



UNIVERSIDAD  
NEBRIJA

# IME 108 – CÁLCULO, DISEÑO Y ENSAYO DE MÁQUINAS

1

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# COJINETES Y LUBRICACIÓN

1. Introducción
2. Composición y Nomenclatura
3. Clasificación de Rodamientos
4. Normas Internacionales
5. Lubricación
6. Condicionantes Operativos
7. Vida útil
8. Selección de rodamientos

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



# COJINETES Y LUBRICACIÓN

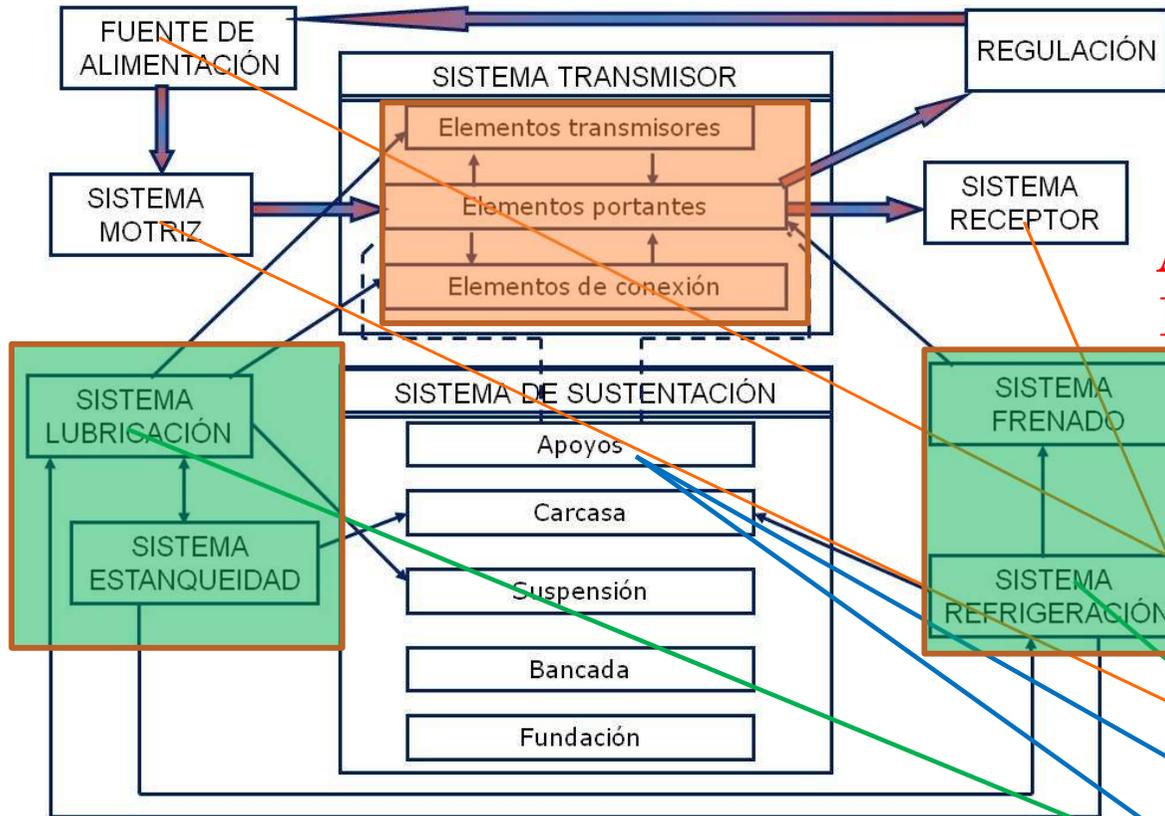
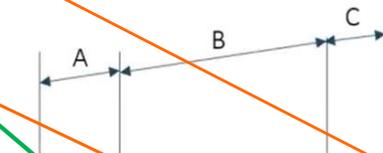
## 1. INTRODUCCIÓN

*Soporte metálico con rodamientos para disco recogedor de persiana*



Eje.  
Cojinete  
Alojamiento.

*Alineación importante.  
En este caso se asegura con rotula*



# Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

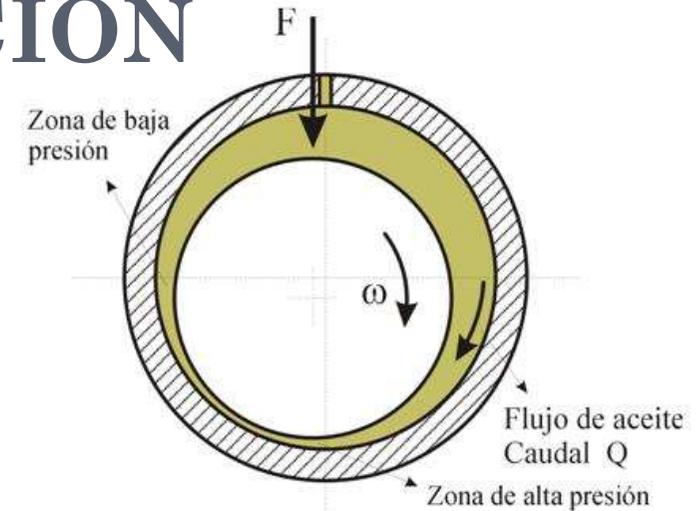
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

### Cojinete hidrodinámico.

# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 1. INTRODUCCIÓN

- **COJINETE**
  - Elemento que dispuesto como **soporte** o **vínculo** de un eje permite la **rotación** del mismo dentro de él, **guiando** dicha rotación.
- **COJINETE DE DESLIZAMIENTO**
  - Permite la rotación del árbol, por **fricción** directa entre ambos o por la **interposición** entre los mismos de una sustancia generalmente líquida (lubricante). **Movimiento de deslizamiento** entre el árbol y el cojinete.
  - De fricción, hidrostáticos, hidrodinámicos



**Material antifricción.**



**Bronce**



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

**interposicion de elementos rodantes.**



UNIVERSIDAD  
NEBRIJA

# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 1. INTRODUCCIÓN: COJ. DE FRICCIÓN



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

NEW YORK SCHOOL OF MOTION

Hecho material especial con rozamiento o fricción baja. Como casquillos.

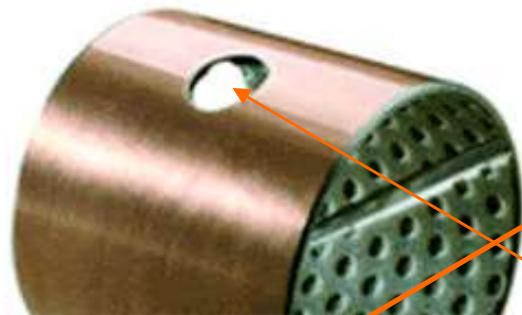
# COJINETES Y LUBRICACIÓN

Deslizamiento lineal

## 1. INTRODUCCIÓN: COJ. DE FRICCIÓN



Giro.



Poros para colocar grasa (lubricante)



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

solución más barata

INCLUDED

E 0.2

B

Dimensions													Load Rating	
D	d	H	E	F	W	G	A	B	M	Sx1	J	K	C(N)	Cs(N)
45	2.5	80	45	33	9	40	45	M8x12	32	30	776	1176		

Hec  
Co  
1.

SKF

							
	Solid bronze	Sintered bronze	Wrapped bronze	PTFE composite	POM composite	PTFE polyamide	Filament wound
Temperature range, °C	-40 .. +250	-10 .. +90	-40 .. +150	-200 .. +250	-40 .. +110	-30 .. +110	-50 .. +140
Friction coefficient, $\mu$	0,08 .. 0,15	0,05 .. 0,10	0,08 .. 0,15	0,03 .. 0,25	0,02 .. 0,20	0,06 .. 0,15	0,03 .. 0,08
Permissible load, N/mm <sup>2</sup>							
- dynamic	25	10	40	80 ( $v \leq 0,02$ )	120 ( $v \leq 0,02$ )	40	140
- static	45	20	120	250	250	80	200
Permissible sliding velocity, m/s	0,5	0,25 .. 5	1,0	2,0 ( $p \leq 1,0$ )	2,5 ( $p \leq 1,0$ )	1,0	0,5
Shaft tolerance	e7 - e8	f7 - f8	e7 - f8	f7 - h8	h7 - h8	h8 - h9	h8
Housing tolerance	H7	H7	H7	H7	H7	H7	H7
Shaft roughness R <sub>a</sub> , $\mu$ m	0 .. 1,0	0,2 .. 0,8	0,4 .. 0,8	0 .. 0,4	0 .. 0,8	0 .. 0,8	0,2 - 0,4
Shaft hardness, HB	165 - 400	200 - 300	150 - 400	300 - 600	150 - 600	100 - 300	> 490
Assortment and product series designation							
	PBM	PSM	PRM	PCM .. E	PCM .. M	PPM	PWM
							
	PBMF	PSMF	PRMF	PCMF .. E	PCMW .. M	PPMF	

ineal



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

guías c

Hecho material especial con rozamiento o fricción baja. Como casquillos.

# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 1. INTRODUCCIÓN: COJ. DE FRICCIÓN

Primera solución porque es la más barata.  
Para velocidades bajas.

Datos.

F-Fuerza radial.

L- longitud cojinete.

D- Diámetro del eje.

P- Presión por área proyectada. Proyecta el cojinete sobre un plano.

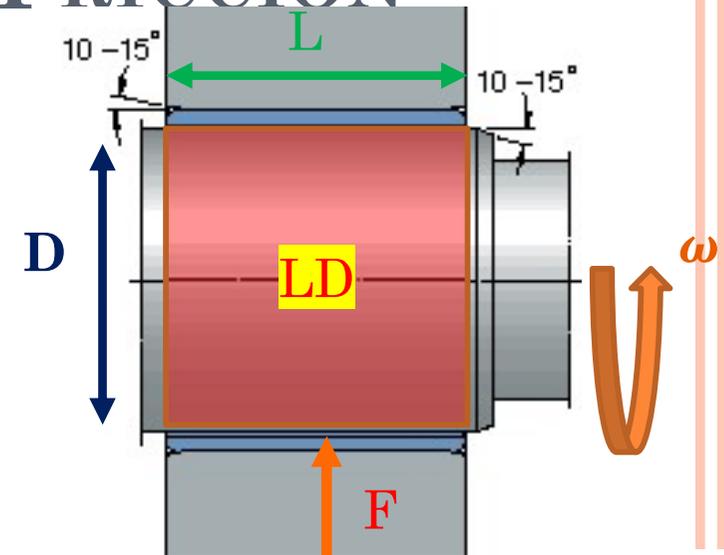
$$P = \frac{F}{LD}$$

V= velocidad m/s velocidad relativa.

$$V = \omega \frac{D}{2}$$

P.V Capacidad de disipación de calor/Calor generado.

Presión por velocidad.



**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 <sup>2</sup> · m/s	0,03 ≤ pv ≤ 1,8	0,2 ≤ pv ≤ 3
Presión específica			
p	N/mm <sup>2</sup>	p ≤ 56	p ≤ 70
Velocidad de deslizamiento			
v	m/s	v ≤ 2	v ≤ 3

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

V(m/s)



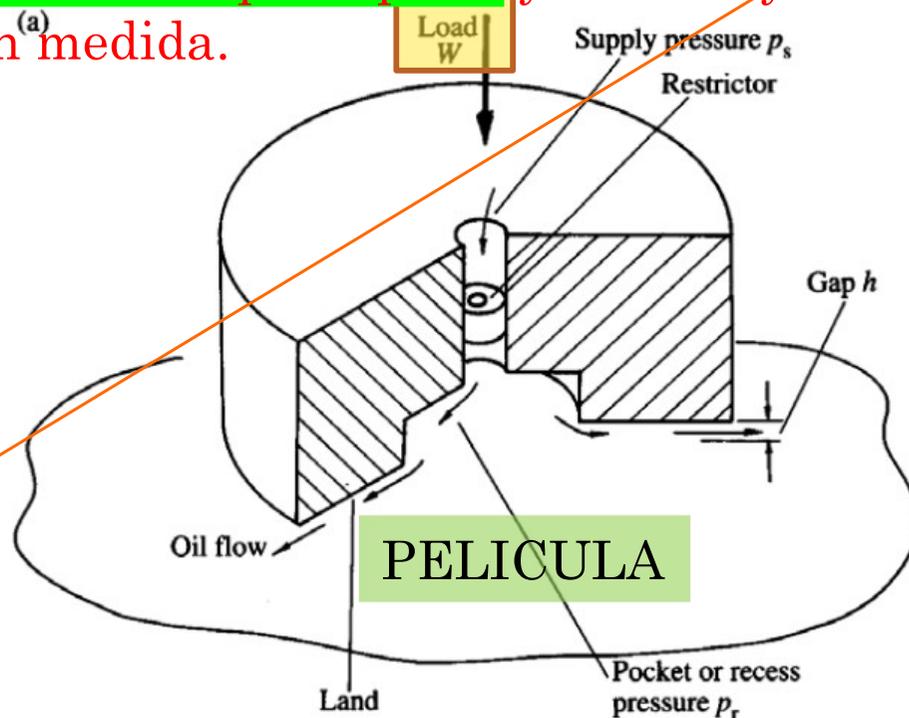
UNIVERSIDAD  
NEBRIJA

Ej. Guías Rectificadoras.  
Maquinas corte lentes.  
Mover elementos pesados

# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 1. INTRODUCCIÓN: COJ. HIDROESTÁTICO

Generación de película de aceite. A través de la introducción de un aceite a presión que se desliza entre los dos elementos generando una película entre ambos que separa y disminuye el coeficiente de rozamiento en gran medida.



Cojinete hidrostático

[https://www.youtube.com/watch?v=N1COq2xE\\_Z0](https://www.youtube.com/watch?v=N1COq2xE_Z0)



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Por fricción o presión de movimiento.

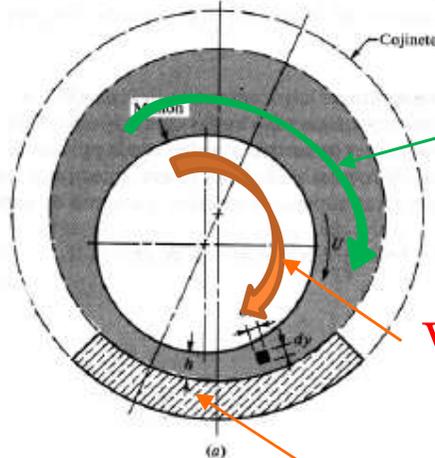


# Cartagena99

Los cojinetes hidrostáticos por el hecho de que gira el eje tienen efecto hidrodinámico.

# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 1. INTRODUCCIÓN: COJINETE HIDRODINÁMICO



Efecto hidrodinámico permite crear la película de aceite por el propio rozamiento del eje con el aceite que lo arrastra consigo. Cuando llega a una velocidad de giro toda la superficie exterior de giro del eje tiene la película de aceite incluida la parte más conflictiva que es la inferior.

Variante cojinetes hidrodinámicos alimentados a presión. Se

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

Se necesita que el eje gire a una velocidad para que se llegue a crear la película. Pero

# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 1. INTRODUCCIÓN: COJINETE HIDRODINÁMICO

### CALCULO.

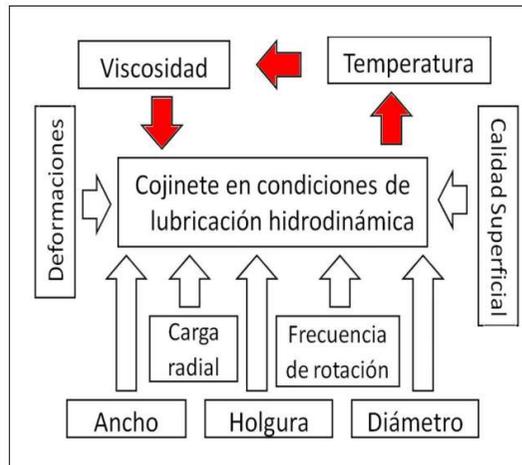
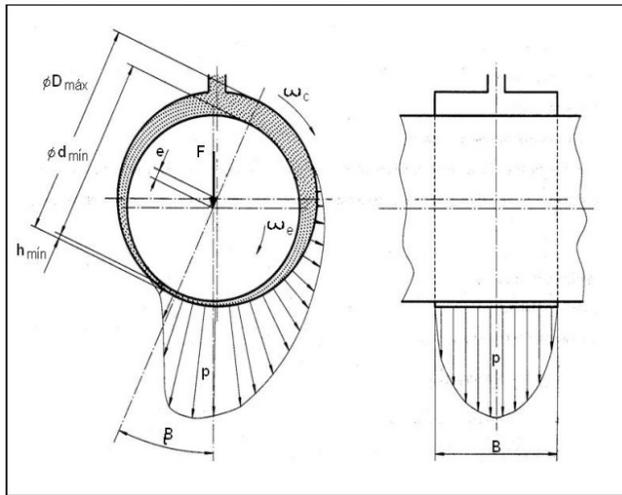


Fig. 1. Variables que definen las condiciones de funcionamiento de cojinetes en lubricación hidrodinámica.

### Simulación de cojinetes de deslizamiento en turbogeneradores con empleo de la norma ISO 7902

Alejandra Elena García Toll  
 Coreo electrónico: agarcia@ceim.cujae.edu.cu.  
 Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cujae, Ciudad de La Habana, Cuba  
 David Hernández Moncibáes  
 Coreo electrónico: dhdawalker@gmail.com  
 Taller 3 del MININT, La Habana, Cuba  
 Yerisey González Hernández  
 Coreo electrónico: yeriseygon@ctehabana.une.cu  
 Central Termoeléctrica de La Habana, Cuba

El cálculo del cojinete, consiste en determinar si el elemento bajo el efecto de las cargas radiales y en las condiciones de trabajo, es capaz de formar y mantener una cuña de lubricante, que impida el contacto entre las superficies del árbol y el cojinete. Esto se verifica de la siguiente forma:

$$h_{min} = 0,5 \cdot D \cdot \Psi_{eff} \cdot (1 - \epsilon)$$

$$h_{min} \geq h_{lim}$$

donde:

$\epsilon$ : Excentricidad relativa ( $\epsilon = 2e / (D_{max} - d_{min})$ ).  
 $\Psi_{eff}$ : Holgura relativa. ( $\Psi_{eff} = (D_{max} - d_{min}) / D$ ).  
 $D$ : Diámetro nominal del cojinete [m].

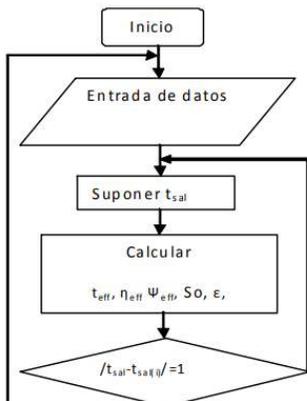


Tabla 1  
 Datos iniciales para el cálculo del cojinete de deslizamiento con lubricación forzada

Datos de entrada	Unidad	Valor
Diámetro nominal del eje (D)	m	0,325
Valor mínimo del diámetro del eje (D <sub>j,min</sub> )	m	0,324 75
Valor máximo del diámetro del cojinete (D <sub>máx</sub> )	m	0,325 25
Ancho nominal del cojinete (B)	m	0,32
Fuerza nominal (F)		
Velocidad angular		

Tabla 2  
 Relación y variables

# Relación	Modelo Matemático
1	$\eta_{eff} = \text{función}(0,5(t_{temp} + t_{sai}), \text{aceite})$
2	$(\Psi_{max} \cdot D) - D_{max} + d_{min} = 0$
3	$S_o(D \cdot B \cdot \eta_{eff} \cdot \omega) - (F \cdot \Psi_{max})^2 = 0$
4	$\epsilon = \text{función}\{S_o, B/D\}$
5	$f / \Psi_{max} = \text{función}\{e, B/D\}$

Tabla 3  
 Iteraciones en el cálculo del cojinete de deslizamiento con lubricación forzada

Iteraciones	Unidad	1	2	3	4
t <sub>in</sub>	° C	43	43	43	43
t <sub>sai</sub>	° C	63	53,021	48,041	45,554
t <sub>eff</sub>	° C	53	48,010	45,520	44,277
η <sub>eff</sub>	Pa s	0,018	0,022	0,025	0,028
			7,69E-04	7,69E-04	7,69E-04
			0,083 9	0,073 8	0,065 9

# Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

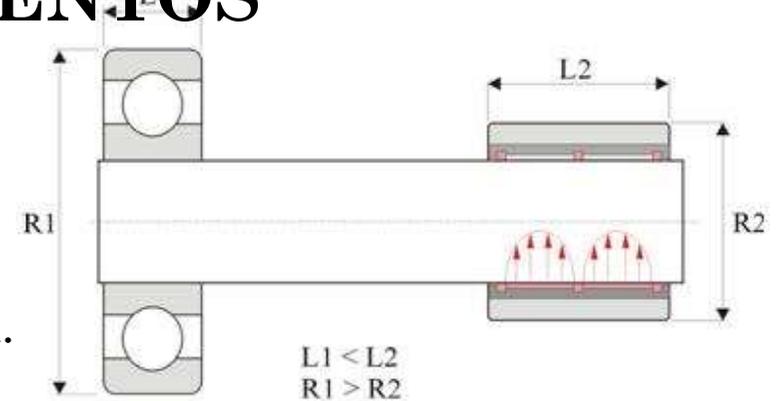
-	-	0,000 057 5
---	---	-------------



# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 1. INTRODUCCIÓN RODAMIENTOS

- VENTAJAS
  - Bajo par de fricción de arranque
  - Normalizados e intercambiables
  - Fácil mantenimiento, repuesto e inspección.
  - Hay para cargas radiales y axiales
  - Amplia gama de condiciones de trabajo
  - Tamaño axial menor que el de cojinetes
  - Se pueden precargar
- INCONVENIENTES
  - Mayor tamaño radial que los cojinetes
  - Ruidosos
  - Partículas metálicas o suciedad acortan su vida.



