referencia	Peso g	Dimensiones			
			Di	D ₀	B ±0,25	d _L
8	PAP 0808 P20	1,6	8	10	8	— ¹⁾
	PAP 0810 P20	2	8	10	10	— ¹⁾
	PAP 0812 P20	2,4	8	10	12	— ¹⁾
10	PAP 1008 P20	2	10	12	8	— ¹⁾
	PAP 1010 P20	2,4	10	12	10	3
	PAP 1015 P20	3,7	10	12	15	3
12	PAP 1210 P20	2,9	12	14	10	3
	PAP 1212 P20	3,5	12	14	12	3
	PAP 1215 P20	4,4	12	14	15	3
	PAP 1220 P20	5,9	12	14	20	3
14	PAP 1420 P20	6,8	14	16	20	3
15	PAP 1510 P20	3,6	15	17	10	3
	PAP 1515 P20	5,4	15	17	15	3
	PAP 1525 P20	9	15	17	25	3
16	PAP 1612 P20	4,6	16	18	12	3
	PAP 1615 P20	5,7	16	18	15	3
	PAP 1620 P20	7,7	16	18	20	3
18	PAP 1815 P20	6,4	18	20	15	3
	PAP 1820 P20	8,6	18	20	20	3
20	PAP 2015 P20	11,2	20	23	15	3
	PAP 2020 P20	15	20	23	20	3
	PAP 2025 P20	18,8	20	23	25	3
	PAP 2030 P20	22,5	20	23	30	3
22	PAP 2220 P20	16,4	22	25	20	3
25	PAP 2515 P20	13,9	25	28	15	4
	PAP 2520 P20	18,5	25	28	20	4
	PAP 2525 P20	23,1	25	28	25	4
	PAP 2530 P20	27,8	25	28	30	4
28	PAP 2830 P20	42,6	28	32	30	4
30	PAP 3020 P20	30,3	30	34	20	4
	PAP 3025 P20	37,8	30	34	25	4
	PAP 3030 P20	45,4	30	34	30	4
	PAP 3040 P20	60,6	30	34	40	4
32	PAP 3230 P20	48,2	32	36	30	4

Tabla de medidas (continuación) · Medidas en mm						
Diámetro del eje	Referencia	Peso g	Dimensiones			
			Di	D ₀	B ±0,25	d _L
35	PAP 3520 P20	35	35	39	20	4
	PAP 3530 P20	52,5	35	39	30	4
	PAP 3550 P20	87,5	35	39	50	4
40	PAP 4020 P20	39,7	40	44	20	4
	PAP 4030 P20	59,6	40	44	30	4
	PAP 4040 P20	79,5	40	44	40	4
	PAP 4050 P20	99,3	40	44	50	4
45	PAP 4540 P20	113	45	50	40	5
	PAP 4550 P20	142	45	50	50	5
50	PAP 5025 P20	78	50	55	25	5
	PAP 5040 P20	125	50	55	40	5
	PAP 5060 P20	188	50	55	60	5
55	PAP 5540 P20	137	55	60	40	5
60	PAP 6030 P20	112	60	65	30	6
	PAP 6040 P20	149	60	65	40	6
	PAP 6060 P20	224	60	65	60	6
70	PAP 7040 P20	173	70	75	40	6
	PAP 7050 P20	216	70	75	50	6
	PAP 7070 P20	303	70	75	70	6
75	PAP 7540 P20	185	75	80	40	6
	PAP 7580 P20	370	75	80	80	6
80	PAP 8040 P20	197	80	85	40	6
	PAP 8055 P20	271	80	85	55	6
	PAP 8060 P20	295	80	85	60	6
	PAP 8080 P20	394	80	85	80	6
90	PAP 9060 P20	331	90	95	60	6
100	PAP 10050 P20	305	100	105	50	8
	PAP 10060 P20	366	100	105	60	8

Tolerancias de montaje recomendadas:

Eje h8 Alojamiento H7

Juego radial, espesor de pared y tolerancias de chaflanes, ver página 25.

La deformación del agujero de engrase debida al curvado, es admisible.

Casquillos en medidas especiales, sobre consulta.

¹⁾ Sin agujero de engrase.

