



# Ejes macizos y ejes huecos

Información Técnica de Producto TPI 79



# Ejes macizos y ejes huecos

métricos y en pulgadas

Página



Indicaciones sobre diseño y seguridad ..... 4



Precisión ..... 6



Ejecución especial ..... 7



Ejemplo de pedido y designación para el pedido 7



## Características

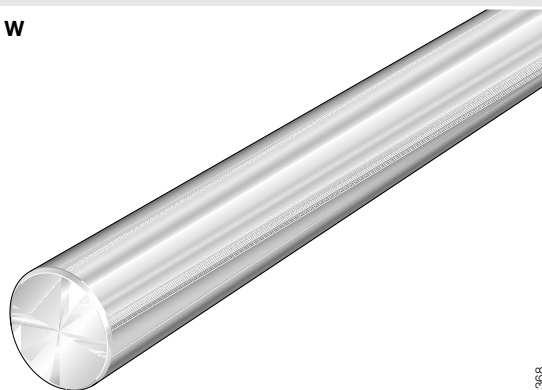
### Ejes

- De forma estándar se fabrican en acero bonificado con una elevada dureza y calidad superficial
  - Su dureza y calidad aseguran unas cualidades óptimas de funcionamiento
  - La profundidad homogénea de la capa templada garantiza una transición continua entre la capa superficial templada y el núcleo resistente
  - El núcleo del eje es blando para absorber los esfuerzos por flexión (recocido normal)
- Tienen un alto estándar de calidad que se mantiene constante debido a múltiples exámenes de calidad y estrictas normas de verificación
- Poseen una capacidad de carga muy elevada
- Debido a la alta calidad de su material, de la precisión de sus medidas y forma (redondez y paralelismo) así como a la dureza y calidad de su superficie, resultan idóneos como pistas de rodadura de precisión para rodamientos lineales a bolas
- Por otro lado pueden utilizarse como:
  - Barras de guía para casquillos deslizantes
  - Rodillos de laminado y centrado
  - Ejes y árboles con numerosas aplicaciones
  - En la construcción de dispositivos y autómatas
- Se fabrican
  - Como ejes macizos, en medidas métricas y en pulgadas. Los ejes macizos pueden estar provistos para el montaje de agujeros roscados axiales y radiales (véase *Agujeros roscados y tablas de medidas*)
  - Como ejes huecos para construcciones de peso reducido, en medidas métricas
  - Con extremos planos, con y sin agujeros roscados axiales
  - En longitudes de un solo tramo de hasta 6 000 mm; sobre consulta se pueden suministrar ejes más largos compuestos de varios tramos
- Combinados con rodamientos lineales a bolas, rodillos de apoyo, rodillos de levas, rodillos-guía y de rodillos-guía perfilados, ofrecen unos sistemas de guiado lineal de alta capacidad, rígidos, exactos, listos para el montaje y económicos, con una larga vida útil.

## Ejes macizos, métricos



W



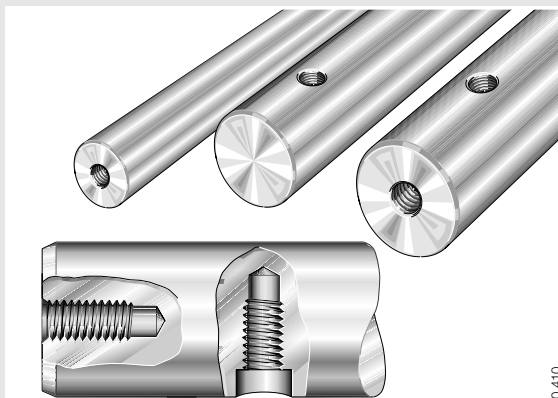
120 368



8

- Eje macizo de precisión, templado y rectificado
  - Dureza de la capa superficial 670 +170 HV (59 +6 HRC)
- Opcionalmente, de acero resistente a la corrosión X 46 Cr 13 (material N° 1.4034)
  - Dureza de la capa superficial 550 +70 HV (52 +4 HRC)
- Tolerancia normal calidad h6
- Longitud máxima en un solo tramo 6 000 mm (en función del diámetro)
- Diámetros de 4 mm a 80 mm

## Agujeros roscados



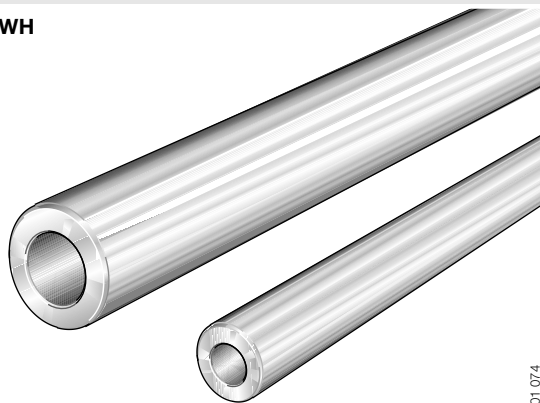
120 410

- Agujeros roscados radiales y axiales para la fijación de los ejes macizos de precisión W
- Diámetros de eje de 8 mm a 80 mm