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 1. INTRODUCCIÓN

- COMPARACIÓN CUALITATIVA COJINETES

Comparación cualitativa de distintos tipos de cojinetes cilíndricos [1].

	Tipo de cojinete			
	De fricción	Hidrodinámico	Hidroestático	Rodamiento
Precisión de la posición radial	Aceptable	Aceptable	Excelente	Buena
Capacidad de carga axial	Alguna	Ninguna	Ninguna	Alguna
Bajo par de arranque	Bueno	Aceptable	Excelente	Excelente
Prestaciones a altas temperaturas	Limitadas por los materiales	Limitadas por el lubricante	Limitadas por el lubricante	Buena. Limitadas por los materiales
Sistema de lubricación requerido	Simple	Usualmente requiere circulación	Complejo. Sistema de alta presión	Relativamente simple si hay estanqueidad
Tolerancia a	Buena si hay	Requiere estan-	Estanqueidad y	Buena con estan-

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

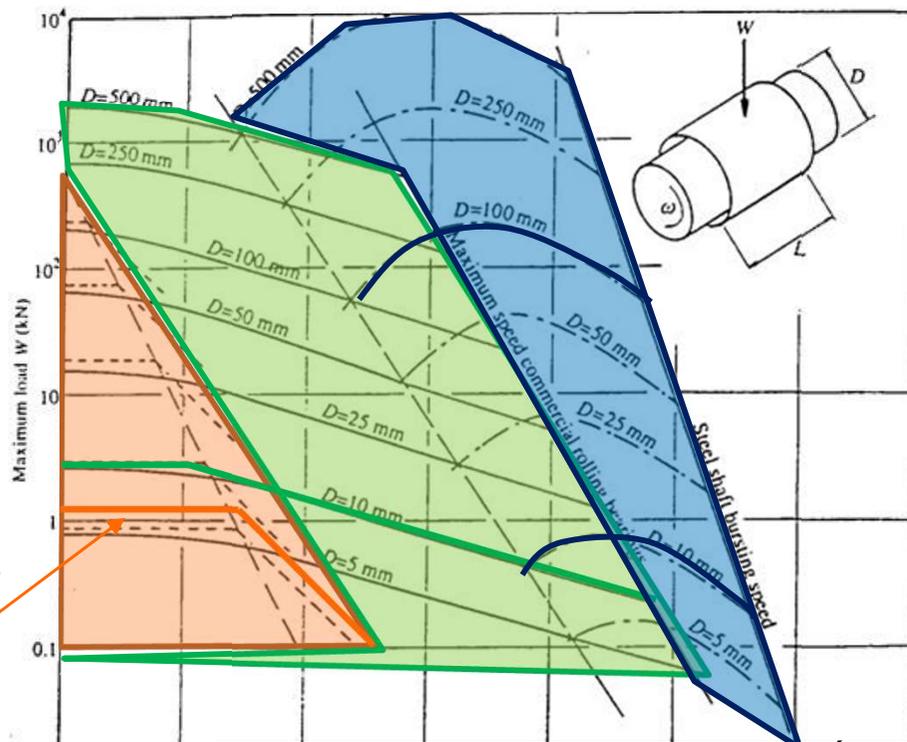


# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 1. INTRODUCCIÓN

- COMPARACIÓN CUALITATIVA COJINETES

Carga (KN)



Recomendado coj.  
Fricción para  
velocidades bajas  
parados los

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

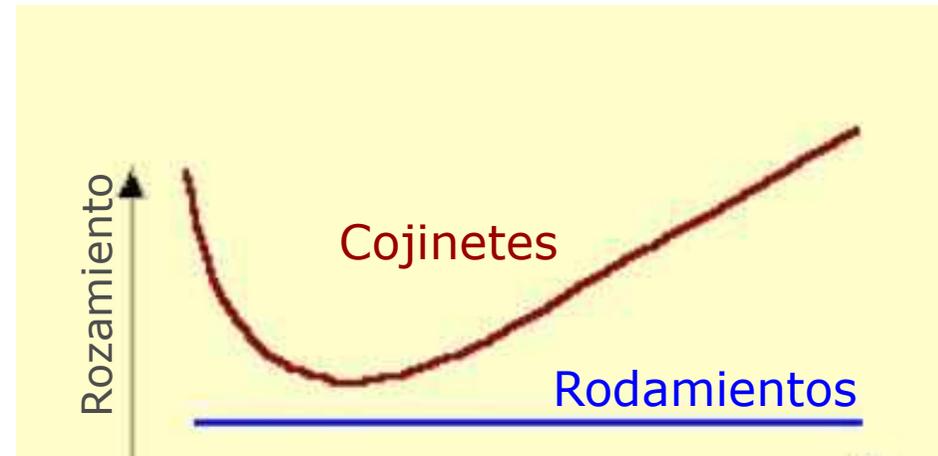
cilíndricos: cojinetes de fricción (-----); cojinetes hidrodinámicos (— — —); rodamientos



# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 1. INTRODUCCIÓN

- CARACTERÍSTICAS DE LOS RODAMIENTOS
  - El coeficiente de rozamiento casi no varía con la velocidad de giro y la carga.
  - Útil para máquinas que arrancan y paran con frecuencia, sometidas a cargas
  - Ventajas:
    - Requieren poco lubricante
    - Exigen poco mantenimiento
    - Ocupan poco espacio axial
  - Inconvenientes:
    - Poco silenciosos
    - Duración limitada



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 2. COMPOSICIÓN Y NOMENCLATURA

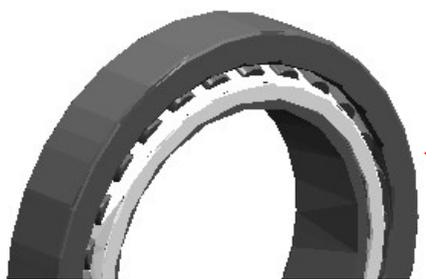


Radial Axial  
Agujas



Anillo o Aro exterior

Pista Exterior



Anillo o Aro interior



Pista Interior

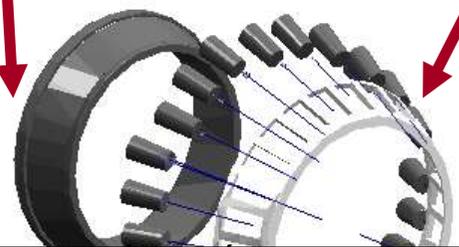
Jaula, separador

Rodillos cónicos

Elementos Rodantes



Bolas



CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

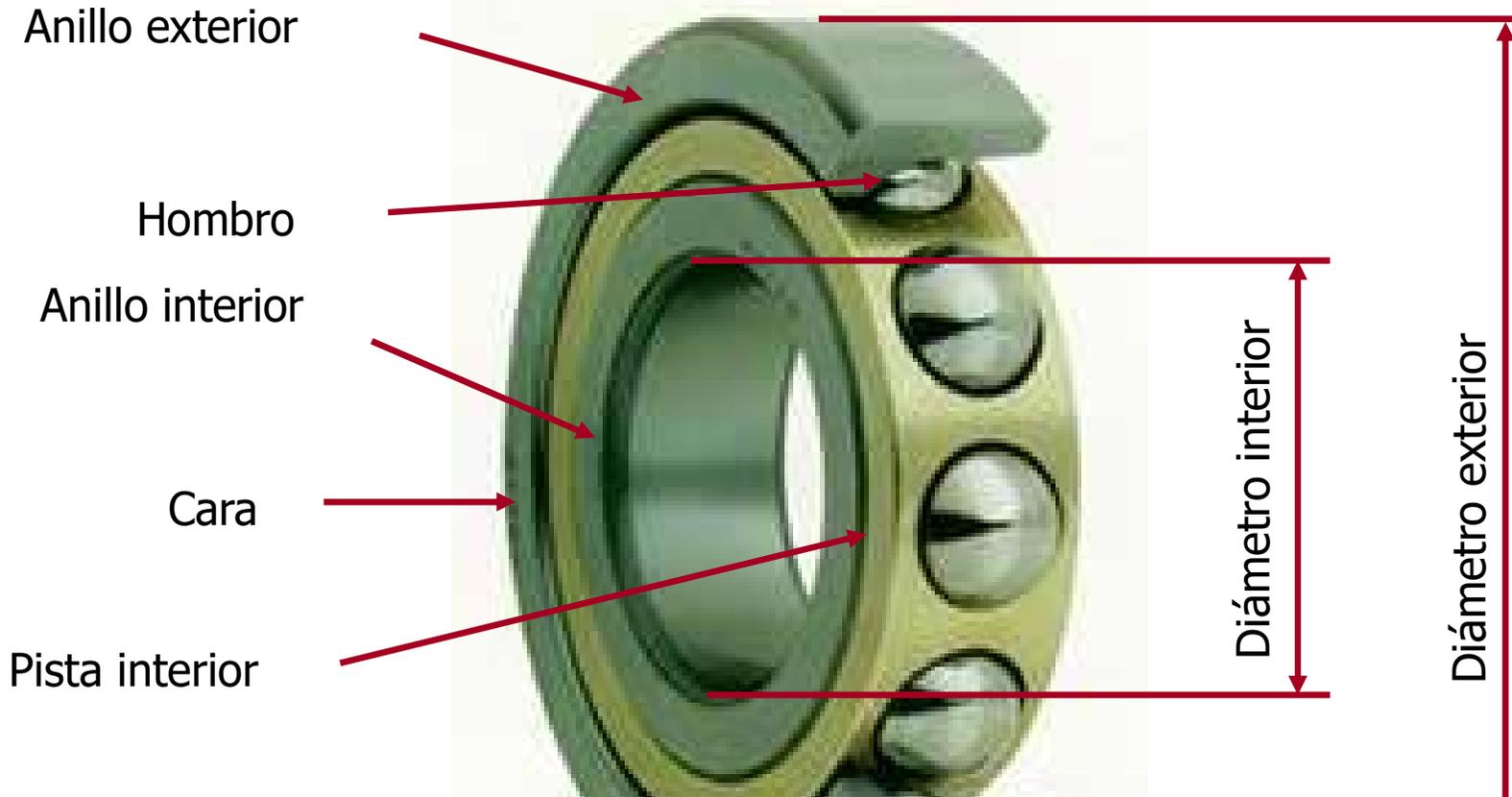
Cartagena99

Pista Exterior



# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 2. COMPOSICIÓN Y NOMENCLATURA



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

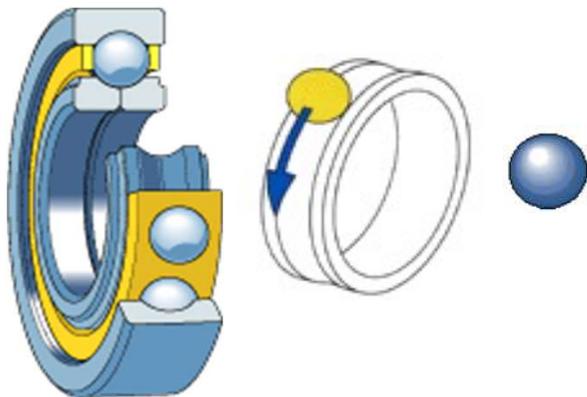
# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 3. CLASIFICACIÓN DE RODAMIENTOS

*Según elemento Rodante*

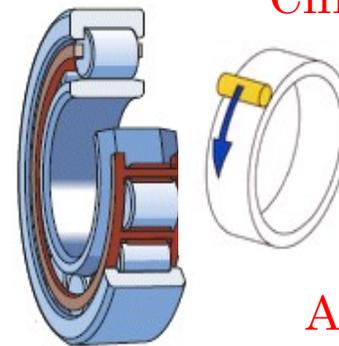
De bolas

Contacto puntual

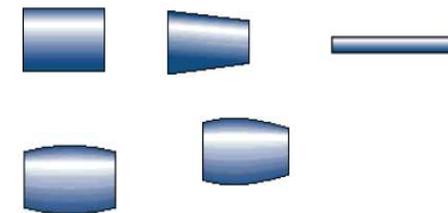


De rodillos

Contacto lineal



Cilíndricos, cónicos, agujas



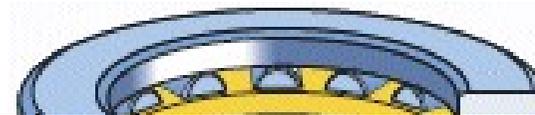
A rotula para corregir desalineación.

*Según elemento Soporte*

De anillos



De Discos



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

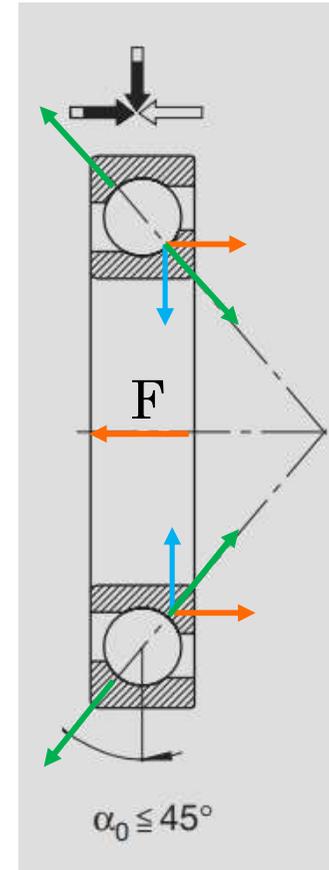
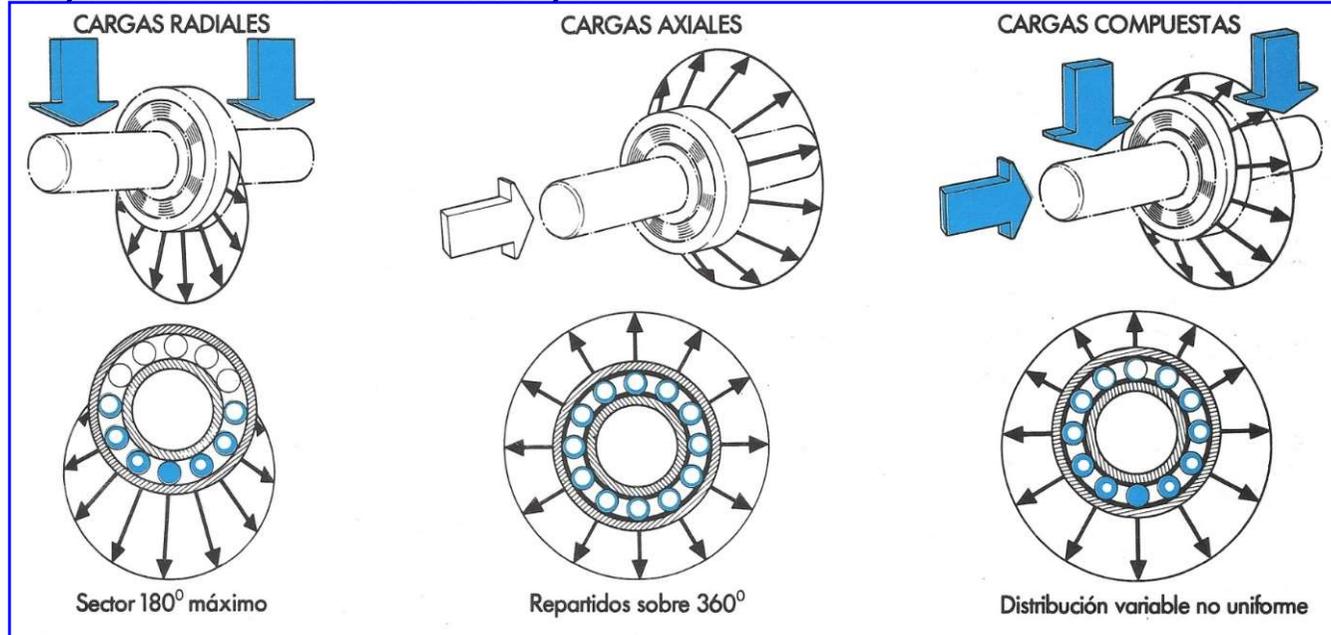
---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

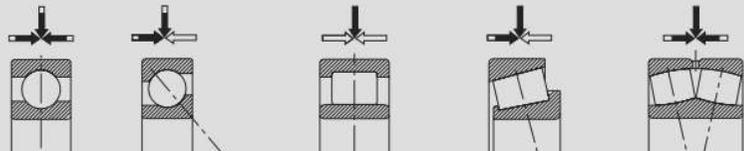
# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 3. CLASIFICACIÓN DE RODAMIENTOS

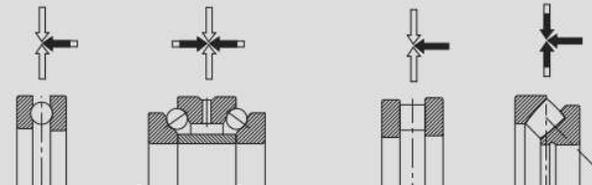
*Según Dirección de Carga*



▼ Rodamientos radiales con un ángulo de contacto nominal  $\alpha_0 \leq 45^\circ$  principalmente para cargas radiales a = rodamiento rígido de bolas, b = rodamiento de bolas de contacto angular, c = rodamiento de rodillos cilíndricos NU, d = rodamiento de rodillos cónicos, e = rodamiento oscilante de rodillos



▼ Rodamientos axiales con un ángulo de contacto nominal de  $\alpha_0 > 45^\circ$  principalmente para cargas axiales a = rodamiento axial de bolas, b = rodamiento axial de bolas de contacto angular, c = rodamiento axial de rodillos cilíndricos, d = rodamiento axial oscilante de rodillos.



# Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

# COJINETES Y LUBRICACIÓN

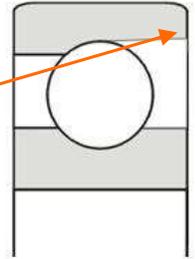
## 3. CLASIFICACIÓN DE RODAMIENTOS



*Según Aplicación / Forma*

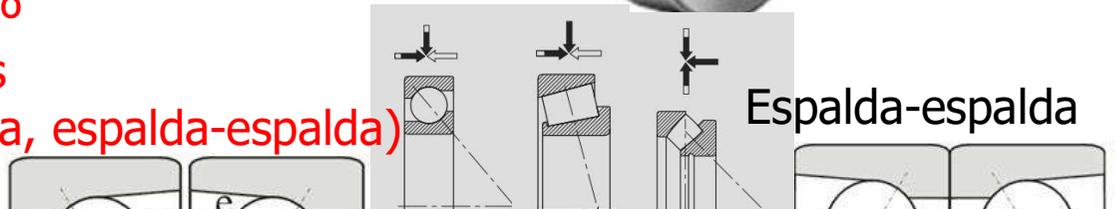
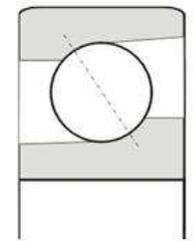
### De Magneto

- Ranura menos profunda que rígidos de bolas
- Anillo ext. con soporte a un sólo lado  $\Rightarrow$  Se puede quitar (montaje)
- Generalmente, por parejas.
- Pequeños. Uso en giróscopos, instrumental, aparatos domesticos...