Discos de fricción

de escaso mantenimiento

Serie PAW..P20

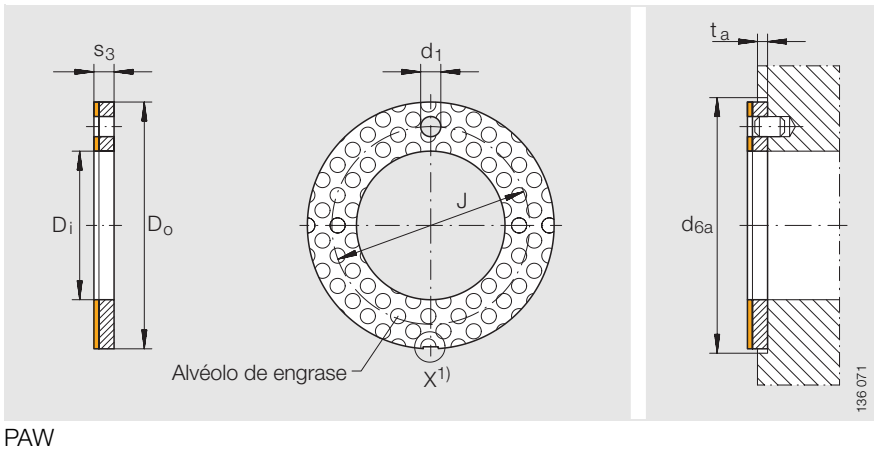
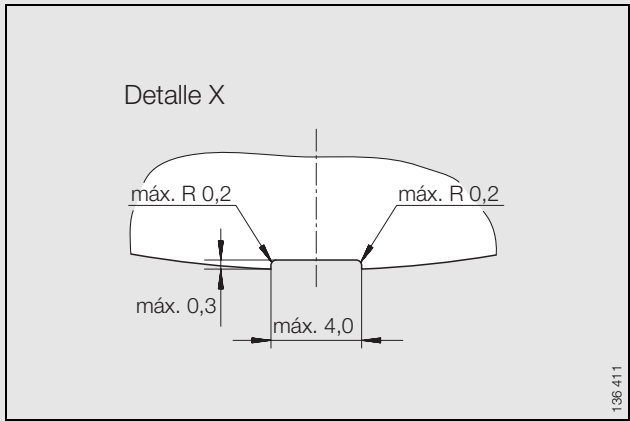


Tabla de medidas · Medidas en mm								
Referencia	Peso g	Dimensiones					Medidas de montaje	
		Di +0,25	Do -0,25	s3 -0,05	J ±0,12	d1 +0,4 +0,1	ta ±0,2	d6a +0,12
PAW 12 P20	3,8	12	24	1,5	18	1,5	1	24
PAW 14 P20	4,2	14	26	1,5	20	2	1	26
PAW 18 P20	6,1	18	32	1,5	25	2	1	32
PAW 20 P20	7,8	20	36	1,5	28	3	1	36
PAW 22 P20	8,4	22	38	1,5	30	3	1	38
PAW 26 P20	11	26	44	1,5	35	3	1	44
PAW 28 P20	13,3	28	48	1,5	38	4	1	48
PAW 32 P20	16,5	32	54	1,5	43	4	1	54
PAW 38 P20	21	38	62	1,5	50	4	1	62
PAW 42 P20	22,5	42	66	1,5	54	4	1	66
PAW 48 P20	37,5	48	74	2	61	4	1,5	74
PAW 52 P20	40	52	78	2	65	4	1,5	78

Discos de fricción en medidas especiales, sobre consulta.

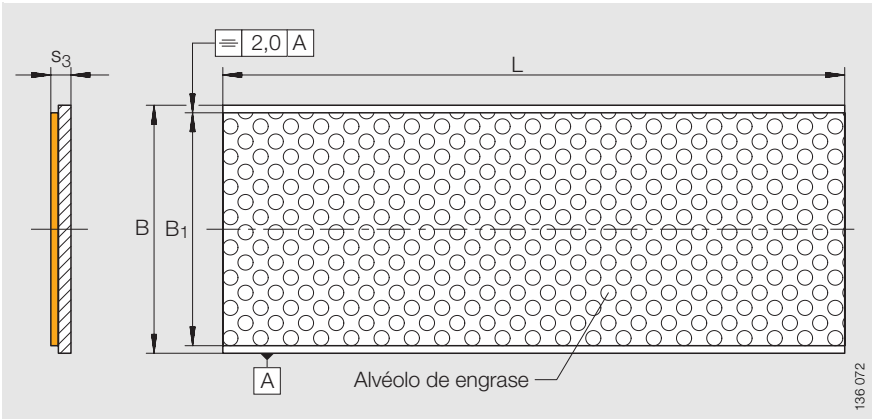
1) Máximo admisible, 4 rebajes en el diámetro exterior.
Posición arbitraria.