### Ejes huecos, métricos



WH



101 074



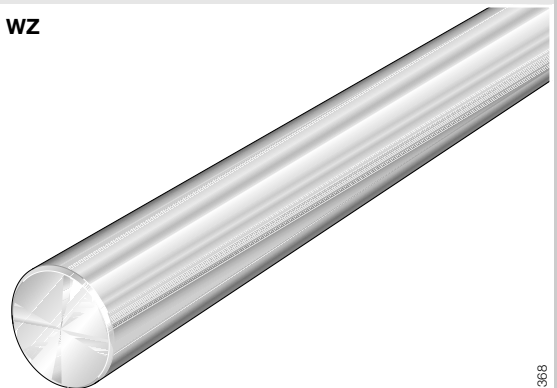
10

- Eje hueco de precisión, con capa superficial templada, rectificado
  - Dureza de la capa superficial 670 +170 HV (59 +6 HRC)
- Tolerancia normal calidad h7
- Longitud máxima en un solo tramo 6 000 mm
- Diámetros de 16 mm a 80 mm

### Ejes macizos, en pulgadas



WZ



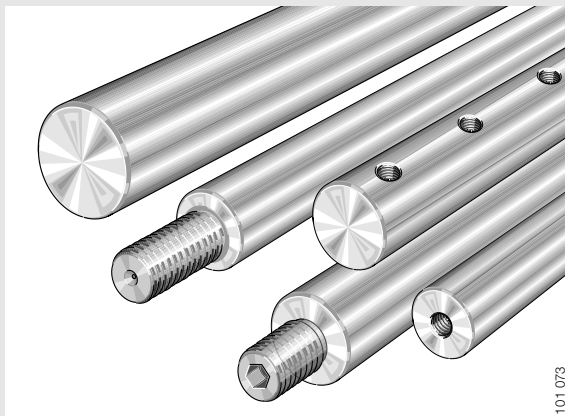
120 368



11

- Eje macizo de precisión, con capa superficial templada, rectificado
  - Dureza de la capa superficial 670 +170 HV (59 +6 HRC)
- Tolerancia normal calidad "L"
- Longitud máxima en un solo tramo 4 000 mm
- Diámetros de ¼ a 3 pulgadas

### Extremos de los ejes



101 073



7

- Extremos de ejes en ejecución especial

# Ejes macizos y ejes huecos

métricos y en pulgadas



## Indicaciones sobre diseño y seguridad

### Profundidad mínima de temple

Para un funcionamiento fiable de la rodadura se ha de disponer en los contactos de Hertz, no solamente de una dureza superficial suficiente, sino también de una profundidad mínima de temple:

- En caso de temple por cementación, se trata de la profundidad Eht
- En caso de temple a la llama o por inducción, se trata de la profundidad de la capa templada Rht.

La profundidad mínima del temple depende, fundamentalmente, de los factores siguientes:

- Del diámetro de los elementos rodantes  $D_w$
- Del esfuerzo al que está sometido el material
- De la resistencia del núcleo del material
- Del procedimiento de temple.

### Curvas de dureza

Fig. 1 muestra:

- Las curvas de dureza en
  - Temple a la llama o por inducción ①
  - Temple por cementación ②
- La curva de dureza requerida ③.

Con una misma profundidad nominal de temple un gradiente de fuerte pendiente, que puede darse especialmente en caso de temple a la llama o por inducción, lleva a un aumento de volumen de la zona de deformación.

### Profundidades mínimas de la capa templada

En la tabla 1 se indican las profundidades mínimas de la capa templada Rht para ejes INA según su diámetro.