### De Contacto Angular

- Cargas radiales y axiales ( $\leftarrow$ )
- 3 ángulos de contacto:  $15^\circ$ ,  $30^\circ$  y  $40^\circ$
- Para alta velocidad ángulos pequeños
- Se pueden usar por parejas (cara-cara, espalda-espalda)
- Parejas  $\Rightarrow$  ajuste de juego



Espalda-espalda

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

# Cartagena99

Cara-cara

holgura aro exterior

holgura aro interior

UNIVERSIDAD  
EBRIJA

# COJINETES Y LUBRICACIÓN

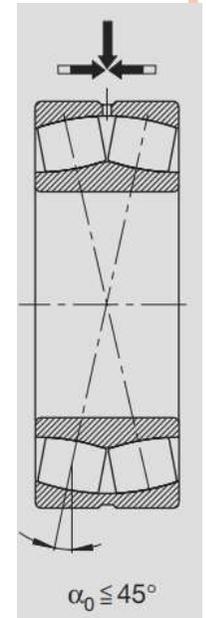
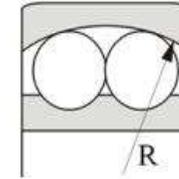
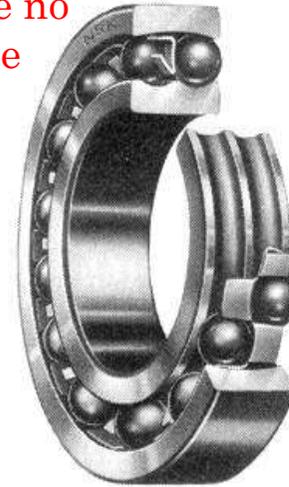
## 3. CLASIFICACIÓN DE RODAMIENTOS

*Según Aplicación / Forma*

Los rodamientos que no son autoalineables se denominan rígidos.

### De Autoalineación

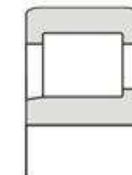
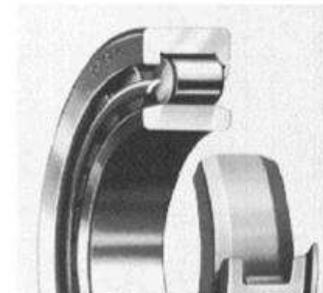
- Anillo interior: 2 pistas
- Anillo exterior: 1 superf. esférica
- Admiten desalineamientos angulares



Ejes largos.  
Soportes distintos.

### De Rodillos Cilíndricos (Alta Carga)

- Contacto lineal
- Rodillos con abombamiento en extremo
- Alta capacidad carga radial
- Altas velocidades



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

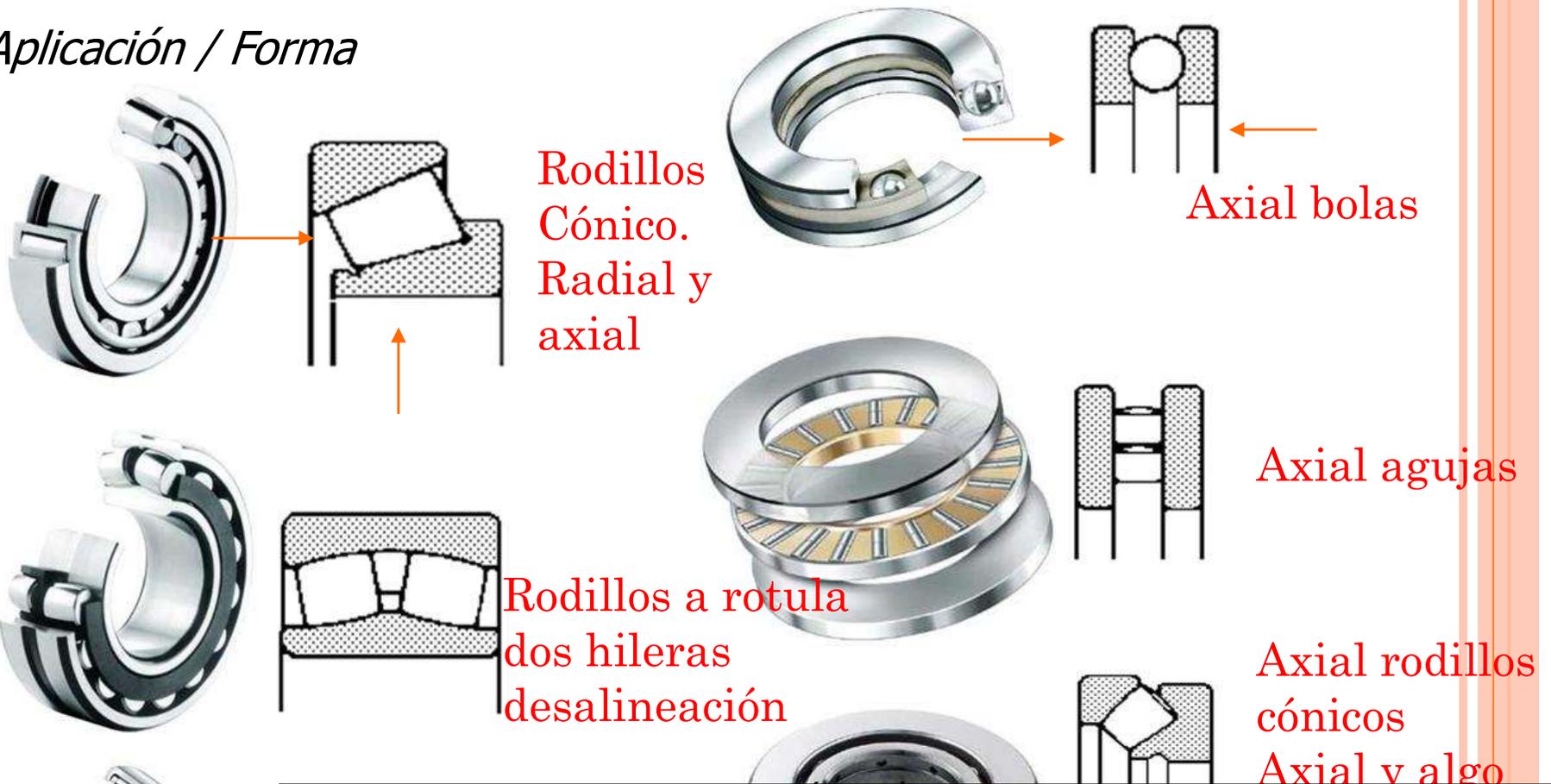


UNIVERSIDAD  
NEBRIJA

# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 3. CLASIFICACIÓN DE RODAMIENTOS

*Según Aplicación / Forma*



CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Poco espacio y elevada capacidad de carga. No tiene anillo

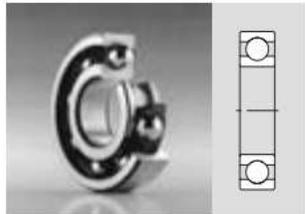
interior en este caso endurecer el eje.

Cartagena99

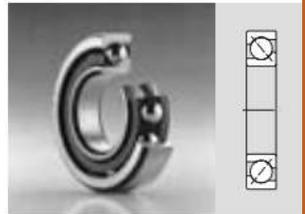
# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 3. CLASIFICACIÓN DE RODAMIENTOS

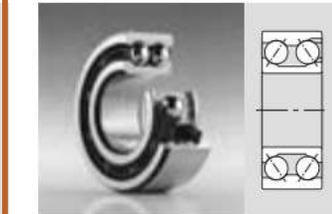
### ▼ Rodamientos de bolas



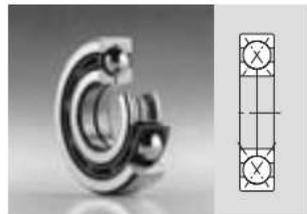
Rodamiento rígido de bolas



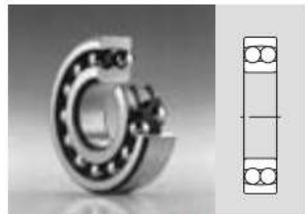
Rodamiento de una hilera  
bolas de contacto angular.



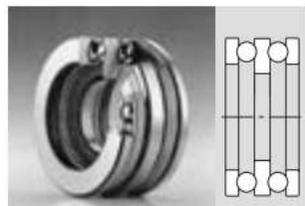
Rodamiento de bolas de contacto  
angular de doble hilera



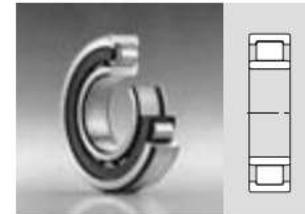
Rodamiento con cuatro caminos  
de rodadura



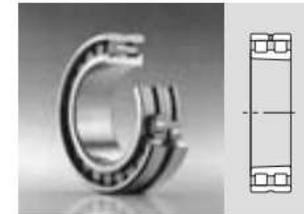
Rodamiento oscilante de bolas



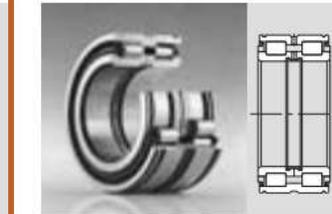
### ▼ Rodamientos de rodillos



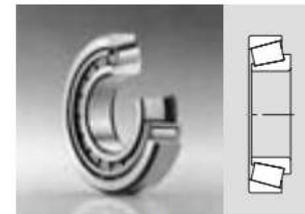
Rodamiento de rodillos cilíndricos,  
de una hilera



Rodamiento de rodillos cilíndricos,  
de doble hilera



Rodamiento de rodillos cilíndricos,  
lleno de rodillos



Rodamiento de rodillos cónicos



Rodamiento oscilante de rodillos,  
de una hilera



Rodamiento oscilante tipo E

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

# Rodamiento Fijo. Rodamiento libre.

Tipo de rodamiento	Características:														Rodamientos fijos	Rodamientos libres
	Carga radial	Carga axial en ambas direcciones	Compensación longitudinal en el rodamiento	Compensación longitudinal con ajuste deslizante	Rodamientos desplaceables	Compensación de desalineaciones	Elevada precisión	Aptitud para elevadas velocidades	Funcionamiento silencioso	Agujero cónico	Obstrucción a uno o ambos lados	Elevada rigidez	Bajo rozamiento			
Rodamientos rígidos de bolas																
Rodamientos de bolas de contacto angular																
Rodamientos de bolas de contacto angular, de doble hilera																
Rodamientos para husillos																
Rodamientos con cuatro caminos de rodadura																
Rodamientos oscilantes de bolas																
Rodamientos de rodillos cilíndricos NU, N																
NJ																
NUP, NJ + HJ																
NN																

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

# RODAMIENTOS Y TIPO DE APLICACIÓN

Aptitud		Características:																
		Carga radial	Carga axial en ambas direcciones	Compensación longitudinal en el rodamiento	Compensación longitudinal con ajuste deslizante	Rodamientos deslizable	Compensación de desalineaciones	Elevada precisión	Aptitud para elevadas velocidades	Funcionamiento silencioso	Agujero cónico	Obtención a uno o ambos lados	Elevada rigidez	Bajo rozamiento	Rodamientos fijos	Rodamientos libres		
	muy buena		limitada		no adecuada / no aplicable													
	buena																	
	normal / aceptable																	
Tipo de rodamiento																		
Rodamientos de rodillos cónicos																		
Rodamientos oscilantes de rodillos, de una hilera																		
Rodamientos oscilantes de rodillos																		
Rodamientos axiales de bolas																		
Rodamientos axiales de bolas de contacto angular																		
Rodamientos axiales de rodillos cilíndricos																		
Rodamientos axiales oscilantes de rodillos																		
Rodamientos con anillo de sujeción																		

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

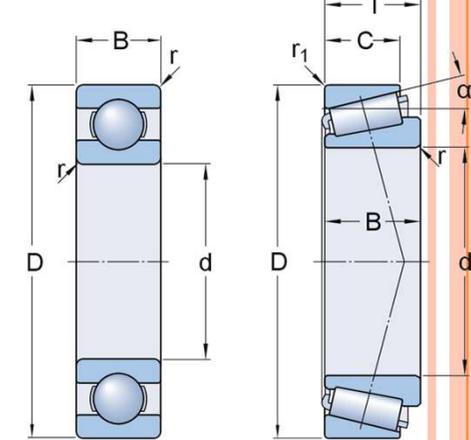


# COJINETES Y LUBRICACIÓN

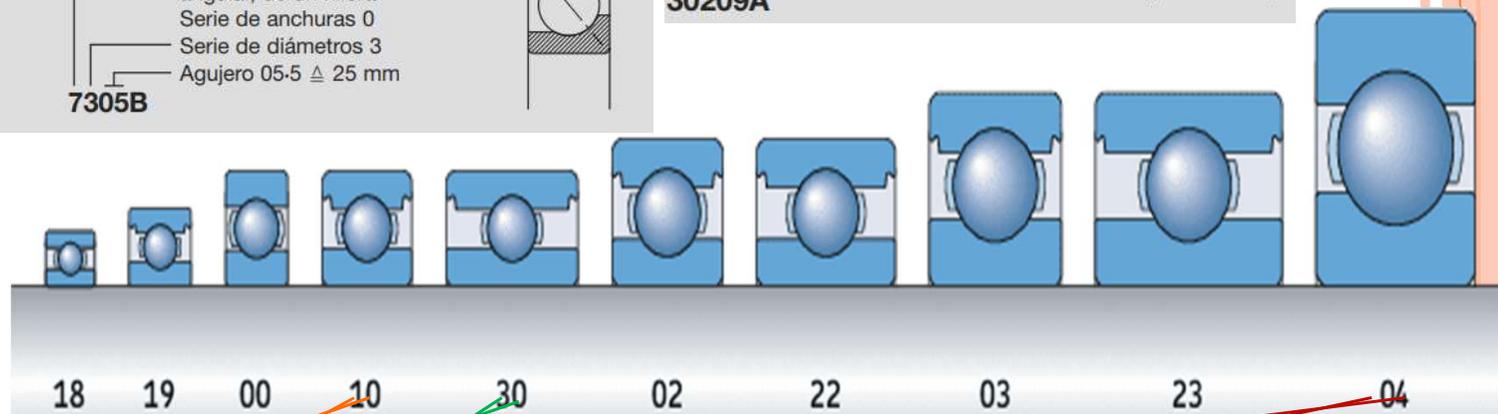
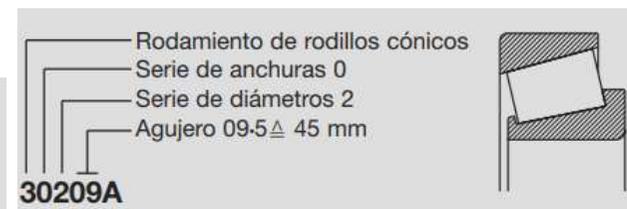
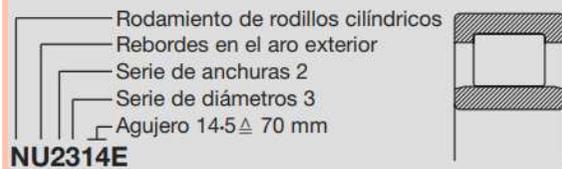
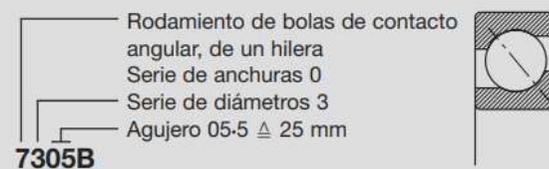
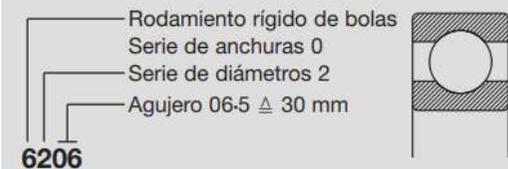
## 4. NORMAS INTERNACIONALES

### • DIMENSIONES

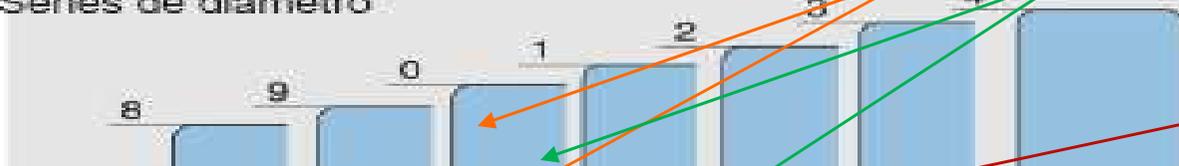
- Las series dimensionales de los rodamientos siguen las Normas:
- ISO 15:1998: Rod. Métricos radiales excepto cónicos
- ISO 355:1977: Rod. Métricos de rodillos cónicos
- ISO 104:2002: Rod. Métricos axiales



▼ Ejemplos para la denominación de la serie y del agujero del rodamiento en el signo básico según DIN 623



Series de diámetro



# Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

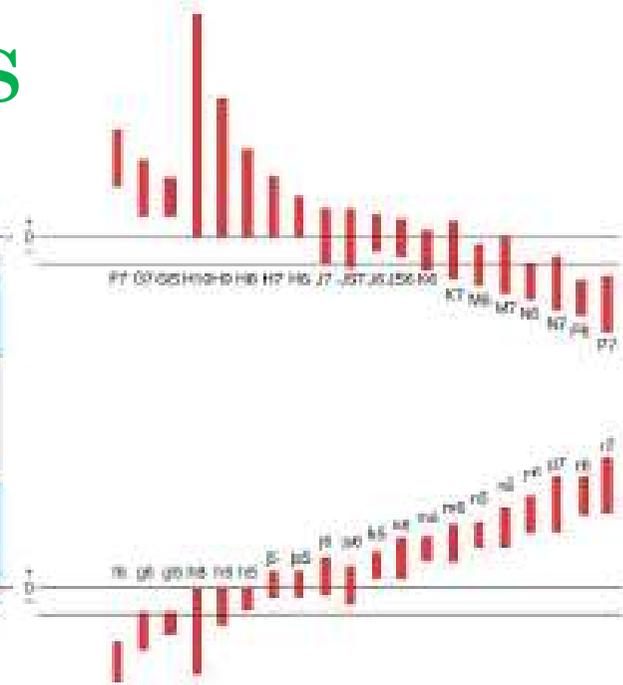
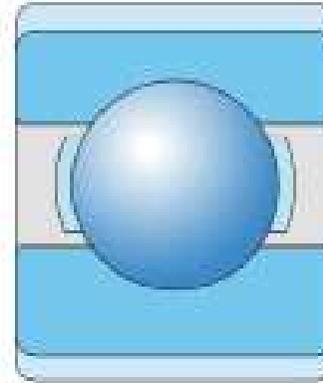
UNIVERSIDAD  
NEBRIJA

# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 4. NORMAS INTERNACIONALES

- **AJUSTES** Tolerancias dimensionales.