Tiras

de escaso mantenimiento

Series PAS..P20
PAS..P21
PAS..P22



PAS..P20, con alveolos de engrase
PAS..P21, con excedente para mecanizar y alveolos de engrase

Tabla de medidas · Medidas en mm					
Referencia PAS..P20	Peso g	Dimensiones			
		s ₃	B	B ₁	L
		-0,04	+1,5		+3
PAS 10180 P20	640	0,99	180	168	500
PAS 15180 P20	986	1,48	180	168	500
PAS 20180 P20	1332	1,97	180	168	500
PAS 25180 P20	1678	2,46	180	168	500

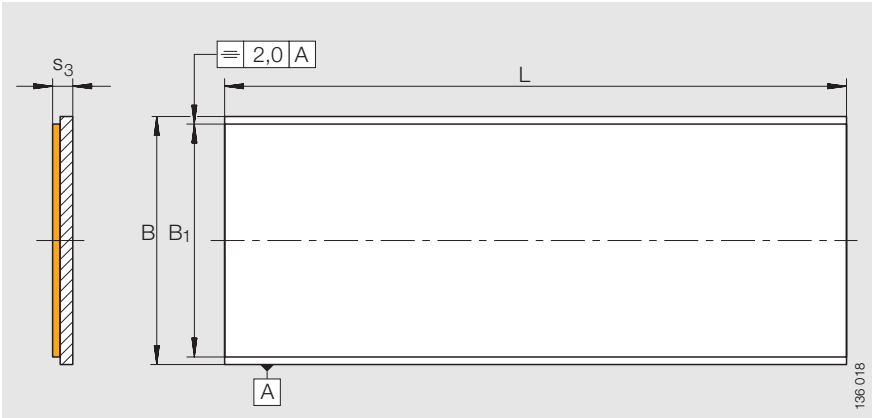
B = Ancho total
B₁ = Ancho útil
Tiras en medidas especiales, sobre consulta.

Tabla de medidas · Medidas en mm					
Referencia PAS..P21	Peso g	Dimensiones			
		s ₃ ¹⁾	B	B ₁	L
		-0,04	+1,5		+3
PAS 10180 P21	711	1,11	180	168	500
PAS 15180 P21	1064	1,61	180	168	500
PAS 20180 P21	1418	2,11	180	168	500
PAS 25180 P21	1785	2,63	180	168	500

Suministro sobre consulta.
1) Excedente para mecanizar: 0,15 mm.

Tabla de medidas · Medidas en mm					
Referencia PAS..P22	Peso g	Dimensiones			
		s ₃ ¹⁾	B	B ₁	L
		-0,04	+1,5		+3
PAS 10180 P22	711	1,11	180	168	500
PAS 15180 P22	1064	1,61	180	168	500
PAS 20180 P22	1418	2,11	180	168	500
PAS 25180 P22	1785	2,63	180	168	500

Suministro sobre consulta.
1) Excedente para mecanizar: 0,15 mm.



PAS..P22, con excedente para mecanizar, sin alveolos de engrase



Piezas especiales

Casquillos lineales de fricción

Además del programa de catálogo, existen numerosas piezas especiales:

- de cada uno de los materiales de fricción Permaglide®
- con medidas especiales
- en forma de piezas combinadas ①, ②
 - ajustadas en el interior de anillos
 - recubiertas de plástico
- de formas diversas ⑦, ⑭
 - casquillos con ranuras y agujeros ③, ⑤
 - casquillos con ranuras de engrase ④, ⑥
 - piezas troqueladas ⑬, ⑮, ⑯
 - casquetes esféricos ⑩, ⑪, ⑫
 - medios casquillos ⑰, ⑱
- con la capa deslizante en el exterior ⑧, ⑨
- con las más variadas formas de la junta ⑨.