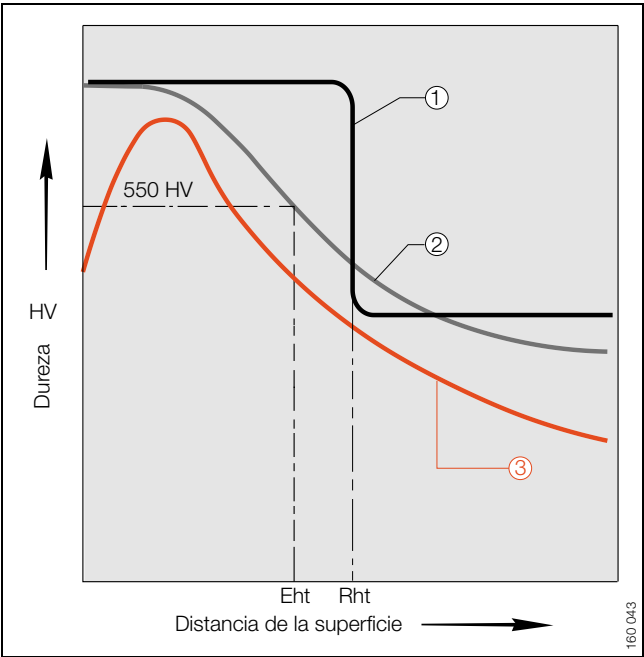


Figura 1 · Curvas de dureza

Tabla 1 · Profundidad de la capa templada Rht según ISO/TC 4/SC 11

Diámetro del eje		Profundidad de la capa templada Rht mm
$d_{LW}$ mm		
Más de	Hasta	Mín.
–	10	0,4
10	18	0,6
18	30	0,9
30	50	1,5
50	80	2,2

### Dureza de la superficie de rodadura en aceros especiales

Además de los ejes estándar de acero bonificado, INA suministra también ejes de materiales:

- X 46 Cr 13 (material N° 1.4034)
- X 90 CrMoV 18 (material N° 1.4112).

Si estos ejes se utilizan como superficie de rodadura para rodamientos lineales a bolas, se reduce la capacidad de carga dinámica y estática  $C$  y  $C_0$  de los rodamientos a bolas debido a la menor dureza de la superficie de rodadura de los ejes.

### Capacidades de carga útil estática y dinámica

Las capacidades de carga útil estática y dinámica  $C_{0H}$  y  $C_H$  cuando la dureza del eje es inferior, resulta de (véanse ecuaciones):

- los factores de dureza estáticos y dinámicos  $f_{H0}$  y  $f_H$  según fig. 2 y
- las capacidades de carga estática y dinámica  $C_0$  y  $C$  según la *tabla de medidas* de los rodamientos lineales a bolas.

$$C_{0H} = f_{H0} \cdot C_0$$

$$C_H = f_H \cdot C$$

$C_{0H}, C_H$  N

Capacidades de carga efectiva estática y dinámica cuando la dureza de la superficie de rodadura es inferior (eje)

$f_{H0}, f_H$  –

Factor de dureza estático y dinámico (fig. 2)

$C_0, C$  N

Capacidades de carga estática y dinámica del rodamiento.

Más información sobre la capacidad de carga, véase *catálogo INA "LIF"*.