- Posiciones y rangos para ajustes en ejes y alojamientos según:
- ISO 286-2:1988



- La posición respecto a la medida nominal es indicada por una letra **Mayúscula para diámetros interiores (alojamientos, agujero) y minúscula para diámetros exteriores (ejes)**
- Incrementa la interferencia (**apriete**) cuando se avanza con el alfabeto

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

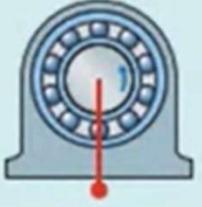
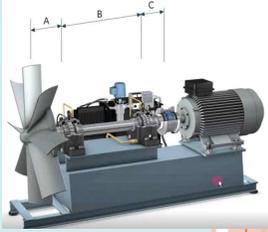
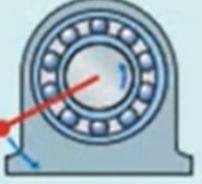
---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 4. NORMAS INTERNACIONALES

Se realizará un ajuste por apriete. Interesa que sea solidario el aro (ya sea, interior o exterior) con la estructura (ya sea eje o alojamiento) que pudiese tener problemas de deslizamiento por el tipo de carga existente. O sea, **se aprieta el aro que tiene un movimiento relativo con respecto a la dirección de la carga.**

Condiciones de funcionamiento	Ilustración esquemática	Condición de carga	Ajustes recomendados
Aro interior giratorio Aro exterior fijo Dirección de carga constante		<b>Ventilador</b> Carga giratoria sobre el aro interior Carga fija sobre el aro exterior	 <u>Ajuste de interferencia para el aro interior</u> Ajuste flojo para el aro exterior (posible)
Aro interior giratorio Aro exterior fijo Carga que gira con el aro interior		Carga fija sobre el aro interior Carga giratoria sobre el aro exterior	Ajuste flojo para el aro interior (posible) <u>Ajuste de interferencia para el aro exterior</u>
		<b>Polea, gancho grúa</b>	

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Aro interior fijo

Carga giratoria sobre el aro interior

Ajuste de interferencia para el aro interior  
 Ajuste flojo para el aro exterior (posible)

# TOLERANCIAS DIMENSIONALES

- Estructura del sistema de tolerancias ISO. Las magnitudes de las tolerancias se hacen depender para un mismo grupo de medidas nominales de una escala con 18 escalones denominada calidad IT y designada por los números 01, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 y 16. **Los valores de las tolerancias IT son función de la magnitud de los diámetros. El IT la calidad.**
- De esta forma la designación de una tolerancia se realiza con letras y números, correspondiendo las **letras a la posición de la tolerancia y su magnitud por las cifras IT, ejemplo 40 H7 límites 40,000 y 40,025.**

Grupos de diámetros (mm)	CALIDADES																	
	IT 01	IT 0	IT 1	IT 2	IT 3	IT 4	IT 5	IT 6	IT 7	IT 8	IT 9	IT 10	IT 11	IT 12	IT 13	IT 14	IT 15	IT 16
$d \leq 3$	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	100	140	250	400	600
$3 < d \leq 6$	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	5	8	12	18	30	48	75	120	180	300	480	750
$6 < d \leq 10$	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	15	22	36	58	90	150	220	360	580	900
$10 < d \leq 18$	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	180	270	430	700	1100
$18 < d \leq 30$	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	210	330	520	840	1300
$30 < d \leq 50$	0,6	1	1,5	2,5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	250	390	620	1000	1600
$50 < d \leq 80$	0,8	1,2	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	300	460	740	1200	1900
$80 < d \leq 120$	1	1,5	2,5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	350	540	870	1400	2200
$120 < d \leq 180$	1,2	2	3,5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	400	630	1000	1600	2500
$180 < d < 250$	2	3	4,5	7	10	14	20	28	44	70	110	180	280	440	700	1100	1800	2800

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

Ultraprecisión  
 de gran precisión

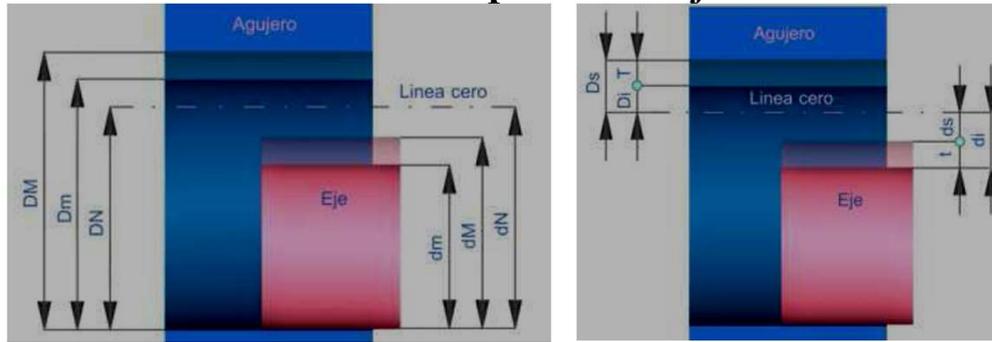
Piezas o elementos destinados a ajustar

Piezas o elementos que  
 no han de ajustar

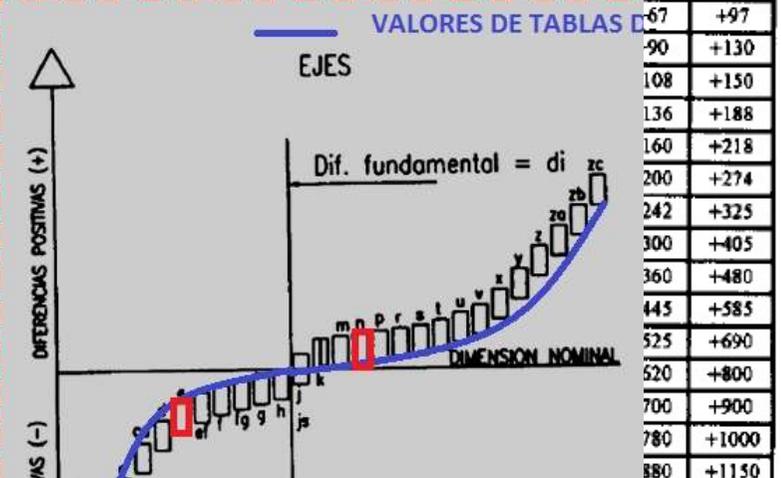
INDUSTRIA

# TOLERANCIAS DIMENSIONALES

## Diferencias fundamentales para los ejes



Posición	a	b	c	cd	d	e	ef	f	fg	g	h	j			k		m	n	p	r	s	t	u	v	x	y	z	za	zb	zc						
Calidad												5 y 6	7	8	4 < d ≤ 7		4 < d ≤ 7		> 7		Todas las calidades															
Diferencia fundamental	Diferencia superior <b>ds</b>											Diferencia inferior <b>di</b>																								
$d \leq 3$	-270	-140	-60	-34	-20	-14	-10	-6	-4	-2	0	-2	-4	-6	0	0	+2	+4	+6	+10	+14	-	+18	-	+20	-	+26	+32	+40	+60						
$3 < d \leq 6$	-270	-140	-70	-46	-30	-20	-14	-10	-6	-4	0	-2	-4	-	+1	0	+4	+8	+12	+15	+19	-	+23	-	+28	-	+35	+42	+50	+80						
$6 < d \leq 10$	-280	-150	-80	-56	-40	-25	-18	-13	-8	-5	0	-2	-5	-	+1	0	+6	+10	+15	+19	+23	-	+27	-	+32	-	+39	+48	+58	+97						
$10 < d \leq 14$	-290	-150	-95	-	-50	-32	-	-16	-	-6	0	-3	-6	-	+1	0	+7	+12	+18	+23	+27	-	+31	-	+37	-	+45	+56	+67	+130						
$14 < d \leq 18$	-300	-160	-110	-	-65	-40	-	-20	-	-7	0	-4	-8	-	+2	0	+8	+15	+22	+28	+33	-	+37	-	+44	-	+53	+65	+78	+150						
$18 < d \leq 24$	-300	-160	-110	-	-65	-40	-	-20	-	-7	0	-4	-8	-	+2	0	+8	+15	+22	+28	+33	-	+37	-	+44	-	+53	+65	+78	+150						
$24 < d \leq 30$	-310	-170	-120	-	-80	-50	-	-25	-	-9	0	-5	-10	-	+2	0	+9	+17	+26	+34	+41	-	+45	-	+53	-	+63	+76	+90	+188						
$30 < d \leq 40$	-310	-170	-120	-	-80	-50	-	-25	-	-9	0	-5	-10	-	+2	0	+9	+17	+26	+34	+41	-	+45	-	+53	-	+63	+76	+90	+188						
$40 < d \leq 50$	-320	-180	-130	-	-90	-55	-	-28	-	-10	0	-6	-12	-	+3	0	+10	+19	+29	+38	+46	-	+50	-	+59	-	+70	+84	+99	+218						
$50 < d \leq 65$	-340	-190	-140	-	-100	-60	-	-30	-	-10	0	-7	-12	-	+2	0	+11	+20	+32	+41	+50	-	+54	-	+64	-	+76	+91	+107	+274						
$65 < d \leq 80$	-360	-200	-150	-	-110	-65	-	-33	-	-11	0	-8	-14	-	+3	0	+12	+22	+35	+45	+55	-	+59	-	+70	-	+83	+99	+116	+325						
$80 < d \leq 100$	-380	-220	-170	-	-120	-72	-	-36	-	-12	0	-9	-15	-	+3	0	+13	+23	+37	+47	+57	-	+61	-	+73	-	+87	+104	+122	+405						
$100 < d \leq 120$	-410	-240	-180	-	-130	-78	-	-39	-	-13	0	-10	-16	-	+4	0	+14	+25	+40	+50	+60	-	+64	-	+77	-	+92	+110	+129	+585						
$120 < d \leq 140$	-460	-260	-200	-	-145	-85	-	-43	-	-14	0	-11	-18	-	+4	0	+15	+27	+42	+53	+63	-	+67	-	+81	-	+97	+116	+136	+690						
$140 < d \leq 160$	-520	-280	-210	-	-160	-92	-	-46	-	-15	0	-12	-20	-	+5	0	+16	+29	+45	+56	+66	-	+70	-	+85	-	+102	+122	+143	+800						
$160 < d \leq 180$	-580	-310	-230	-	-180	-100	-	-50	-	-16	0	-13	-22	-	+5	0	+17	+31	+48	+59	+69	-	+73	-	+89	-	+107	+128	+150	+900						
$180 < d \leq 200$	-660	-340	-240	-	-200	-110	-	-55	-	-17	0	-14	-24	-	+6	0	+18	+33	+51	+62	+72	-	+76	-	+93	-	+112	+134	+157	+1000						
$200 < d \leq 250$	-750	-380	-260	-	-220	-120	-	-60	-	-18	0	-15	-26	-	+7	0	+19	+35	+54	+65	+75	-	+79	-	+97	-	+117	+140	+164	+1150						



CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

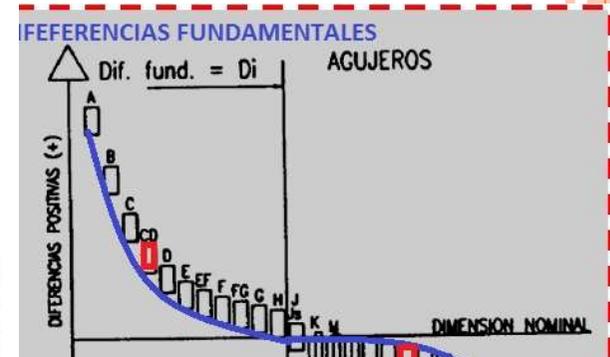
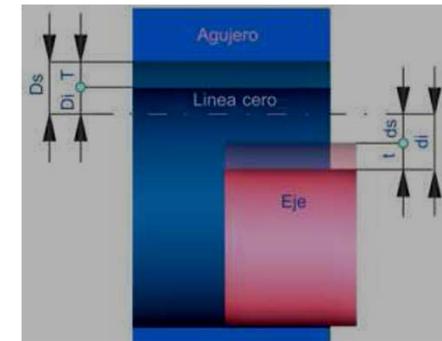
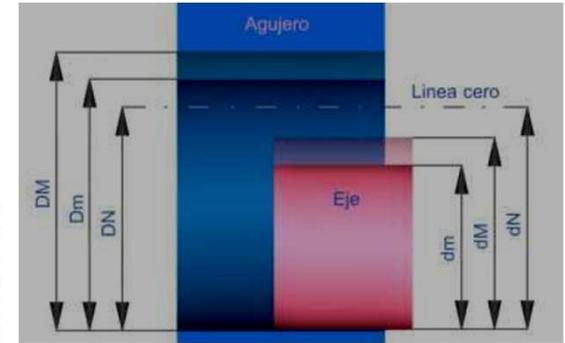
250 < d ≤ 300 -1650 -840 -480

+13 Dif. fundamental = ds 100 +2600

# TOLERANCIAS DIMENSIONALES

- Diferencias fundamentales para los huecos

Posición	A	B	C	CD	D	E	EF	F	FG	G	H	Js
Calidad	Todas las calidades											
Diámetro	Diferencia inferior $D_i$											
$d \leq 3$	+270	+140	+60	+34	+20	+14	+10	+6	+4	+2	0	
$3 < d \leq 6$	+270	+140	+70	+46	+30	+20	+14	+10	+6	+4	0	
$6 < d \leq 10$	+280	+150	+80	+56	+40	+25	+18	+13	+8	+5	0	
$10 < d \leq 18$	+290	+150	+95	-	+50	+32	-	+16	-	+6	0	
$18 < d \leq 30$	+300	+160	+110	-	+65	+40	-	+20	-	+7	0	
$30 < d \leq 40$	+310	+170	+120	-	+80	+50	-	+25	-	+9	0	
$40 < d \leq 50$	+320	+180	+130	-	-	-	-	-	-	-	0	
$50 < d \leq 65$	+340	+190	+140	-	+100	+60	-	+30	-	+10	0	
$65 < d \leq 80$	+360	+200	+150	-	-	-	-	-	-	-	0	
$80 < d \leq 100$	+380	+220	+170	-	+120	+72	-	+36	-	+12	0	
$100 < d \leq 120$	+410	+240	+180	-	-	-	-	-	-	-	0	
$120 < d \leq 140$	+460	+260	+200	-	-	-	-	-	-	-	0	
$140 < d \leq 160$	+520	+280	+210	-	+145	+85	-	+43	-	+14	0	
$160 < d \leq 180$	+580	+310	+230	-	-	-	-	-	-	-	0	
$180 < d \leq 200$	+660	+340	+240	-	-	-	-	-	-	-	0	
$200 < d \leq 225$	+740	+380	+260	-	+170	+100	-	+50	-	+15	0	
$225 < d \leq 250$	+820	+420	+280	-	-	-	-	-	-	-	0	



CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

# TOLERANCIAS DIMENSIONALES

o Diferencias fundamentales para los huecos

Posición	J			K				M					N				P				
	6	7	8	5	6	7	8	5	6	7	8	≥9	5	6	7	8	≥9	5	6	7	≥8
Calidad	6	7	8	5	6	7	8	5	6	7	8	≥9	5	6	7	8	≥9	5	6	7	≥8
Diámetro	Diferencia superior <b>Ds</b>																				
$d \leq 3$	+2	+4	+6	0	0	0	0	-2	-2	-2	-2	-2	-4	-4	-4	-4	-4	-6	-6	-6	-6
$3 < d \leq 6$	+5	+6	+10	0	+2	+3	+5	-3	-1	0	+2	-4	-7	-5	-4	-2	0	-11	-9	-8	-12
$6 < d \leq 10$	+5	+8	+12	+1	+2	+5	+6	-4	-3	0	+1	-6	-8	-7	-4	-3	0	-13	-12	-9	-15
$10 < d \leq 18$	+6	+10	+15	+2	+2	+6	+8	-4	-4	0	+2	-7	-9	-9	-5	-3	0	-15	-15	-11	-18
$18 < d \leq 30$	+8	+12	+20	+1	+2	+6	+10	-5	-4	0	+4	-8	-12	-11	-7	-3	0	-19	-18	-14	-22
$30 < d \leq 40$	+10	+14	+24	+2	+3	+7	+12	-5	-4	0	+5	-9	-13	-12	-8	-3	0	-22	-21	-17	-26
$40 < d \leq 50$																					
$50 < d \leq 65$	+13	+18	+28	+3	+4	+9	+14	-6	-5	0	+5	-11	-15	-14	-9	-4	0	-27	-26	-21	-32
$65 < d \leq 80$																					
$80 < d \leq 100$	+16	+22	+34	+2	+4	+10	+16	-8	-6	0	+6	-13	-18	-16	-10	-4	0	-32	-30	-24	-37
$100 < d \leq 120$																					
$120 < d \leq 140$	+18	+26	+41	+3	+4	+12	+20	-9	-8	0	+8	-15	-21	-20	-12	-4	0	-37	-36	-28	-43
$140 < d \leq 160$																					
$160 < d \leq 180$																					
$180 < d \leq 200$	+22	+30	+47	+2	+5	+13	+22	-11	-8	0	+9	-17	-25	-22	-14	-5	0	-44	-41	-33	-50
$200 < d \leq 225$																					
$225 < d \leq 250$																					

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

# TOLERANCIAS DIMENSIONALES

- Diferencias fundamentales para los huecos

Posición	R				S				T				U			
	5	6	7	≥8	5	6	7	≥8	5	6	7	≥8	5	6	7	≥8
Diámetro	Diferencia superior: <b>Ds</b>															
$d \leq 3$	-10	-10	-10	-10	-14	-14	-14	-14	-	-	-	-	-18	-18	-18	-18
$3 < d \leq 6$	-14	-12	-11	-15	-18	-16	-15	-19	-	-	-	-	-22	-20	-19	-23
$6 < d \leq 10$	-17	-16	-13	-19	-21	-20	-17	-23	-	-	-	-	-26	-25	-22	-28
$10 < d \leq 14$	-20	-20	-16	-23	-25	-25	-21	-28	-	-	-	-	-30	-30	-26	-33
$14 < d \leq 18$																
$18 < d \leq 24$	-25	-24	-20	-28	-32	-31	-27	-35	-	-	-	-	-38	-37	-33	-41
$24 < d \leq 30$									-38	-37	-33	-41	-45	-44	-40	-48
$30 < d \leq 40$	-30	-29	-25	-34	-39	-38	-34	-43	-44	-43	-39	-48	-56	-55	-51	-60
$40 < d \leq 50$									-50	-49	-45	-54	-66	-65	-61	-70
$50 < d \leq 65$	-36	-35	-30	-41	-48	-47	-42	-53	-61	-60	-55	-66	-82	-81	-76	-87
$65 < d \leq 80$	-38	-37	-32	-43	-54	-53	-48	-59	-70	-69	-64	-75	-97	-96	-91	-102
$80 < d \leq 100$	-46	-44	-38	-51	-66	-64	-58	-71	-86	-84	-78	-91	-119	-117	-111	-124
$100 < d \leq 120$	-49	-47	-41	-54	-74	-72	-66	-79	-99	-97	-91	-104	-139	-137	-131	-144
$120 < d \leq 140$	-57	-56	-48	-63	-86	-85	-77	-92	-116	-115	-107	-122	-164	-163	-155	-170
$140 < d \leq 160$	-59	-58	-50	-65	-94	-93	-85	-100	-128	-127	-119	-134	-184	-183	-175	-190
$160 < d \leq 180$	-62	-61	-53	-68	-102	-101	-93	-108	-140	-139	-131	-146	-204	-203	-195	-210
$180 < d \leq 200$	-71	-68	-60	-77	-116	-113	-105	-122	-160	-157	-149	-166	-230	-227	-219	-236
$200 < d \leq 225$	-74	-71	-63	-80	-124	-121	-113	-130	-174	-171	-163	-180	-252	-249	-241	-258
$225 < d \leq 250$	-78	-75	-67	-84	-134	-131	-123	-140	-190	-187	-179	-196	-278	-275	-267	-284

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

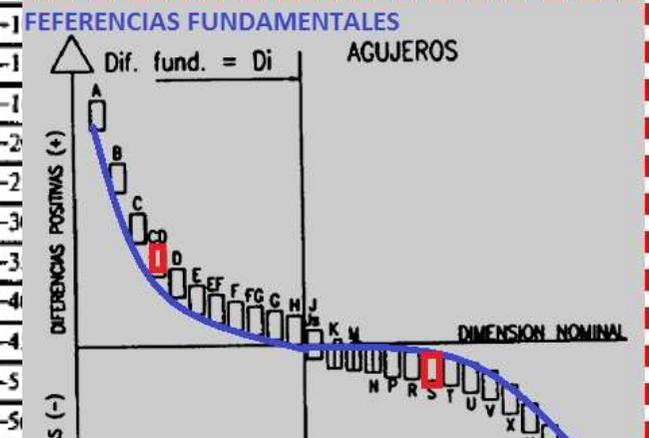
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