Estas piezas especiales son una pequeña selección de las fabricadas hasta ahora.

Es posible suministrar piezas especiales con las siguientes medidas:

- diámetro exterior del casquillo entre 3 mm y 305 mm (en casos especiales, hasta 800 mm)
- ancho de tiras hasta 250 mm
- espesores de pared desde 0,5 mm hasta 3,06 mm

⚠ ¡La posibilidad de realizar piezas especiales debe ser analizada, no solamente en lo referente a la geometría, sino también a los costes! Rogamos consultar.

Permaglide® Casquillos lineales de fricción

Los casquillos de deslizamiento lineal Permaglide® PAB constan de un anillo exterior con dos casquillos Permaglide® PAP..P20 ⑲, montados a prensa en su interior. En la ejecución PABO, tienen un segmento abierto, para montar sobre ejes apoyados en carriles-soporte.

Las unidades de deslizamiento lineal Permaglide® PAGH y PAGBA constan de un soporte y de un casquillo de deslizamiento lineal Permaglide® PAB o PABO ⑳, montado a presión.



Más información sobre casquillos lineales de fricción Permaglide®: Catálogo INA 801 "Guías lineales con rodillos-guía – Sistemas de guiado por eje" CD ROM "medias® professional".



136 409



136 410



Índice alfabético

A

Ajuste a prensa y juego radial	24
Temperaturas elevadas	27
Tolerancias reducidas	24
Alineación	23
Alojamientos	19
Chaflanes	19
Disposición. Casquillos y casquillos con valona	19
Disposición. Discos de fricción	20
Otras técnicas de fijación	20
Alveolos de engrase. Permaglides® P20, P21	44
Ángulo de oscilación	13

C

Cálculo de la duración de vida	
Campo de validez, Permaglides® P1	11
Campo de validez, Permaglides® P2	11
Datos de cargas admisibles	11
Esquema del cálculo de la duración de vida	11
Valores orientativos, para condiciones especiales de funcionamiento	11
Calcular la presión específica sobre el apoyo	12
Calibrado. Permaglides® P1	42
Calidad superficial. Superficie de deslizamiento	21
Campo de validez del cálculo de la duración de vida	
Permaglides® P1	11
Permaglides® P2	11
Capa de bronce	
Mecanizado de Permaglides® P2	47
Permaglides® P1	36
Permaglides® P2	44
Capa de bronce. Permaglides® P2	44
Capa deslizante. Permaglides® P1	36
Carga específica sobre el apoyo	
Permaglides® P1, admisible	37
Permaglides® P2, admisible	45
Carrera del movimiento lineal	16

Casquillo. Casquillo con valona	
Ángulo de oscilación	13
Cálculo del esfuerzo de montaje a prensa	32
Disposición de los apoyos	19
Espesor de pared	25
Frecuencia de oscilación	13
Juego radial	24
Montaje a prensa	30
Casquillos de fricción Permaglides® P1	
Casquillos	50
Casquillos con valona	50
Discos de fricción	50
Tiras	50
Chaflán exterior	
Dimensiones métricas	25
Medidas en pulgadas	29
Chaflanes	
Chaflanes en el agujero del alojamiento	19
Chaflanes en los casquillos	
Dimensiones métricas	25
Medidas en pulgadas	29
Coefficiente de dilatación térmica	
Permaglides® P1	37
Permaglides® P2	45
Coefficiente de Poisson	32
Coefficiente de rozamiento	
Permaglides® P1	38
Permaglides® P2	46
Comportamiento en funcionamiento. Permaglides® P1	40
Condiciones especiales de funcionamiento	
Valores orientativos para Permaglides® P1	11
Conductividad eléctrica, Permaglides® P1	39
Conductividad térmica	
Permaglides® P1	37
Permaglides® P2	45
Conservación	35
Conversión	6
Corrosión electroquímica de contacto	
Permaglides® P1	39
Permaglides® P2	46