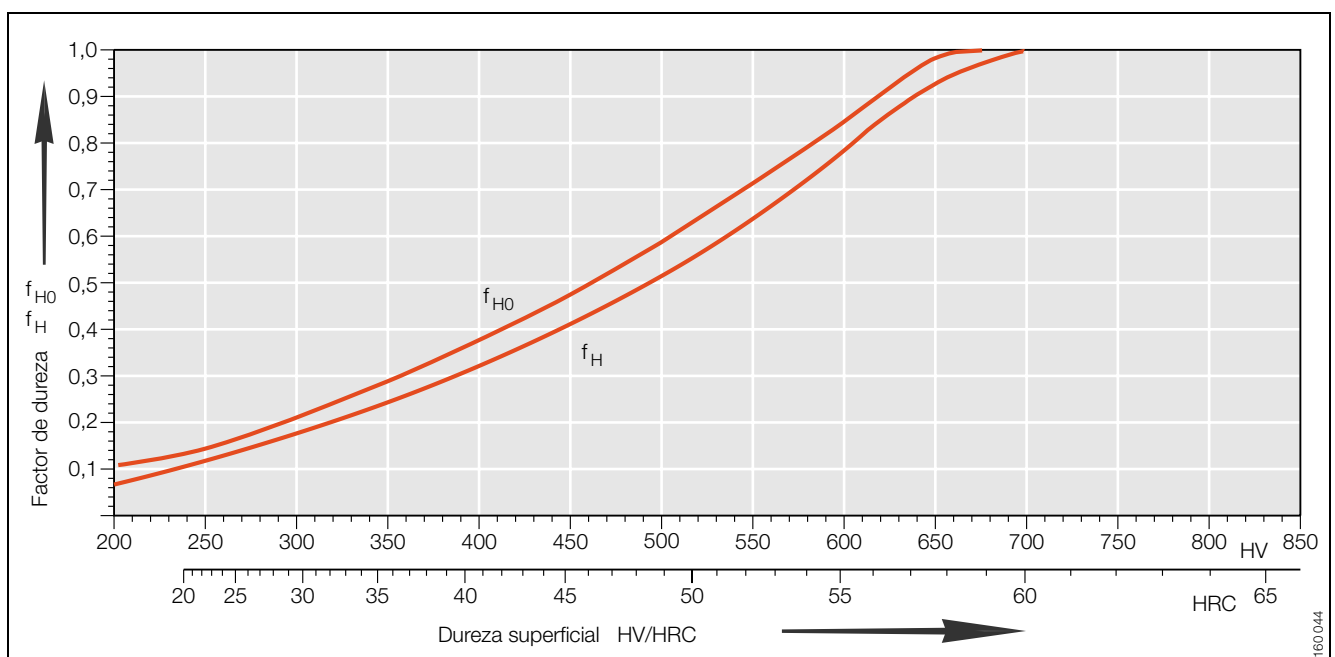


Figura 2 · Factores de dureza estática y dinámica cuando la dureza de la superficie de rodadura es inferior

## Ejes macizos y ejes huecos

métricos y en pulgadas



### Precisión

#### Calidades

Los ejes INA se suministran en las calidades según tabla 2.

Tabla 2 · Calidades de los ejes

Referencias	Eje	Calidad
W	Eje macizo métrico	h6
WH	Eje hueco métrico	h7
WZ	Eje macizo en pulgadas	Cl. "L"

#### Tolerancias de longitud

Las tolerancias de longitud para ejes cortados figuran en tabla 3.

Tabla 3 · Tolerancias de longitud

Longitud del eje L mm		Tolerancia mm
Más de	Hasta	Máx.
–	400	$\pm 0,5$
400	1000	$\pm 0,8$
1000	2000	$\pm 1,2$
2000	4000	$\pm 2$
4000	6000	$\pm 3$

#### Chaflanes en los extremos de los ejes

Una vez cortados, los ejes se suministran con chaflanes en ambos extremos (fig. 3, tabla 4). Los ejes también se pueden suministrar sin chaflanes.

Tabla 4 · Diseño de los chaflanes

Diámetro del eje $d_{LW}$ mm	Chaflán x mm
$d_{LW} \leq 10$	1 <sup>+1</sup>
$10 < d_{LW} \leq 30$	1,5 <sup>+1</sup>
$30 < d_{LW} \leq 80$	2,5 <sup>+1</sup>

#### Redondez, paralelismo, profundidad de la capa templada

Estos valores están en función del diámetro del eje  $d_{LW}$  y figuran en las *tablas de medidas*.

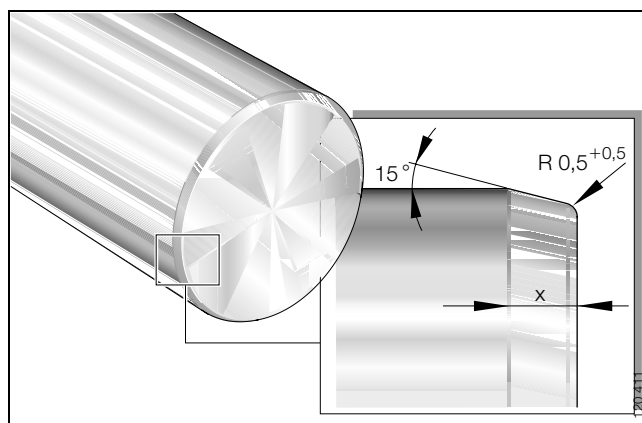


Figura 3 · Ejecución de los extremos de los ejes

**Spec.**

### Otras ejecuciones

Sobre consulta se pueden suministrar las siguientes ejecuciones especiales:

- Ejes de la serie W de X 90 CrMoV 18 (material N° 1.4112)
- Ejes cromados
- Ejes protegidos contra la corrosión, con recubrimiento especial de INA CorroTECT®
- Ejes sin templar
- Ejes con tratamiento térmico especial
  - p.ej. dureza, profundidad de la capa templada, zonas templadas, procedimientos de temple
- Extremos de ejes con (fig. 4)
  - ① Rosca axial
  - ② Rosca radial
  - ③ Rosca exterior y hexágono interior
  - ④ Extremo liso, con resalte
  - ⑤ Extremo roscado, con resalte
  - ⑥ Ranura perfilada
  - ⑦ Superficies fresadas y agujero de centraje
  - ⑧ Superficies fresadas y agujero radial.



### Ejemplo de pedido y designación para el pedido

- Eje macizo W, métrico
- Diámetro de eje  $d_{LW}$  25 mm
- Tolerancia h6
- Índice para agujeros de fijación 05
  - Rosca axial M8 ( $K_6$  según *tabla de medidas*)
  - Rosca axial M8 ( $K_7$  según *tabla de medidas*)
  - Distancia 120× ( $C_4$  según *tabla de medidas*)
- Longitud 2 000 mm.