# TOLERANCIAS DIMENSIONALES

## Diferencias fundamentales para los huecos

Posición	V				X				Y			Z			ZA	ZB	ZC	
Calidad	5	6	7	≥8	5	6	7	≥8	6	7	≥8	7	≥8	7	≥8	≥8	≥8	
Diámetro	Diferencia superior <b>D<sub>s</sub></b>																	
$d \leq 3$	-	-	-	-	-20	-20	-20	-20	-	-	-	-26	-26	-26	-32	-32	-40	-60
$3 < d \leq 6$	-	-	-	-	-27	-25	-24	-28	-	-	-	-32	-31	-35	-38	-42	-50	-80
$6 < d \leq 10$	-	-	-	-	-32	-31	-28	-34	-	-	-	-39	-36	-42	-46	-52	-67	-97
$10 < d \leq 14$	-	-	-	-	-37	-37	-33	-40	-	-	-	-47	-43	-50	-57	-64	-90	-130
$14 < d \leq 18$	-36	-36	-32	-39	-42	-42	-38	-45	-	-	-	-57	-53	-60	-70	-77	-108	-150
$18 < d \leq 24$	-44	-43	-39	-47	-51	-50	-46	-54	-59	-55	-63	-69	-65	-73	-90	-98	-136	-188
$24 < d \leq 30$	-52	-51	-47	-55	-61	-60	-56	-64	-71	-67	-75	-84	-80	-88	-110	-118	-160	-218
$30 < d \leq 40$	-64	-63	-59	-68	-76	-75	-71	-80	-89	-85	-94	-104	-100	-108	-136	-144	-192	-264
$40 < d \leq 50$	-77	-76	-72	-81	-93	-92	-88	-97	-109	-105	-114	-132	-128	-136	-172	-180	-232	-312
$50 < d \leq 65$	-97	-96	-91	-102	-117	-116	-111	-122	-138	-133	-144	-164	-160	-168	-212	-220	-280	-372
$65 < d \leq 80$	-115	-114	-109	-120	-141	-140	-135	-146	-168	-163	-174	-200	-196	-204	-252	-260	-320	-420
$80 < d \leq 100$	-141	-139	-133	-146	-173	-171	-165	-178	-207	-201	-214	-240	-236	-244	-300	-308	-360	-460
$100 < d \leq 120$	-167	-165	-159	-172	-205	-203	-197	-210	-247	-241	-254	-280	-276	-284	-340	-348	-400	-500
$120 < d \leq 140$	-196	-195	-187	-202	-242	-241	-233	-248	-293	-285	-300	-332	-328	-336	-392	-400	-452	-552
$140 < d \leq 160$	-222	-221	-213	-228	-274	-273	-265	-280	-333	-325	-340	-372	-368	-376	-432	-440	-492	-592
$160 < d \leq 180$	-246	-245	-237	-252	-304	-303	-295	-310	-373	-365	-380	-420	-416	-424	-480	-488	-540	-640
$180 < d \leq 200$	-278	-275	-267	-284	-344	-341	-333	-350	-416	-408	-425	-472	-468	-476	-532	-540	-592	-692
$200 < d \leq 225$	-304	-301	-293	-310	-379	-376	-368	-385	-461	-453	-470	-528	-524	-532	-592	-600	-652	-752



CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

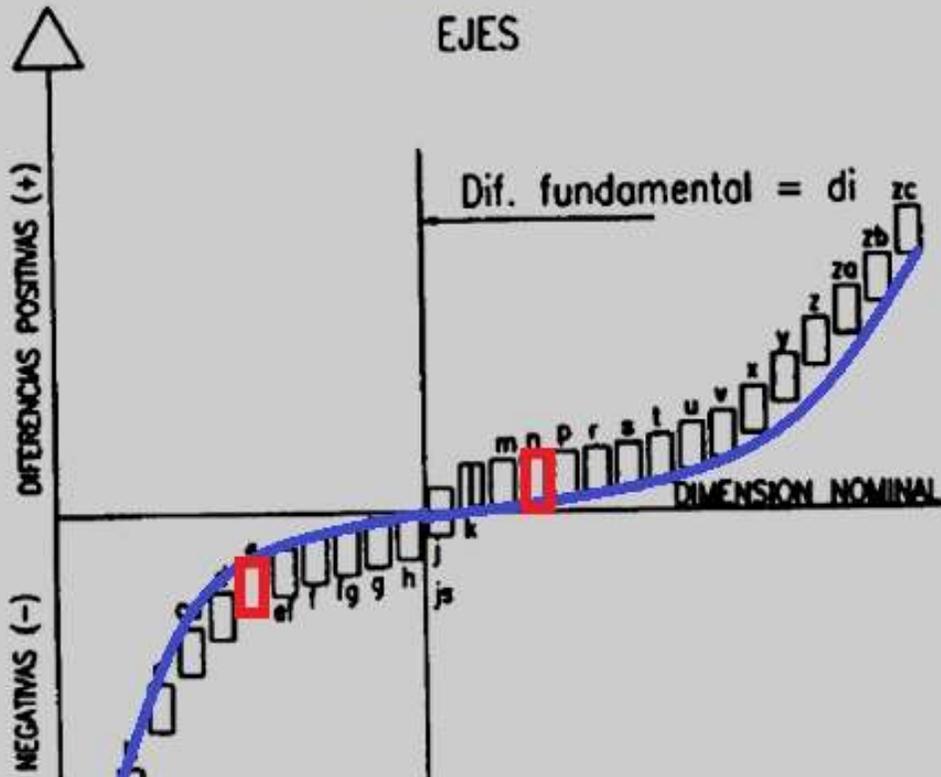
Cartagena99

450 < d ≤ 500	-653	-647	-637	-660	-813	-807	-797	-820	-987	-977	-1000	-12
---------------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------	-----

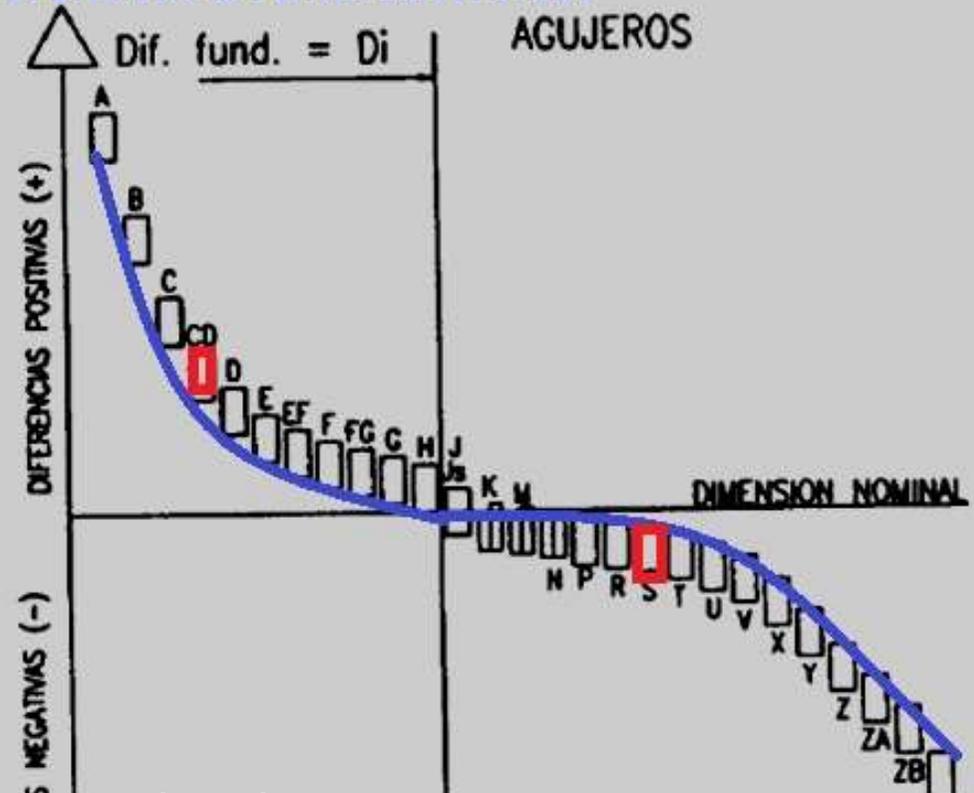
# TOLERANCIAS DIMENSIONALES

## VALORES DE TABLAS DE DIFERENCIAS FUNDAMENTALES

EJES



AGUJEROS



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

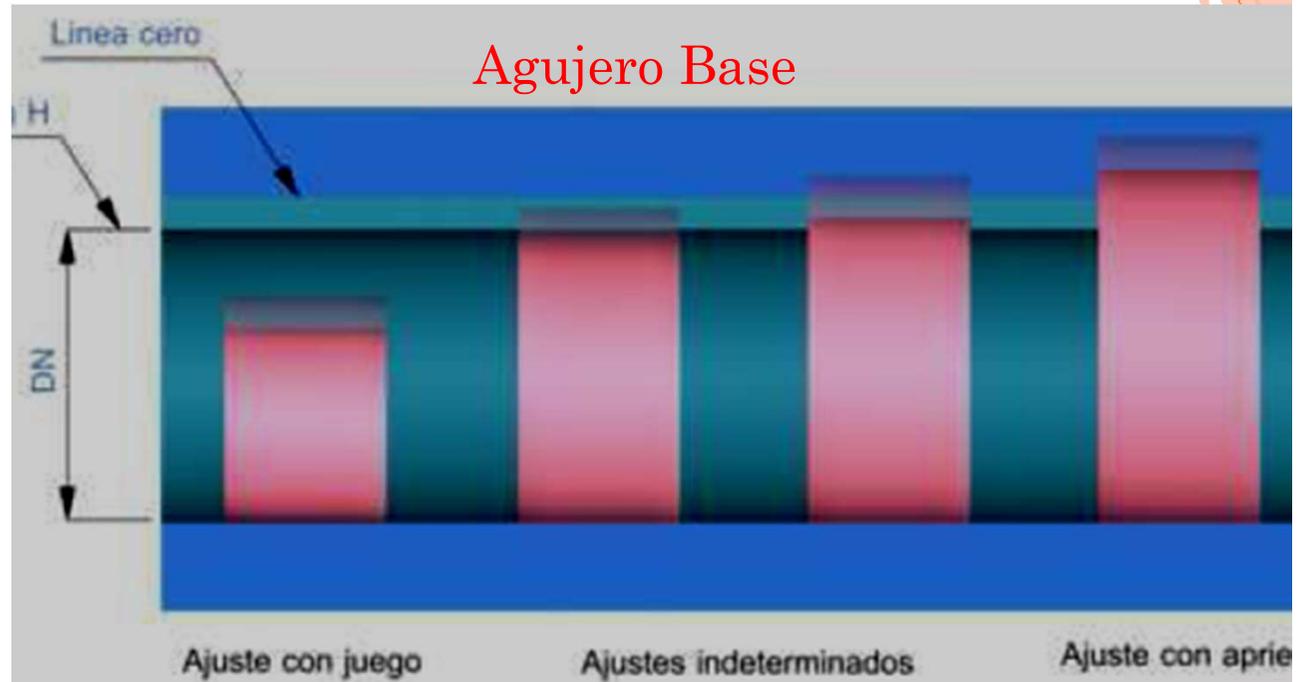
---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Valor de la tabla de calidades IT

# TOLERANCIAS DIMENSIONALES

- **Ajuste** es la relación resultante de la diferencia, **antes de ensamblar**, entre las medidas de dos **elementos, agujero y eje** respectivamente, destinados a ser ensamblados. Se entiende que ambos elementos tienen la **misma medida nominal**.
- Según la zona de tolerancia de la medida interior y exterior, el ajuste puede ser:



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

# TOLERANCIAS DIMENSIONALES

- **Juego (J):** diferencia entre las medidas del agujero y del eje, antes del montaje.
  - **Ajuste con juego o ajuste móvil:** la diferencia entre las medidas efectivas de agujero y eje resulta positiva. Cuando la dimensión real del **hueco es mayor que la del eje**.

$$J = D_e - d_e > 0$$

- **Juego máximo (JM):** diferencia entre la medida máxima del agujero y la mínima del eje.

$$JM = DM - dm$$

- **Juego mínimo (Jm):** diferencia entre la medida mínima del agujero y la máxima del eje.

$$Jm = Dm - dM$$

- **Tolerancia del juego (TJ)** a la diferencia entre los juegos máximo y mínimo, que coincide con la suma de las tolerancias del agujero y del eje:

$$TJ = JM - Jm = T + t$$



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70



UNIVERSIDAD  
NEBRIJA

# TOLERANCIAS DIMENSIONALES

- **Apriete (A)** es la diferencia entre las medidas efectivas de eje y agujero, antes del montaje,
  - **Ajuste con Apriete:** cuando ésta es positiva, es decir, cuando la dimensión real del eje es mayor que la del agujero:  
$$A = d_e - D_e > 0$$
  - **Apriete máximo (AM)** es el valor de la diferencia entre la medida **máxima del eje** y la medida **mínima del agujero**:  
$$AM = dM - Dm$$
  - **Apriete mínimo (Am)** es el valor de la diferencia entre la medida **mínima del eje** y la **máxima del agujero**:  
$$Am = dm - DM$$
  - **Se llama tolerancia del Apriete (TA)** a la diferencia entre los apriete máximo y mínimo, que coincide con la suma de las tolerancias del agujero y del eje:

$$\underline{TA = AM - Am = T + t = T + t}$$

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



UNIVERSIDAD  
NEBRIJA

# TOLERANCIAS DIMENSIONALES

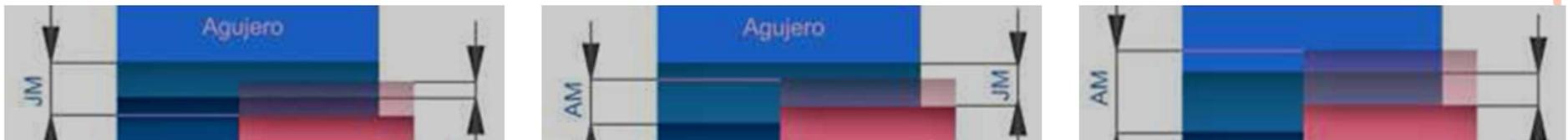
- **Ajuste indeterminado (I)** el ajuste que la **diferencia entre medidas efectivas de agujero y eje puede ser positiva o negativa**, dependiendo del caso:

$$I = De - de < 0 \text{ ó } > 0; \quad \text{Condición:} \quad \mathbf{JM = DM - dm; \quad AM = dM - Dm}$$

- **Tolerancia del ajuste indeterminado (TI)** a la suma del **juego máximo y del apriete máximo**, coincidente con la suma de tolerancias de agujero y eje:

$$\mathbf{TI = JM + AM = T + t}$$

- Según las posiciones y tamaños de tolerancias de ejes y agujero se da:
  - El valor del **Juego máximo supera al Apriete máximo.  $JM > AM$**
  - El **apriete máximo es igual al juego máximo.  $JM = AM$**
  - El **apriete máximo es superior al juego máximo.  $AM < JM$**



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# TOLERANCIAS DIMENSIONALES

- Con esta estructura la **combinación** de posibilidades es **excesivamente amplia**, **en la práctica se limitan a las mostradas en la figura y con preferencia a las resaltadas en negrilla.**

Tolerancias preferentes para ejes

						g5	h5	js5	k5	m5	n5	p5	r5	s5	t5	
					f6	<b>g6</b>	<b>h6</b>	<b>js6</b>	<b>k6</b>	m6	<b>n6</b>	<b>p6</b>	<b>r6</b>	<b>s6</b>	t6	
				e7	<b>f7</b>		<b>h7</b>	js7	k7	m7	n7	p7	r7	s7	t7	u7
			d8	e8	f8		h8									
			<b>d9</b>	e9			<b>h9</b>									
			d10													
<b>a11</b>	<b>b11</b>	<b>c11</b>					<b>h11</b>									

Tolerancias preferentes para agujeros

						G6	H6	Js6	K6	M6	N6	P6	R6	S6	T6	
					F7	<b>G7</b>	<b>H7</b>	<b>Js7</b>	<b>K7</b>	M7	<b>N7</b>	<b>P7</b>	<b>R7</b>	<b>S7</b>	T7	

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

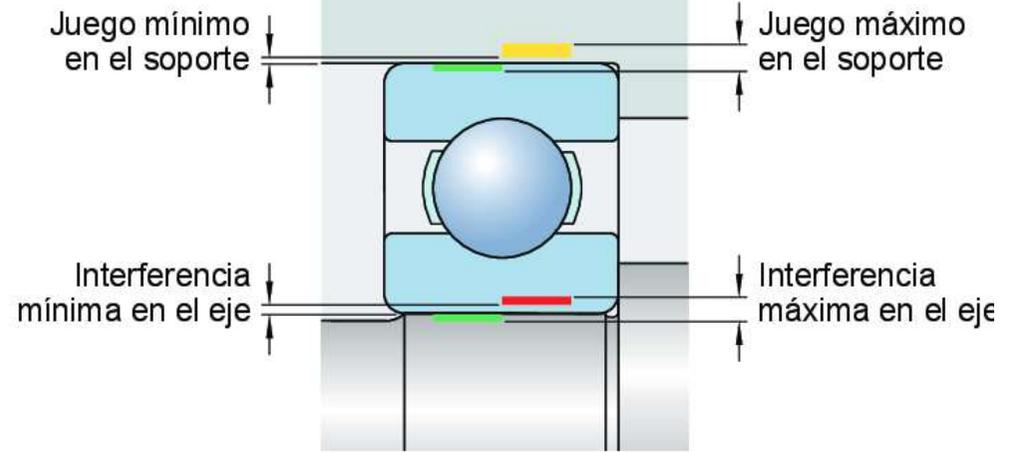
---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