D	
Datos de cargas admisibles	
Permaglide® P1	11
Permaglide® P2	11
Denominaciones y unidades de medida	7
Diámetro exterior	
Tolerancias según DIN ISO 3547-2	25
DIN ISO 3547. Sustitución	25
Diámetro exterior	25
Espesor de pared	25
Disco de fricción	
Ángulo de oscilación	13
Calcular la presión específica sobre el apoyo	12
Cálculo de la duración de vida	12
Disposición de los apoyos	20
Fijación de un disco de fricción	20
Frecuencia de oscilación	13
Velocidad de deslizamiento	12
Disposición de los apoyos	
Alineación	23
Alojamientos	19
Eje	21
Evacuación del calor	22
Mecanizado de los casquillos	22
Obturaciones	22
Superficie de deslizamiento	21
Duración de vida	10
Cálculo de la duración de vida nominal	10
Duración de vida nominal	12
Duración de vida útil	10
Ejemplos de cálculo	17
Duración de vida nominal	
Carga específica sobre el apoyo	12
Factores de corrección	14
Movimiento de giro	12
Movimiento de oscilación	12
Movimiento lineal. Permaglide® P1	12
Velocidad de deslizamiento	12
Duración de vida útil	10

E	
Eje. Disposición de los apoyos	21
Ejecuciones especiales.	
de Permaglide® P1	43
de Permaglide® P2	48
Ejemplo de cálculo	
Casquillo PAP..P10	17
Disco de fricción PAW..P20	18
Ejemplo de pedido	52
Encolado	20
Esfuerzo de montaje a prensa	
Ejemplo de cálculo	34
Espesor de pared	
Dimensiones métricas	25
Medidas en pulgadas	28
Evacuación del calor	22
Excedente para mecanizar. Permaglide® P2	44
F	
Factores de corrección	
Factor de corrección: carga	14
Factor de corrección: caso de carga	14
Factor de corrección: material	14
Factor de corrección: movimiento lineal	16
Factor de corrección: profundidad de la rugosidad	14
Factor de corrección: temperatura	14
Factor de corrección: velocidad	14
Fijar con clavijas	20
Formación de pasta. Permaglide® P1	39
Formas constructivas	50
Frecuencia de oscilación	13
Fuerza para el montaje a prensa	32
Funcionamiento hidrodinámico	
Permaglide® P1	40
Permaglide® P2	47
Superficie de deslizamiento	21

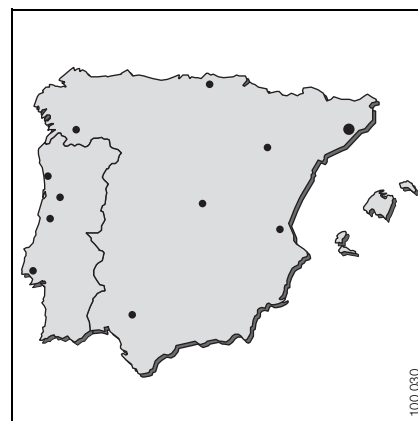


G		O	
Grasas lubricantes. Permaglides® P2	46	Obturaciones	22
H		P	
Herramienta de corte. Permaglides® P2	47	Permaglides® P1, libre de mantenimiento.....	36
I		Permaglides® P2, de escaso mantenimiento	44
Influencia sobre el medio ambiente	35	Casquillos.....	50
Instrucciones de diseño y seguridad	38, 46	Discos de fricción	50
Permaglides® P1	38	Tiras	50
Permaglides® P2.....	46	Proceso de rodaje. Permaglides® P1	40
J		Protección contra la corrosión	
Juego radial	24	Permaglides® P1	38
Expansión del agujero del alojamiento	24	Permaglides® P2.....	46
Tolerancias de montaje recomendadas	24	Superficie de deslizamiento	21
L		Protección superficial	
Lubricación		Permaglides® P1	36
Permaglides® P1	39	Permaglides® P2.....	44
Permaglides® P2.....	46	R	
M		Rectificado de un eje de fundición	21
Material deslizante. Materiales		Resistencia eléctrica específica, Permaglides® P1	37
Permaglides® P1	36	Resistencia química y protección anticorrosiva	
Permaglides® P2.....	44	Permaglides® P1	38
Materiales		Permaglides® P2.....	46
Permaglides® P1, libre de mantenimiento	36	Rugosidad. Superficie de deslizamiento.....	21
Permaglides® P2, de escaso mantenimiento	44	S	
Mecanizado de los casquillos.....	22	Seguridad en el trabajo	35
Medidas en pulgadas.....	28	Soldadura.....	20
Chafán exterior y chafán interior	29	Soldadura láser.....	20
Juego de funcionamiento y tolerancias de montaje.....	28	Suministro	35
Módulo elástico	32	Superficie de deslizamiento	
Montaje a prensa de los casquillos	30	Calidad superficial	21
Movimiento lineal	16	Disposición de los apoyos	21
		Duración de vida óptima.....	21
		Funcionamiento hidrodinámico	21
		Rectificado de un eje de fundición	21