Designación para el pedido:

**W 25h6 05M8M8-120×2000** (Fig 5).

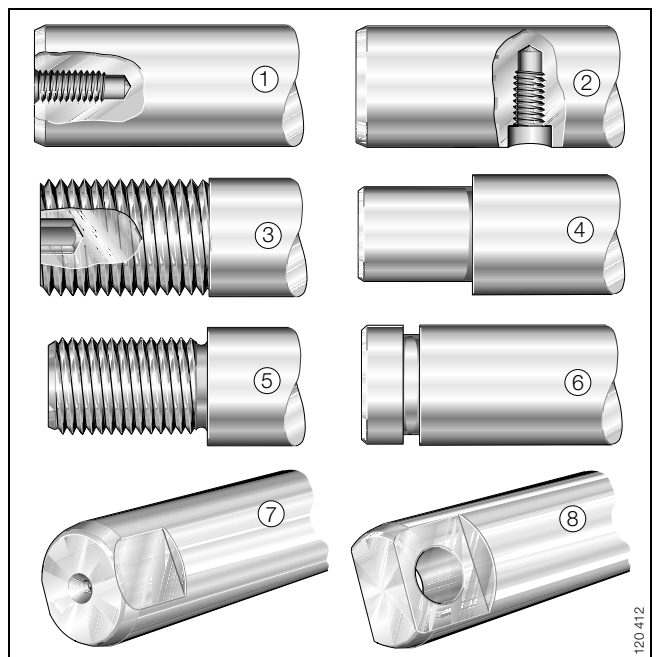


Figura 4 · Extremos de los ejes –  
Ejecuciones especiales según planos de los clientes

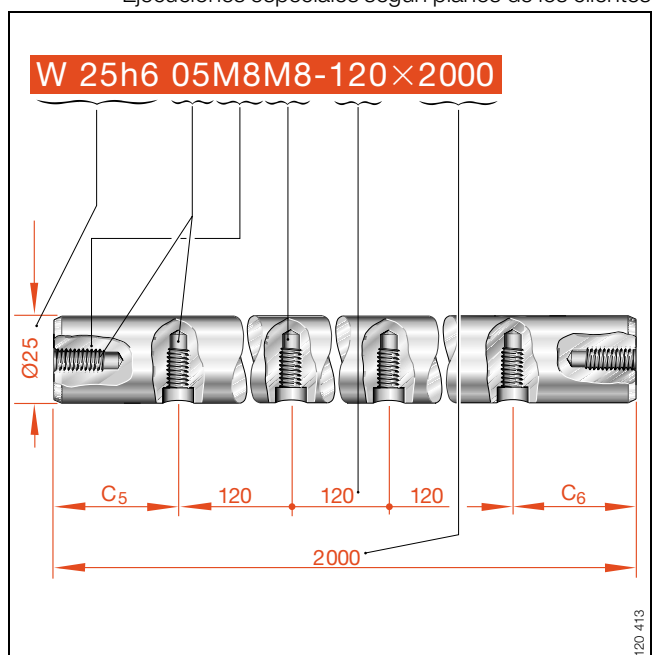
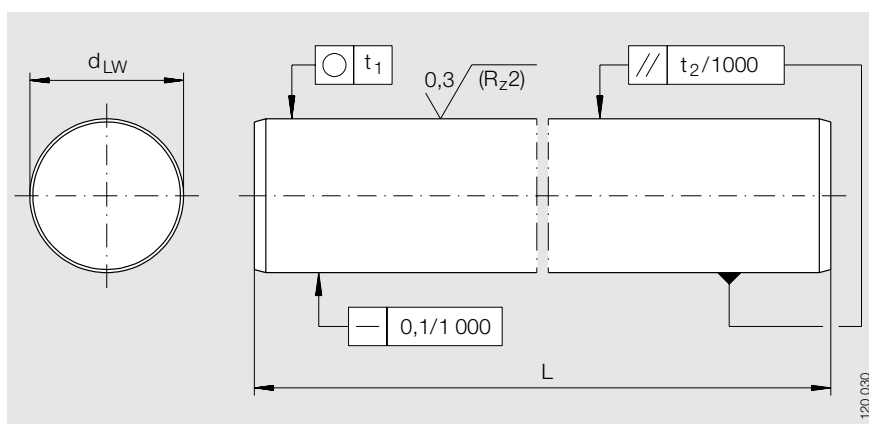