# COJINETES Y LUBRI

## 4. NORMAS INTERNACI

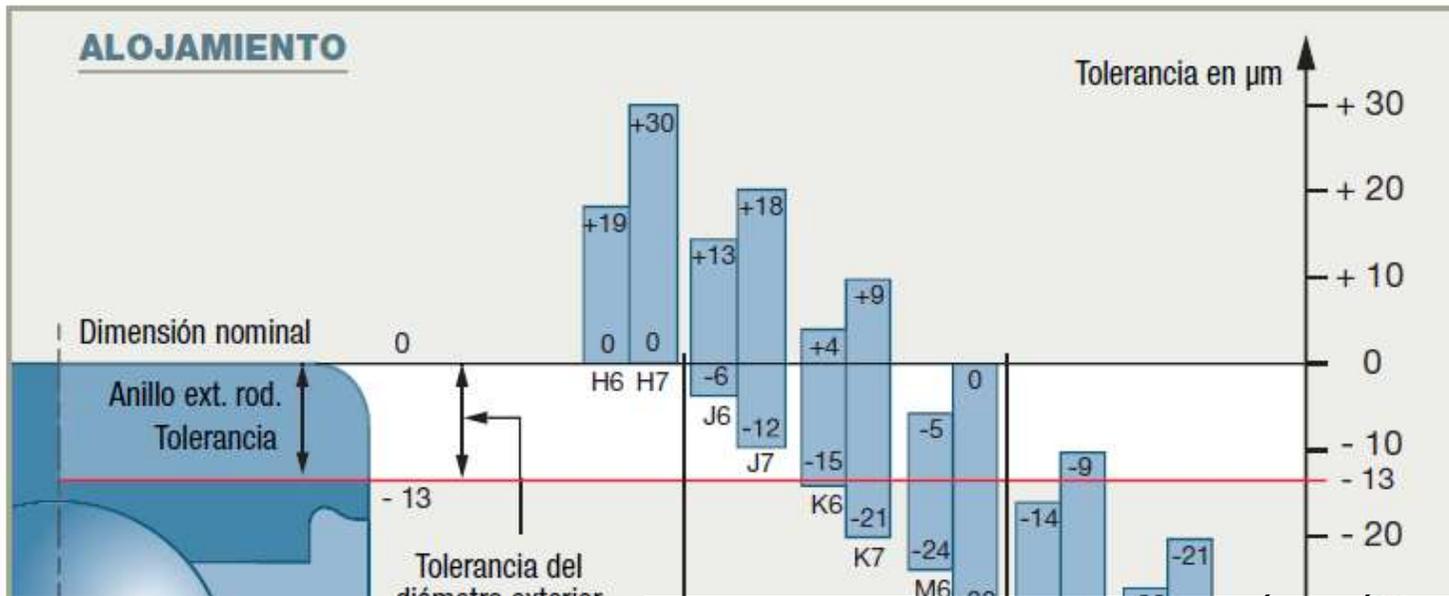


■ Ajuste rodamiento / alojamiento

Intervalos de tolerancia del agujero del rodamiento y el diámetro exterior

Intervalo de tolerancia del asiento de soporte

Intervalo de tolerancia del asiento de eje



Agujero

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

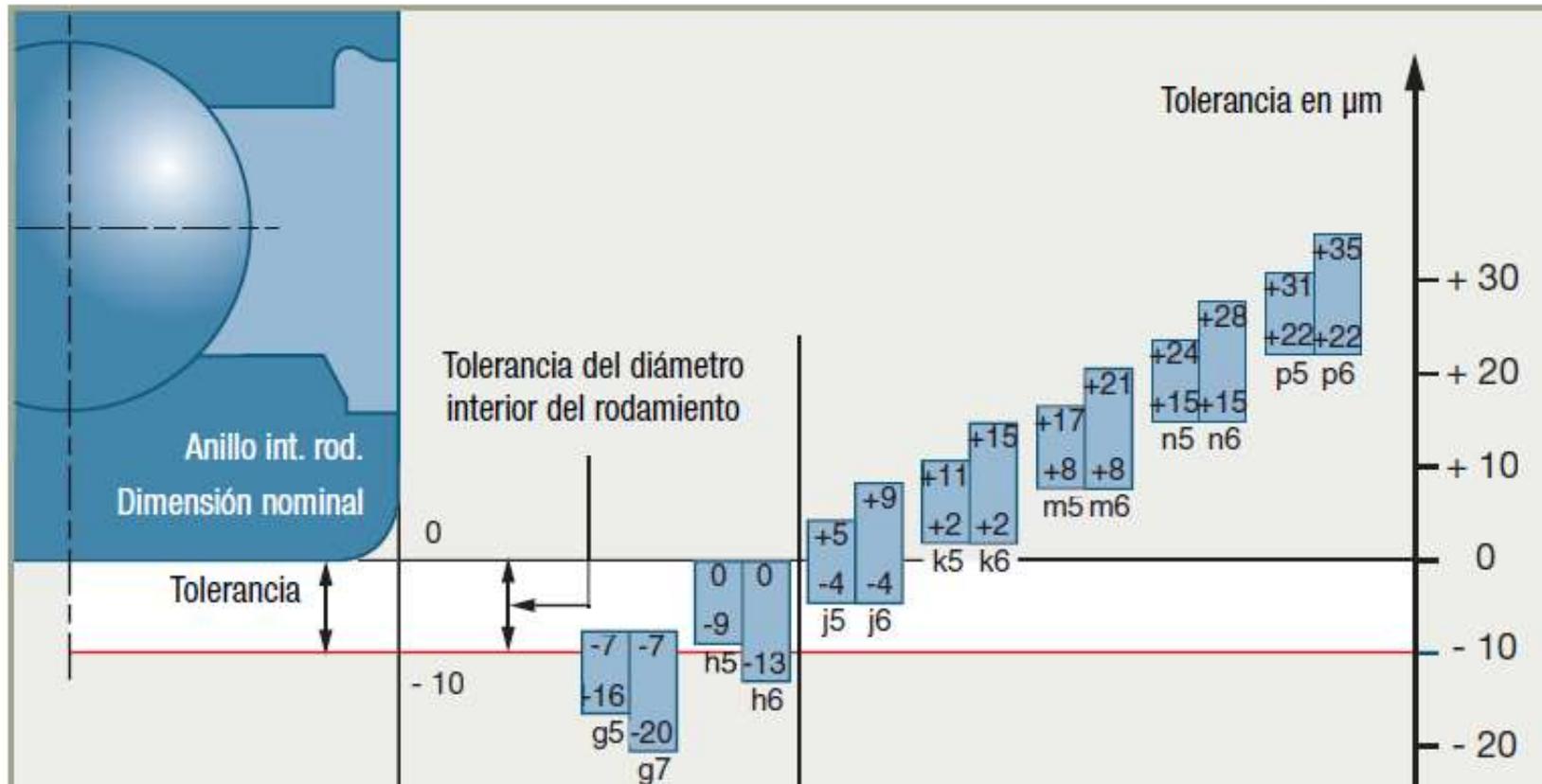


# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 4. NORMAS INTERNACIONALES

eje

■ Ajuste eje / rodamiento



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

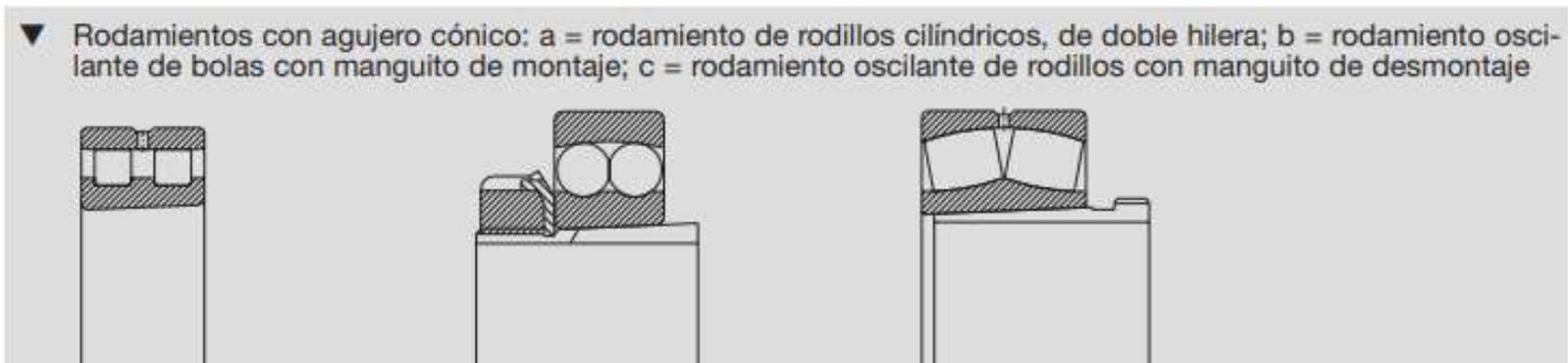
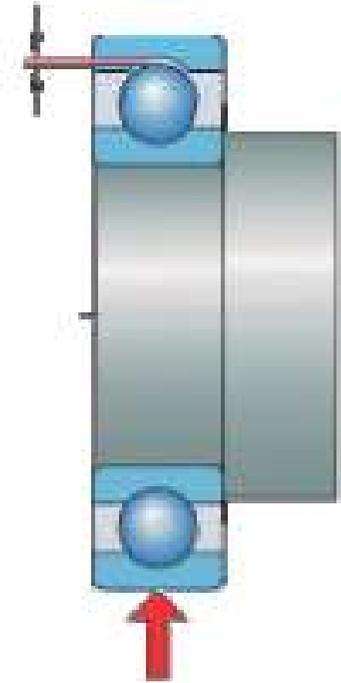
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 4. NORMAS INTERNACIONALES

### ○ JUEGO RADIAL INTERNO

- Juegos internos para rodamientos radiales:
- ISO 5753:1991
- Valores válidos para rodamientos radiales antes de su montaje y con una carga de medición cero.
- Los valores varían de acuerdo al tipo de rodamientos.
- Los juegos radiales para rodamientos de rodillos son mayores que para rodamientos de bolas.
- Los juegos radiales para rodamientos con agujero cónico son mayores que para rodamientos con agujero cilíndrico. El Juego interno se reduce durante el montaje.



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

RSIDAD  
RIJA

# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 4. NORMAS INTERNACIONALES

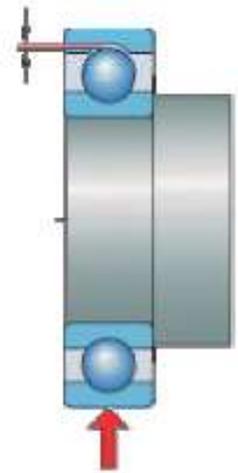
### ○ JUEGO RADIAL INTERNO

- Además este juego ya corregido se vuelve a reducir cuando la máquina funciona puesto que los rozamientos aumentan la temperatura esto hace que el eje dilate.
- Cuando arranca la máquina empieza a calentarse el eje y por tanto el aro interior que empezará a dilatar pero el aro exterior todavía sigue frío. Con el tiempo los dos se van calentando pero existe un gradiente de temperatura que con el tiempo tenderá a ser menor.
- Próximo a los arranques se producirá el gradiente máximo que disminuirá al máximo el juego interno. Se debe tener cuidado con que en este momento el juego cumpla su función y deja que los elementos rodantes giren primero y no generen muchas tensiones (daños) segundo.

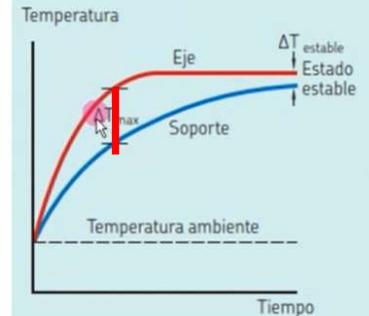
$$\Delta_{Grr} = \Delta_t \cdot \alpha \cdot (d + D)/2 \text{ [mm]},$$

siendo

$\alpha = 0,000011 \text{ K}^{-1}$  coeficiente de dilatación térmica lineal del acero  
 $d$  agujero de rodamiento [mm]  
 $D$  diámetro exterior del rodamiento [mm]



Diferencias de temperatura durante la puesta en marcha y hasta el estado estable



$$\Delta r_{temp} = 0,012 \Delta T d_m$$

Factores para la reducción del juego causada por los ajustes de interferencia

$f_1, f_2$

1,0

0,4 0,5 0,6 0,7 0,8 0,9  
 $d/D$

$$\Delta r_{fit} = \Delta_1 f_1 + \Delta_2 f_2$$

El juego interno inicial y el juego de funcionamiento

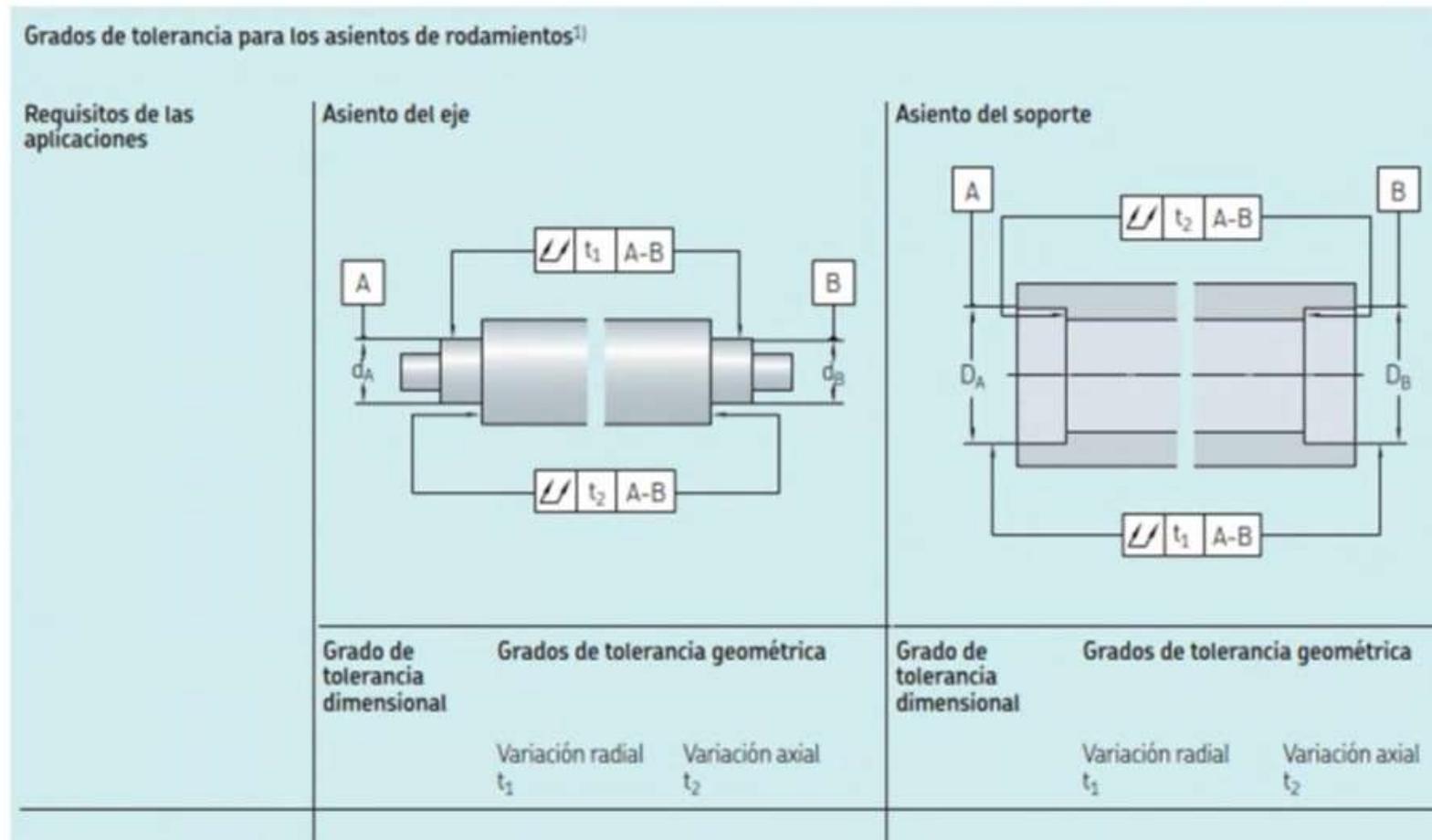
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 4. TOLERANCIAS GEOMÉTRICAS DE FORMA.



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

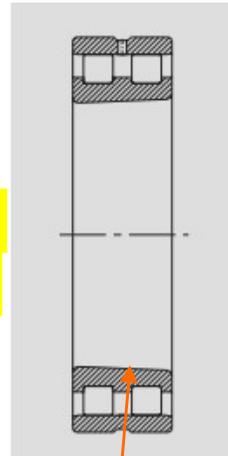
Rodamiento con tolerancias IT4 IT3/2 IT3 IT5 IT4/2 IT4

UNIVERSIDAD  
 BIRJIA

# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 4. TOLERANCIAS GEOMÉTRICAS DE FORMA

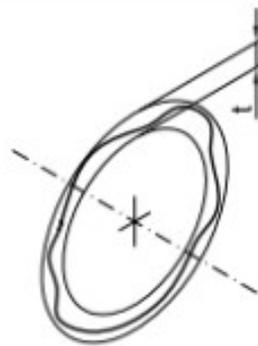
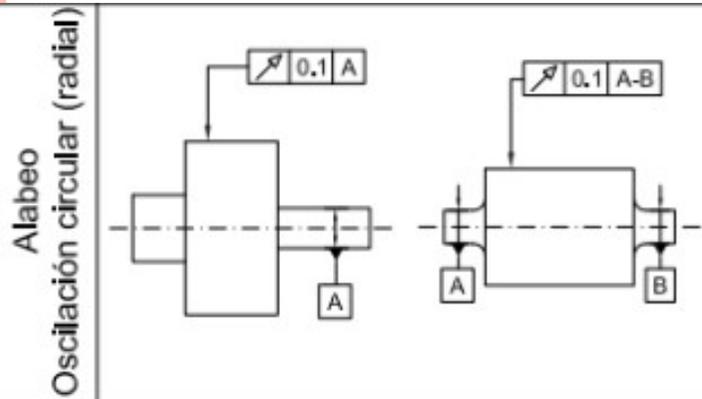
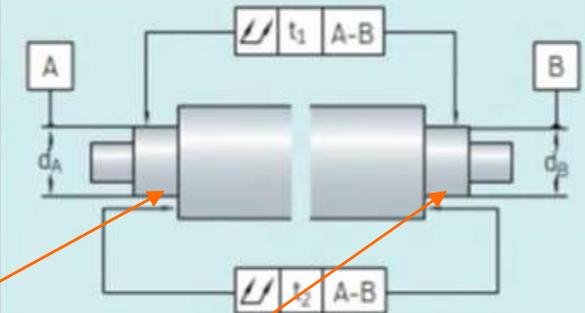
Los juegos radiales para rodamientos con agujero cónico con mayores que para rodamientos con agujero cilíndrico.



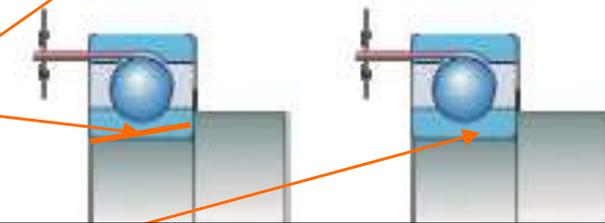
Grados de tolerancia para los asientos de rodamientos<sup>1)</sup>

Requisitos de las aplicaciones

Asiento del eje



La tolerancia de oscilación radial no debe sobrepasar más de 0,1 mm en cualquier plano de medición, durante una vuelta completa, alrededor del eje de referencia A o A-B.



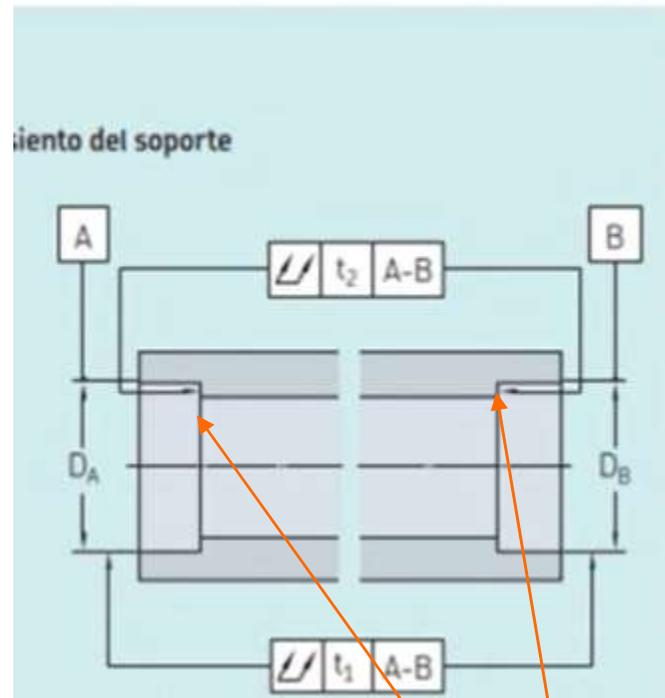
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 4. TOLERANCIAS GEOMÉTRICAS DE FORMA



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 5. LUBRICACIÓN

### PAPEL DE LA LUBRICACION



Cartagena99

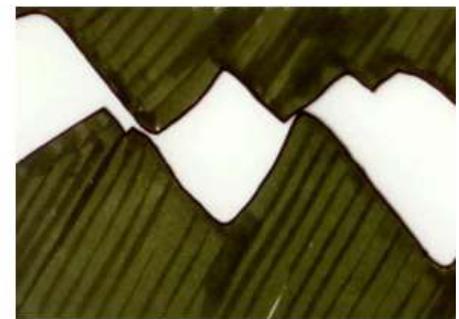
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# LA PRINCIPAL FUNCIÓN ES REDUCIR LOS ROZAMIENTOS

Un lubricante separa las partes que están en movimiento para reducir la fricción. Esta produce calor (consumo de energía) y desgaste en las superficies