T	
Tablas de medidas	53, 63
Casquillos	
PAP..P10	53
PAP..P11	59
PAP..P20	63
PAPZ..P10, medidas en pulgadas.....	56
Casquillos con valona	
PAF..P10, PAF..P11	60
Discos de fricción	
PAW..P10	61
PAW..P20	64
Tiras	
PAS..P10, PAS..P11	62
PAS..P20, PAS..P21, PAS..P22	65
Técnicas de fijación	20
Temperatura	
Alta temperatura. Permaglide® P1	40
Temperatura de funcionamiento	
Permaglide® P1, admisible.....	37
Temperatura de funcionamiento	
Permaglide® P2, admisible.....	45
Temperaturas elevadas	27
Tolerancias de montaje.....	24
Traslado de material	40
Proceso de rodaje. Permaglide® P1	41
Tribocorrosión	
Permaglide® P1	39
Permaglide® P2	46
V	
Valor pv, máximo	
para funcionamiento en seco de Permaglide® P1	37
Permaglide® P2	45
Variantes. Material deslizante	
Permaglide® P14	43
Permaglide® P16	43
Permaglide® P18	43
Permaglide® P20	44
Permaglide® P21	44
Permaglide® P22	44
Permaglide® P23	44
Permaglide® P25	48
Variantes. Materiales deslizantes	
Permaglide® P10	36
Permaglide® P11	36
Velocidad de deslizamiento	12
Ángulo de oscilación	13
Frecuencia de oscilación	13
Permaglide® P1, admisible.....	37
Velocidad de deslizamiento	
Permaglide® P2, admisible.....	45



Grupo Schaeffler en la península Ibérica



100 030

Schaeffler Iberia, s.l.

Central – España:

08960 Sant Just Desvern – Barcelona

Polígono Pont Reixat

Tel. +34/934 803 410

Fax +34/933 729 250

E-Mail: marketing.es@schaeffler.com

www.schaeffler.es

Ventas:

Tel. +34/934 803 687

Fax +34/934 733 606

Delegaciones

Centro

Norte

Aragón

Levante

Noroeste

Sur

INA Rolamentos, Lda.

Central – Portugal:

4149-012 Porto

Avda. Fontes Pereira de Melo, 470

Tel. +351/225 320 800

Fax +351/225 320 860

E-Mail: marketing@pt.ina.com

www.inarolamentos.pt

Ventas:

Tel. +351/225 320 800

Fax +351/225 320 860

Delegaciones

Porto

Agueda

Leiria

Lisboa

Schaeffler Iberia, s.l.

Polígono Pont Reixat
08960 Sant Just Desvern · Barcelona
Teléfono +34/934 803 410
Fax +34/933 729 250
E-Mail marketing.es@schaeffler.com
Internet www.schaeffler.es

Todos los datos se han confeccionado y analizado cuidadosamente. Sin embargo, no nos hacemos responsables de posibles datos erróneos o incompletos. Debido al constante desarrollo, nos reservamos el derecho a efectuar modificaciones.

© Schaffler KG · 2006, Febrero

Reservados todos los derechos. Prohibida la reproducción, total o parcial, sin nuestra autorización.

Catálogo 706




Cada capítulo del catálogo 706 comienza por la descripción de las series de producto y de las características del mismo.

Las características esenciales de producto aparecen simbolizadas mediante pictogramas en tales descripciones.

Ventajas de esta forma de representación:

- el esfuerzo de lectura es menor
- el acceso a la información deseada es más rápido
- son posibles comparaciones directas con alternativas de productos.

Significado de los pictogramas

Pictograma	Significado
	Los productos absorben fuerzas radiales
	Los productos absorben fuerzas axiales
	Si no se respetan los datos, existe peligro directo o indirecto para el producto y/o la construcción anexa