Figura 5 · Ejemplo de pedido, designación para el pedido

# Ejes macizos

métricos

Serie W



W

**Tabla de medidas** · Medidas en mm

Diámetro del eje	Referencia	Peso	Longitud	Materiales <sup>1)</sup>			Tolerancia	Redondez	Paralelismo	Profundidad de la capa templada
				Acero bonificado	Acero resistente a la corrosión <sup>4)</sup>					
					X 46 Cr 13	X 90 CrMoV 18				
d <sub>LW</sub>		kg/m	L <sub>máx</sub>				h6	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub> <sup>2)</sup>	Rht <sup>3)</sup>
							μm	μm	μm	mín. mm
4	W 4	0,1	2 500	●	–	●	0– 8	4	5	0,4
5	W 5	0,15	3 600	●	–	–	0– 8	4	5	0,4
6	W 6	0,22	4 000	●	●	●	0– 8	4	5	0,4
8	W 8	0,39	4 000	●	●	●	0– 9	4	6	0,4
10	W 10	0,61	4 000	●	●	●	0– 9	4	6	0,4
12	W 12	0,89	6 000	●	●	●	0–11	5	8	0,6
14	W 14	1,21	6 000	●	●	●	0–11	5	8	0,6
15	W 15	1,37	6 000	●	●	●	0–11	5	8	0,6
16	W 16	1,57	6 000	●	●	●	0–11	5	8	0,6
17	W 17	1,78	6 000	●	–	–	0–11	5	8	0,6
18	W 18	1,98	6 000	●	●	●	0–11	5	8	0,6
20	W 20	2,45	6 000	●	●	●	0–13	6	9	0,9
24	W 24	3,55	6 000	●	●	●	0–13	6	9	0,9
25	W 25	3,83	6 000	●	●	●	0–13	6	9	0,9
30	W 30	5,51	6 000	●	●	●	0–13	6	9	0,9
32	W 32	6,3	6 000	●	●	●	0–16	7	11	1,5
35	W 35	7,56	6 000	●	–	–	0–16	7	11	1,5
40	W 40	9,8	6 000	●	●	●	0–16	7	11	1,5
50	W 50	15,3	6 000	●	●	●	0–16	7	11	1,5
60	W 60	22,1	6 000	●	●	●	0–19	8	13	2,2
80	W 80	39,2	6 000	●	●	●	0–19	8	13	2,2

1) Los ejes se fabrican de forma estándar en acero bonificado  
De acero resistente a la corrosión sólo sobre consulta y como ejecución especial.

2) Medición de diferencias de diámetro.

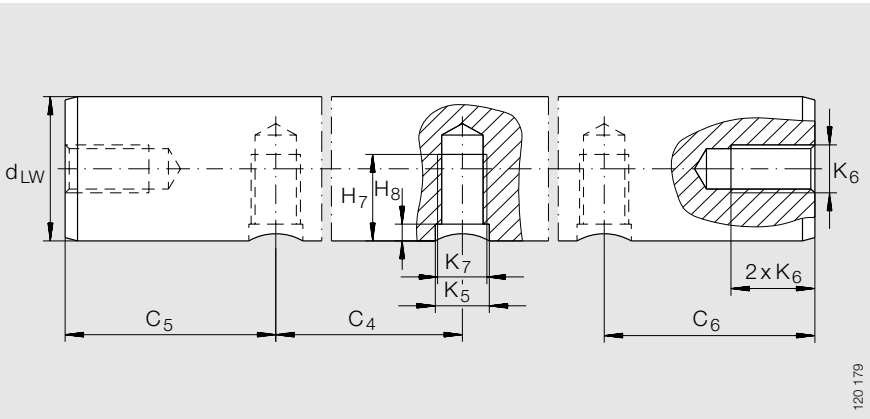
3) Según DIN 6 773, parte 3.

4) Reducción de la capacidad de carga para rodamientos lineales a bolas debido a la dureza menor de los ejes  
(véase *Dureza de la superficie de rodadura en aceros especiales*, página 5).