Sin lubricante: fricción, calor, desgastes, resistencia al movimiento

Con lubricante

**Mantenimiento de la limpieza**  
- impedir la acumulación de depósitos (barnices...)



**Disminuir la temperatura**  
- Absorber y evacuar calorías



Combatir la corrosión



CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

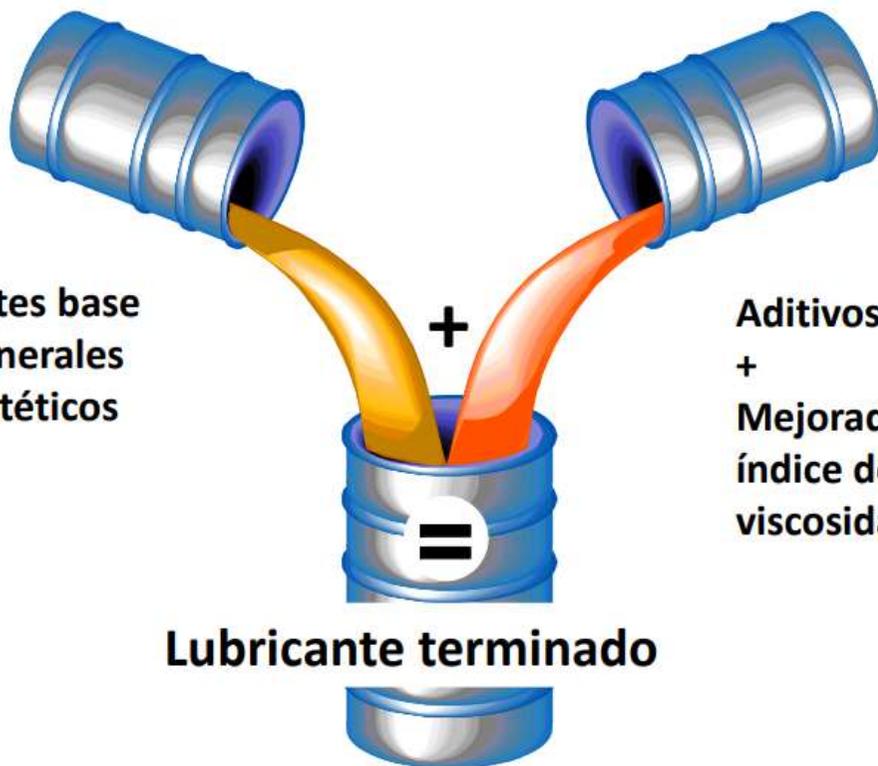
---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# Cartagena99

# LOS LUBRICANTES

**Aceites base**  
 • minerales  
 • sintéticos



**Lubricante terminado**

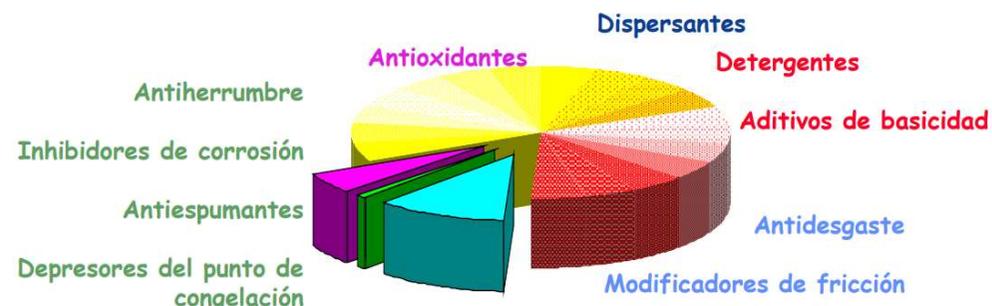
**Hidrocarburos**

**BASES**

# PROPIEDADES DE LAS BASES



**ADITIVOS**



TIPO DE ADITIVO	ACEITE CARTER	TRANSMISION AUTOMÁTICA	HIDRAÚLICO	ENGRANAJES	TURBINAS
Detergente metálico	X				
Dispersante sin cenizas	X	X			
Antioxidante	X	X	X	X	X

**CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE**  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

**ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS**  
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

**Cartagena99**

Grupo IV

Lubricante sintético PAO

Antiespumante	X	X	X	X	X
Mejorador de índice de viscosidad	X	X			
Depresor del punto de conaeación	X	X			

# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 5 LUBRICACIÓN

### LA VISCOSIDAD

Es fundamental conocer en todos los puntos la viscosidad « real » encontrada en servicio.

- Función de la temperatura, del cizallamiento, de la presión o del caudal,...

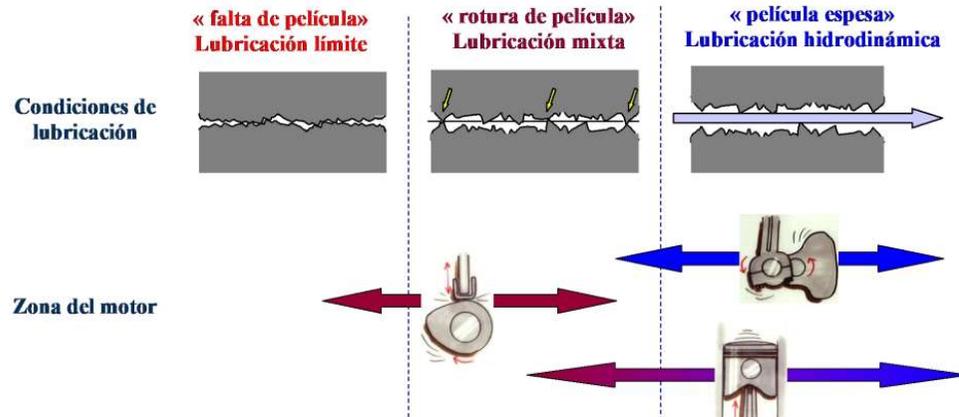
- Influye sobre:

- El desgaste (fiabilidad, duración de la vida del motor,)
- El rozamiento (consumo de carburante)
- El arranque
- La refrigeración (fiabilidad, ensuciamiento del motor, ...)
- ...

### Resistencia al desplazamiento de un lubricante

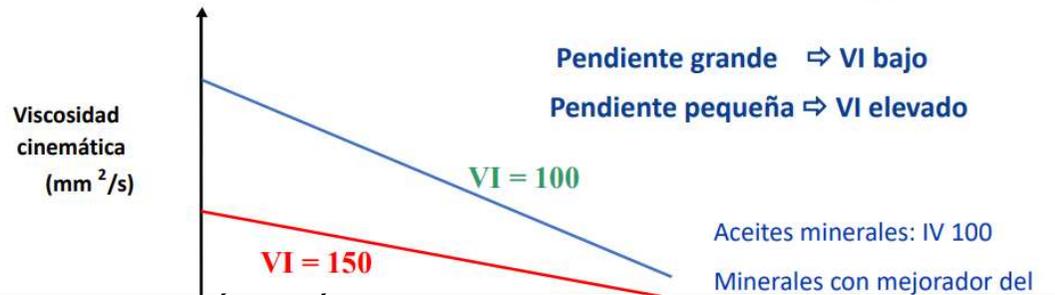
La viscosidad depende de la temperatura  
disminuye cuando aumenta la temperatura

### REDUCCION DE LOS ROZAMIENTOS



### ÍNDICE DE VISCOSIDAD (VI) :

Caracteriza la variación de la viscosidad con la temperatura



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 5. LUBRICACIÓN

LA VISCOSIDAD: ¿CUAL ES SU PAPEL? EN FRIO



En frío, el aceite debe ser suficientemente fluido para:

Ser fácilmente bombeable

MRV: baja temperatura

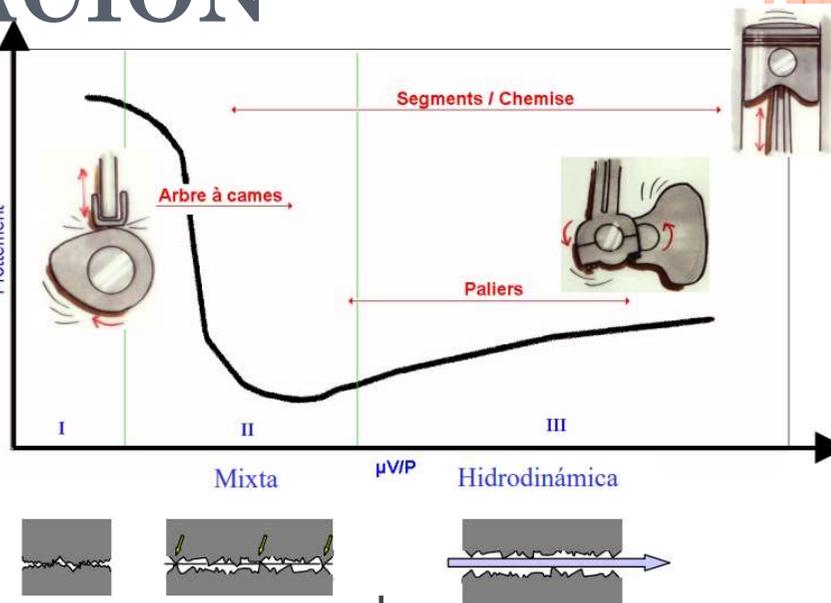
Facilitar la puesta en rotación del motor

CCS: baja temperatura  
tasa de cizallamiento elevada



Coefficiente de fricción

Frottement



60 à 80 % DEL DESGASTE SE GENERA EN EL ARRANQUE A BAJA TEMPERATURA  
1 ARRANQUE A BAJA TEMPERATURA = 400 ARRANQUES EN CALIENTE

Notas:

- 1 mPa.s = 1 cP ; 1 mm<sup>2</sup>/s = 1 cSt
- (1) : grados 0W-40, 5W-40 y 10W-40
- (2) : grados 15W-40, 20W-40, 25W-40 y 40

Grado de viscosidad SAE	Viscosidad (mPa.s) a baja temperatura (°C) ASTM D 5293 CCS	Viscosidad (mPa.s) a baja temperatura (°C) ASTM D 4684 MRV En ausencia de congelación	Viscosidad cinemática (mm <sup>2</sup> /s) a 100°C ASTM D445		Viscosidad (mPa.s) HTHS : alta temperatura (150°C) bajo fuerte tasa de cizallamiento (10 <sup>6</sup> s <sup>-1</sup> ) ASTM D 4683 CEC L-36-A-90 (ASTM D 4741)
			Min	Max	
0W	< 6 200 à - 35	< 60 000 à - 40	> 3.8		
5W	< 6 600 à - 30	< 60 000 à - 35	> 3.8		

Unidades.

Viscosidad dinámica. (En el arranque).

SI: Pa.s, Ns/m<sup>2</sup> o Kg/ms.

CGS: pouise = 1g/s/cm cP centipouise

Conversión = 1cP=10<sup>-3</sup>Pa.s.

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

40

50

60

> 12.5 < 16.3 > 3.7 (2)

> 16.3 < 21.9 > 3.7

> 21.9 < 26.5 > 3.7

CGS: Stoke: S o St = 1 cm<sup>2</sup>/s = 0,0001 m<sup>2</sup>/s

centistokes 1cSt= 1mm<sup>2</sup>/s, 1 cm<sup>2</sup>/s

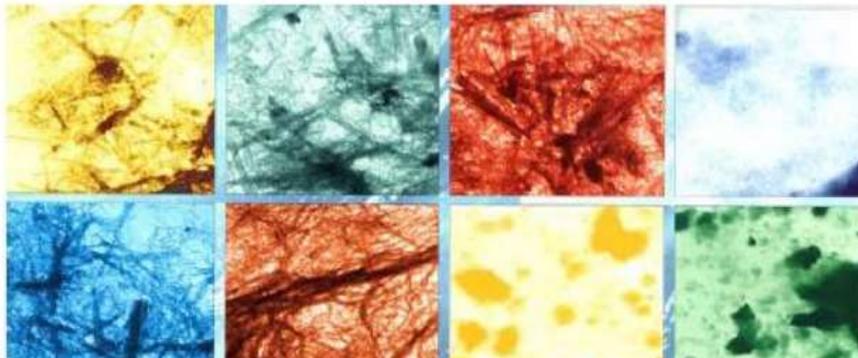
# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## GRASAS



Formada por la dispersión de un agente espesante (normalmente un jabón o gel) en un lubricante (bases + aditivos). En algunos casos se utilizan aditivos sólidos.

El espesante forma fibras que hacen de depósito de aceite al entrelazarse las fibras.



LA GRASA ACTÚA COMO UNA ESPONJA

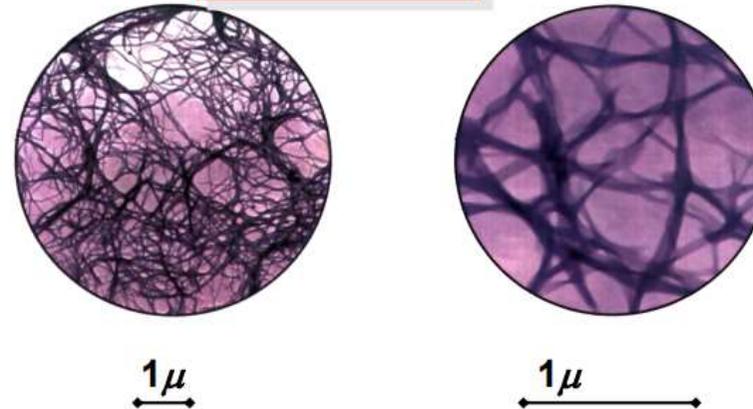
Como en el caso de los poros de una esponja, los espacios libres existentes en el tejido de fibras se llenan de aceite.



Una débil presión eliminará nada más que una pequeña cantidad de

Grade NLGI	ASTM Penetration trabajada a 25°C
000	445 - 475

### ESTRUCTURA



### Ventajas

- Previene fugas y goteos
- Cierra el paso a contaminación externa
- Reduce las **FRECUENCIAS** de lubricación
- Ayuda en el funcionamiento intermitentes
- Reducen ruidos,

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

• No ayudan a refrigerar el punto lubricado

• No eliminan la suciedad

# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 5. LUBRICACIÓN

Elementos	tipo de engrase	
	grasa	aceite
. órganos veloces	inadecuada	muy adecuado
. órganos lentos	muy adecuada	inadecuado
. órganos fuertemente cargados	adecuada	inadecuado
. trabajos con largas paradas, o servicio intermitente	adecuada	inadecuado
. ayuda a la refrigeración	inadecuada	muy adecuado
. trabajo en superficies verticales o bajo fuerzas centrífugas moderadas.	muy adecuada	adecuado
. Resistencia al agua	adecuada	inadecuado
. Protección antiherrumbre	muy adecuada	adecuado
. Ayuda a la estanqueidad	adecuada	*
. Eliminación de contaminación interna	inadecuada	muy adecuado
. Aislante de contaminación externa	muy adecuada	adecuado
. acceso difícil al material a lubricar	muy adecuada	adecuado/inadecuado

### PROPIEDADES TÍPICAS DE ESPESANTES

<b>Calcio</b>	Excelente resistencia al agua. Pero mala resistencia a alta temperatura y presión extrema
<b>Complejo de Sulfonato de calcio</b>	Alta resistencia al agua. Muy resistente a altas temperaturas. Larga vida útil. Muy fuerte a la presión extrema (EP) Excelente estabilidad mecánica
<b>Litio/Calcio y Complejo Li/Ca</b>	Buena resistencia a alta temperatura, multiuso. Resistencia media al agua . Presión extrema
<b>Bentonas</b>	Muy buena resistencia a alta temperatura Problemas de compatibilidad
<b>Aluminio</b>	Muy buena adhesividad. Buena resistencia al agua. Resistencia a alta temperatura
<b>Poliurea</b>	Muy buena resistencia a alta temperatura. Grasa larga vida útil. No soluble en agua

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

. capacidad de carga muy adecuada \*

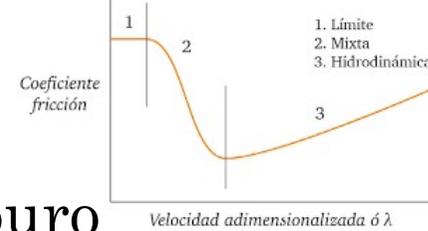


UNIVERSIDAD  
NEBRIJA

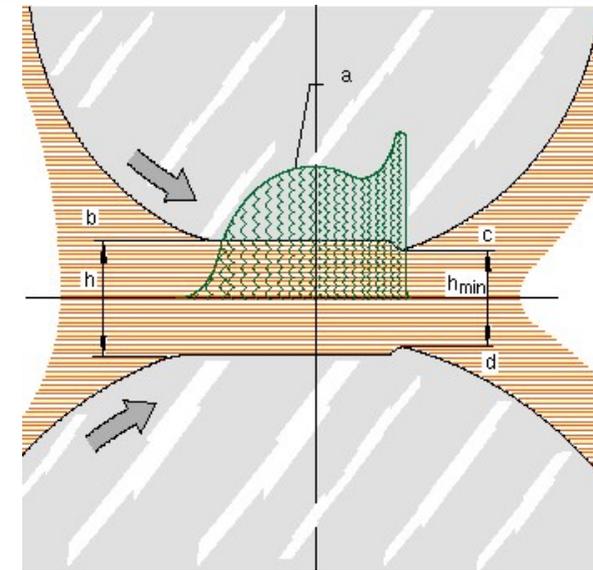
# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 5. LUBRICACIÓN

- Elementos en contacto rodante puro
- Lubricación elastohidrodinámica



### Rodadura + Deslizamiento



$$\eta = \eta_0 \cdot e^{\alpha p}$$

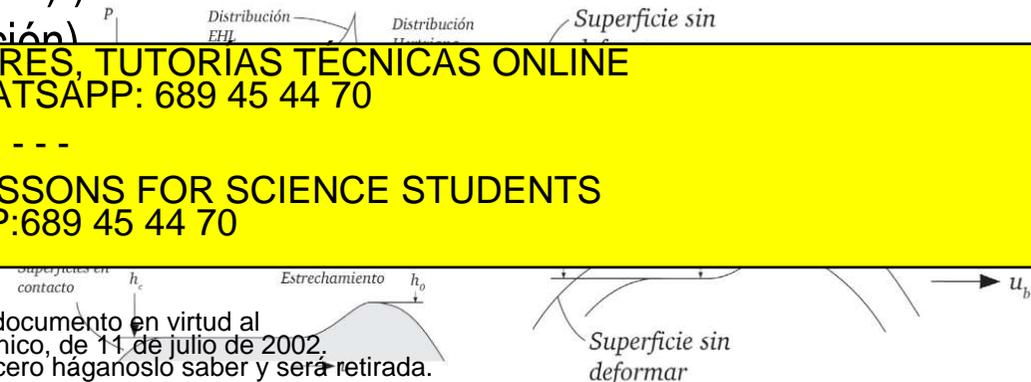
### Objetivos

- ↓ fricción y desgaste. Película Lubrificante
- ↑ vida ( vida = f(viscosidad, espesor) )
- Refrigeración (distribución y disipación)

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99



# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 5. LUBRICACIÓN

- TIPOS DE LUBRICANTE
- GRASA
  - Temperatura no superior a 110°C (habitualmente)
  - Velocidad baja
  - Protección especial ante la entrada de material extrañas
  - Se desean alojamientos sencillos para cojinetes
  - Para cuando es necesario operar durante periodos largos sin mantenimiento.
- ACEITE
  - Velocidades altas
  - Temperaturas elevadas
  - Se emplean sellos a prueba de aceite

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 5. LUBRICACIÓN

	<b>GRASA</b>	<b>ACEITE</b>
<b>Estructura de cajas sellada</b>	Simple	Compleja ⇒ mantenimiento
<b>Velocidad</b>	del 65% al 80% con respecto a aceite	Velocidad límite
<b>Enfriamiento</b>	Malo	Mediante circulación forzada
<b>Fluidez</b>	Mala	Buena
<b>Sustitución completa del lubricante</b>	A veces difícil	Fácil

**Cartagena99**

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

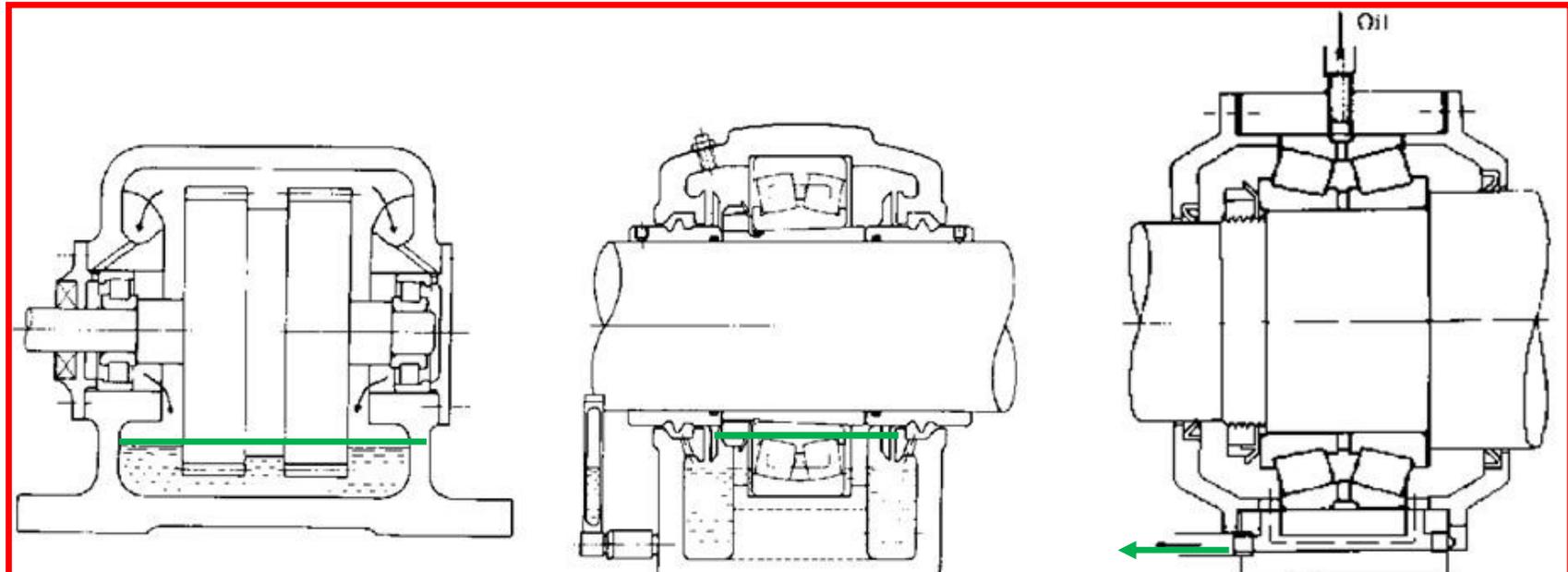
# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 5. LUBRICACIÓN

- Cantidad:  $1/2$  a  $2/3$  si  $V < 50\%$  de la límite  
 $1/3$  a  $1/2$  si  $V > 50\%$
- No suele necesitar ser reemplazada.