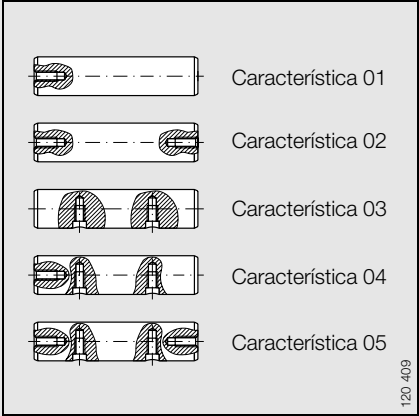
# Agujeros roscados recomendados

para ejes W



Agujeros roscados

Tabla de medidas · Medidas en mm																
Referencia <sup>1)</sup>	Rosca axial										Rosca radial					
											Medidas				H <sub>7</sub>	H <sub>8</sub>
											C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub> min <sup>2)</sup> , C <sub>6</sub> min <sup>2)</sup> Característica		K <sub>5</sub>	K <sub>7</sub>	K <sub>6</sub>
												03	04-05			
W 8	M3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
W 10	M3	M4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
W 12	-	M4	M5	-	-	-	-	-	-	-	75	120	10	-	7	2
W 14	-	M4	M5	M6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
W 15	-	-	M5	M6	M8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
W 16	-	-	M5	M6	M8	-	-	-	-	-	75	100	150	15	10	2,5
W 18	-	-	-	M6	M8	M10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
W 20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	150	15	12,5	3
W 20	-	-	-	M6	M8	M10	-	-	-	-	75	100	150	15	11	3
W 24	-	-	-	-	M8	M10	M12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
W 25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	150	15	15	3
W 25	-	-	-	-	M8	M10	M12	-	-	-	75	120	150	15	15	3
W 30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	150	15	15	3,5
W 30	-	-	-	-	-	M10	M12	M16	-	-	100	150	200	20	17	3,5
W 32	-	-	-	-	-	M10	M12	M16	-	-	-	-	-	-	-	-
W 40	-	-	-	-	-	M10	M12	M16	-	-	150	200	300	20	25	4
W 40	-	-	-	-	-	M10	M12	M16	-	-	100	-	-	20	21	4
W 50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	150	20	19	4
W 50	-	-	-	-	-	-	M12	M16	M20	-	-	200	300	20	21	4
W 50	-	-	-	-	-	-	M12	M16	M20	-	100	-	-	20	25	4
W 60	-	-	-	-	-	-	-	M16	M20	M24	-	-	-	-	-	-
W 80	-	-	-	-	-	-	-	M16	M20	M24	-	-	-	-	-	-



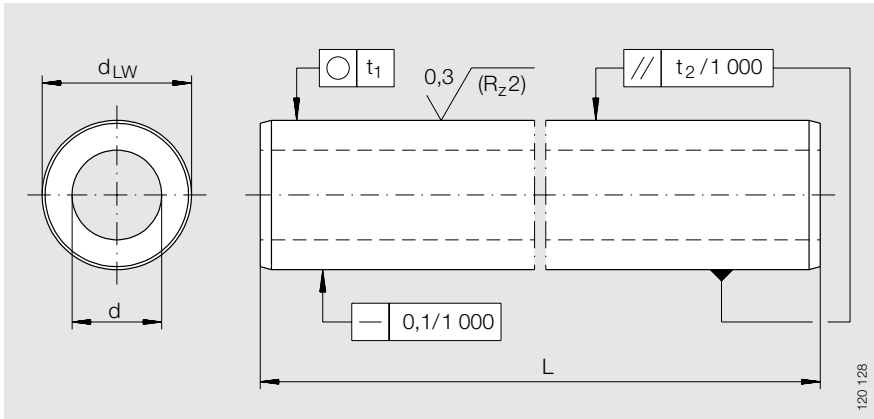
Características para agujeros de fijación

- 1) Medidas, véase página 8.  
2) C<sub>5</sub>, C<sub>6</sub> depende de la longitud del eje.  
3) En las ejecuciones según las características 04 y 05 (véase figura Índices de los agujeros de fijación) tener en cuenta las roscas axiales:  
 $C_5 \text{ min} = C_6 \text{ min} = 3 \times K_6 + K_7$ .

# Ejes huecos

métricos

Serie WH



WH

Tabla de medidas · Medidas en mm									
Diámetro exterior	Referencia	Peso	Longitud	Diámetro interior	Material	Tolerancia	Redondez	Paralelismo	Profundidad de la capa templada
$d_{LW}$		kg/m	L	$d^{1)}$	Acero bonificado	$h7$ $\mu m$	$t_1$ $\mu m$	$t_2^{2)}$ $\mu m$	$R_{ht}^{3)}$ mín. mm
16	WH 16	1,28	6 000	7	●	0-18	5	8	0,9
20	WH 20	1,25	6 000	14	●	0-21	6	9	0,9
25	WH 25	2,35	6 000	15,6	●	0-21	6	9	0,9
30	WH 30	3,5	6 000	18,2	●	0-21	6	9	0,9
40	WH 40	4,99	6 000	28,1	●	0-25	7	11	1,5
50	WH 50	9,97	6 000	29,7	●	0-25	7	11	1,5
60	WH 60	14,2	6 000	36	●	0-30	8	13	2,2
80	WH 80	19,5	6 000	56,9	●	0-30	8	13	2,2

1) Tolerancia del espesor de pared  $\pm 4\%$ .

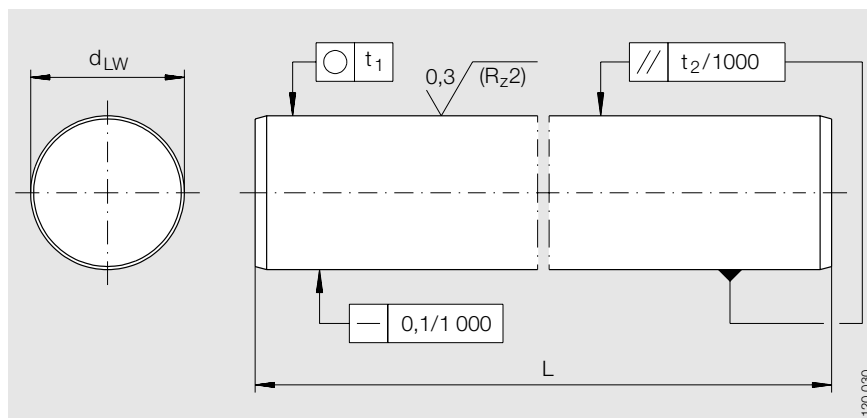
2) Medición de diferencias de diámetro.

3) Según DIN 6 773, parte 3.

# Ejes macizos

en pulgadas

Serie WZ



WZ

**Tabla de medidas** · Medidas en mm

Diámetro del eje  $d_{LW}$		Referencia	Peso  kg/m	Longitud <sup>5)</sup>  $L_{m\acute{a}x}$	Materiales <sup>1)</sup>		Tolerancia  Clase "L"  $\mu m$	Redondez  $t_1$  $\mu m$	Paralelismo  $t_2^{2)}$  $\mu m$	Profundidad de la capa templada  $R_{ht}^{3)}$  mín. mm
					Acero bonificado	Acero resistente a la corrosión <sup>4)</sup> X 46 Cr 13				
pulgada	mm									
$1/4$	<b>6,35</b>	<b>WZ 04</b>	0,25	4 000	●	—	–13–25	4	5	
$3/8$	<b>9,525</b>	<b>WZ 06</b>	0,56	4 000	●	●	–13–25	4	6	
$1/2$	<b>12,7</b>	<b>WZ 08</b>	0,99	4 000	●	●	–13–25	5	8	
$5/8$	<b>15,875</b>	<b>WZ 10</b>	1,55	4 000	●	●	–13–25	5	8	
$3/4$	<b>19,05</b>	<b>WZ 12</b>	2,24	4 000	●	●	–13–25	6	9	
$7/8$	<b>22,22</b>	<b>WZ 14</b>	3,05	4 000	●	—	–13–25	6	9	
<b>1</b>	<b>25,4</b>	<b>WZ 16</b>	3,97	4 000	●	●	–13–25	6	9	
$1 1/8$	<b>28,575</b>	<b>WZ 18</b>	4,11	4 000	●	—	–13–25	7	11	
$1 1/4$	<b>31,75</b>	<b>WZ 20</b>	6,22	4 000	●	●	–13–25	7	11	
$1 3/8$	<b>34,95</b>	<b>WZ 22</b>	7,51	4 000	●	—	–15–28	7	11	
$1 1/2$	<b>38,1</b>	<b>WZ 24</b>	8,95	4 000	●	●	–15–28	7	11	
<b>2</b>	<b>50,8</b>	<b>WZ 32</b>	15,91	4 000	●	—	–15–33	7	11	
$2 1/2$	<b>63,525</b>	<b>WZ 40</b>	24,85	4 000	●	—	–18–38	8	13	
<b>3</b>	<b>76,225</b>	<b>WZ 48</b>	35,79	4 000	●	—	–20–43	8	13	

<sup>1)</sup> Los ejes se fabrican de forma estándar en acero bonificado.

De acero resistente a la corrosión sólo sobre consulta y como ejecución especial.

<sup>2)</sup> Medición de diferencias de diámetro.

<sup>3)</sup> Según DIN 6 773, parte 3.

<sup>4)</sup> Reducción de la capacidad de carga para rodamientos lineales a bolas debido a la dureza menor de los ejes (véase *Dureza de la superficie de rodadura en aceros especiales*, página 5).

<sup>5)</sup> Longitud mayor sobre consulta.



## **INA Rodamientos, s.a.**

Polígono Pont Reixat  
08960 Sant Just Desvern · Barcelona  
Teléfono (93) 480 34 10  
Fax (93) 372 92 50  
E-Mail: [marketing@es.ina.com](mailto:marketing@es.ina.com)  
[www.inarodamientos.es](http://www.inarodamientos.es)