GRASA

ACEITE



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

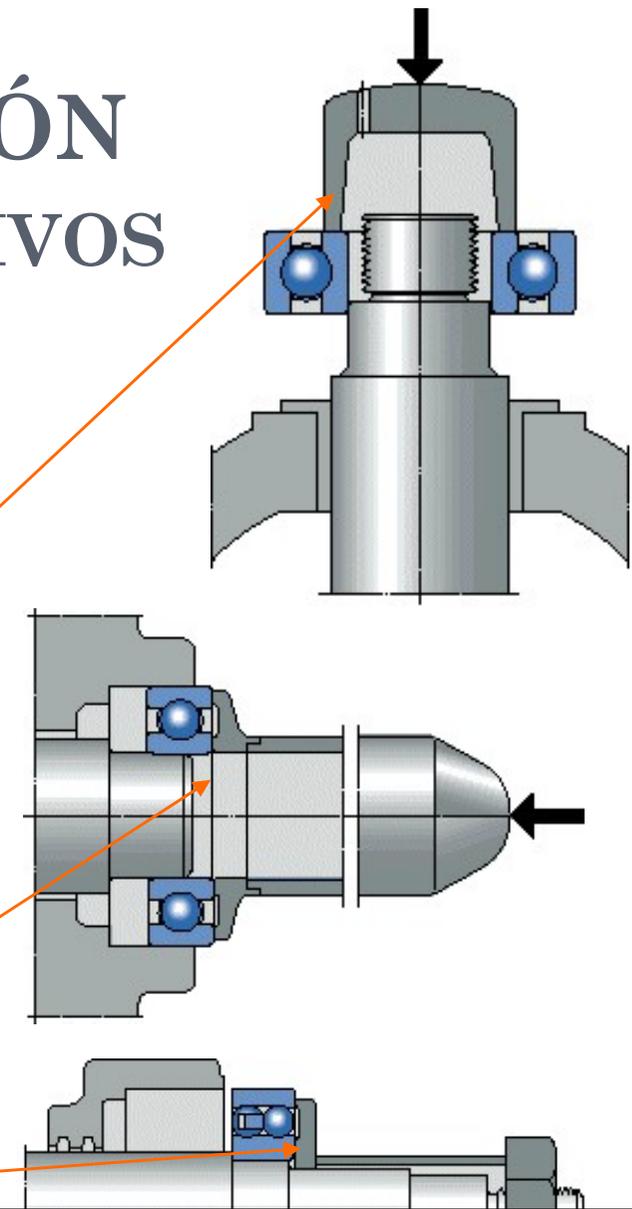
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 6. CONDICIONANTES OPERATIVOS

- MONTAJE EN FRÍO
- Rodamientos pequeños
  - Aplicando ligeros golpes de martillo sobre un manguito colocado contra la cara del aro interno del rodamiento
- Rodamientos no desmontables
  - La fuerza de montaje se debe aplicar de un modo uniforme a ambos aros, y las superficies de apoyo de la herramienta de montaje deben estar en el mismo plano.
- Rodamientos autoalineantes
  - El uso de un aro de montaje intermedio evita



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

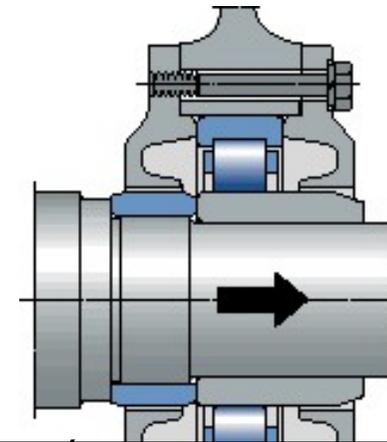
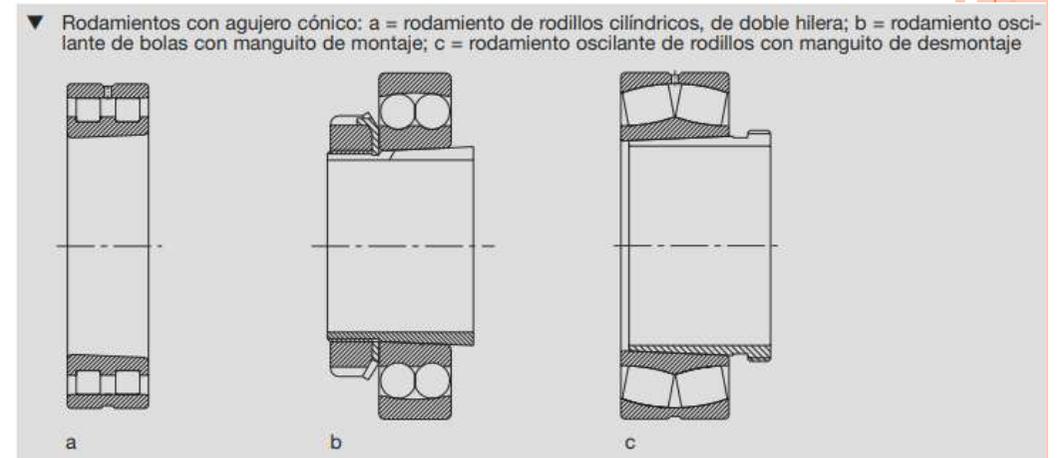
---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 6. CONDICIONANTES OPERATIVOS

- MONTAJE EN FRÍO
- Rodamientos desarmables
  - El aro interior se puede montar independientemente del exterior, cual simplifica el montaje, especialmente cuando ambos aros han de tener ajustes de interferencia.
- MONTAJE EN CALIENTE
  - Se usa para rodamientos de mayor tamaño o en aquellos diseños donde la interferencia es muy elevada.
  - Se aprovecha la dilatación y/o



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

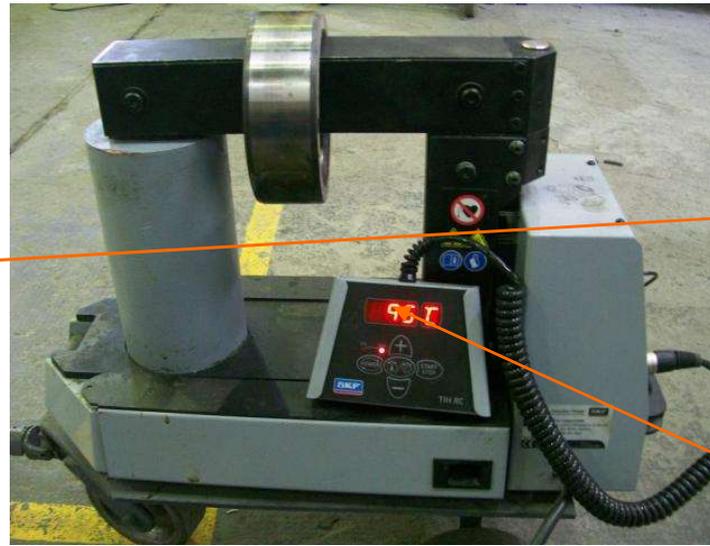
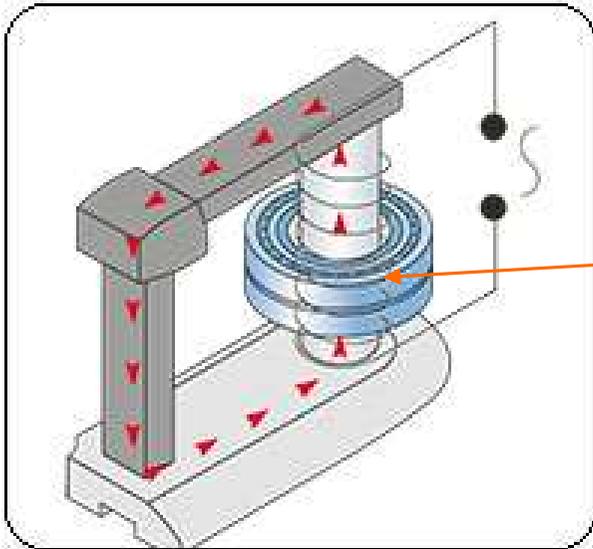
posibilidad de montaje.

◦ Problemas de montaje

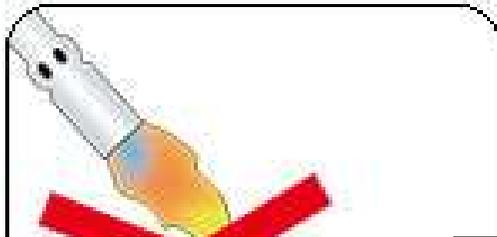
# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 6. CONDICIONANTES OPERATIVOS

- MONTAJE EN CALIENTE



Utilización de calentadores de inducción, en los que se puede controlar la temperatura muy bien.



No utilizar llama podría dañar jaulas.

Otra opción es el

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

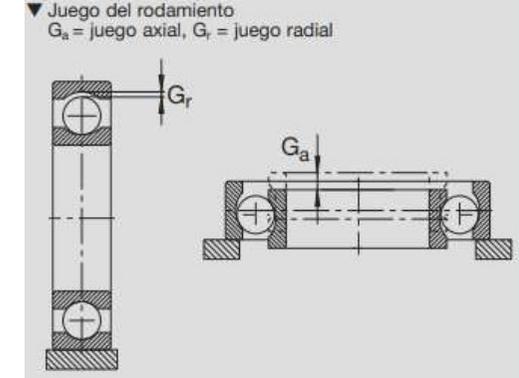
---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 6. CONDICIONANTES OPERATIVOS

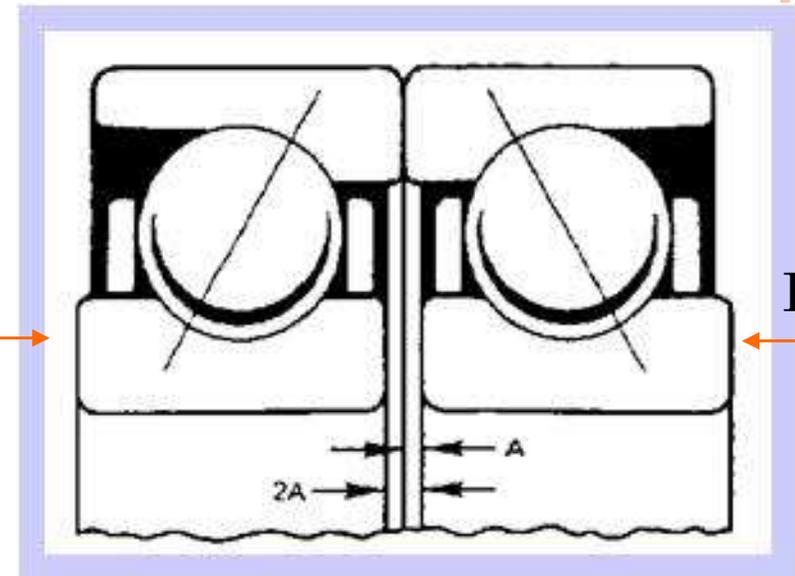


MONTAJE : **Juego Interno**

- Distancia que se desplazan los anillos entre sí.
- Afecta a:
  - Vida a fatiga
  - Vibración y ruido
  - Generación de calor
- Es útil para absorber dilataciones
- Está normalizado
- Eliminación mediante precarga:
  - ↑ rigidez de rodamientos (posición y funcionamientos + exactos)

Precarga

$F_i$



$F_i$

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

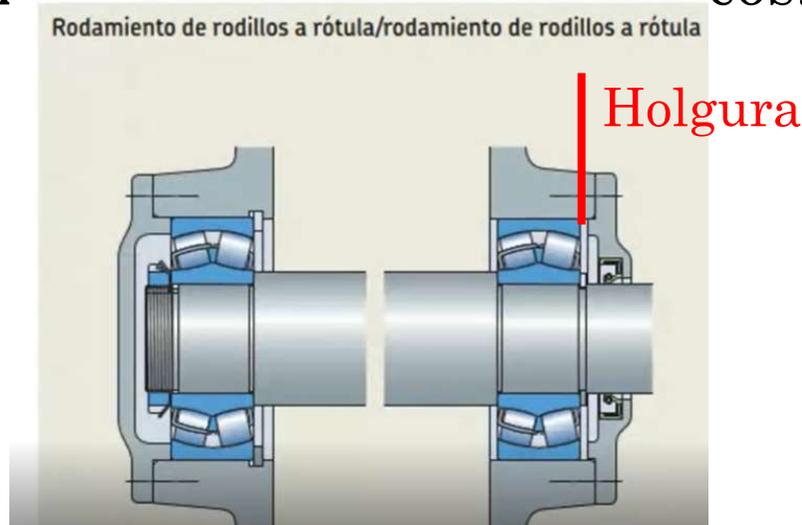
---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 6. CONDICIONANTES OPERATIVOS

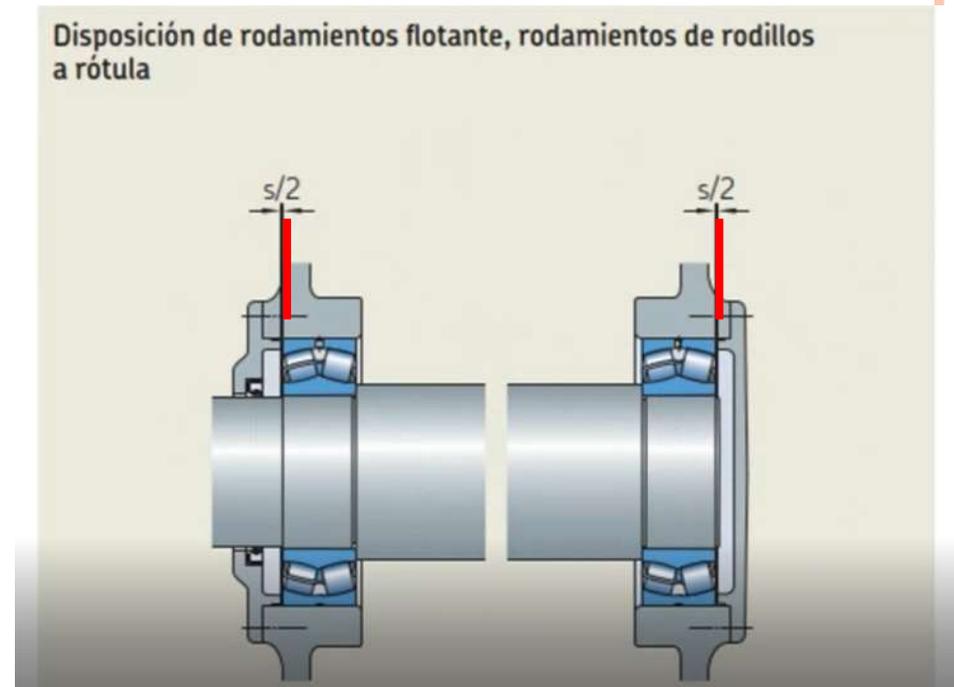
**MONTAJE** · Montajes técnicos. Disposición de extremos.



### Disposición fijo-flotante. (Habitual)

**Fijo-** Guía axialmente al eje, se retiene al eje entre hombro y tuerca y el alojamiento por anillos seguridad y tapa. Está anclado.

**Libre-** con holguras laterales (topes hombro eje y tapa alojamiento) para que cuando aumente a la temperatura debido a las fricciones debido al



### Disposición rodamientos flotantes o de fijación cruzada.

Cuando las longitudes son más cortas se puede utilizar el sistema de dos rodamientos

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

los rodamientos (cruzarlos).. El eje flota con

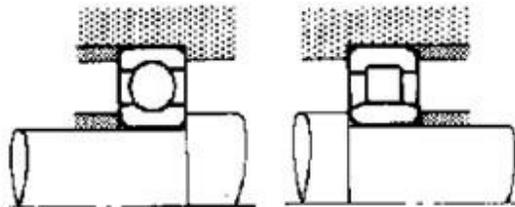
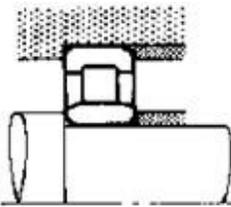
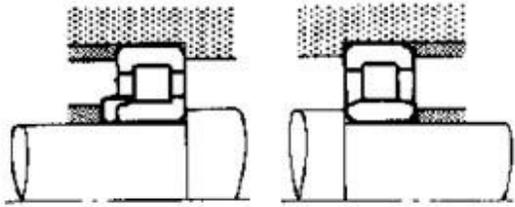
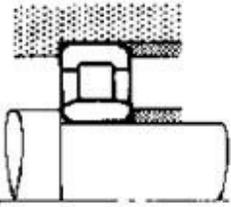
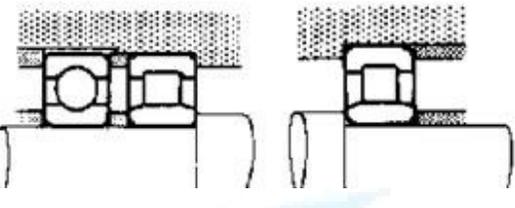
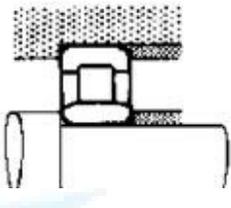
las pequeñas holguras.

ajuste es con juego para que sea deslizante.

# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 6. CONDICIONANTES OPERATIVOS

MONTAJE : Montajes típicos. Disposición de extremos.

Ex. Fijo	Ex. Libre	Observaciones	Ejemplos de aplicaciones
		Distribución común Alta velocidad	Motores medios Ventiladores
		Carga radial alta y de impacto Carga axial reducida	Motores de tracción
		Carga radial alta, axial moderada Juego en el anillo exterior del rodamiento de bolas	Transmisiones para locomotoras diesel

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# COJINETES Y LUBRICACIÓN

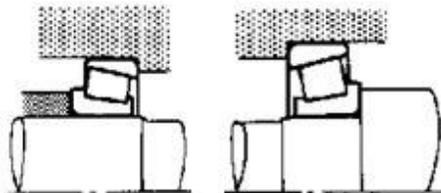
## 6. CONDICIONANTES OPERATIVOS

MONTAJE : Montajes típicos. Disposición de extremos.

**Sin diferencia  
entre libre y fijo**

**Observaciones**

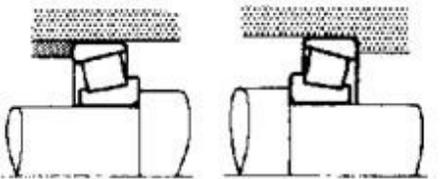
**Ejemplos de aplicaciones**



Espalda a Espalda

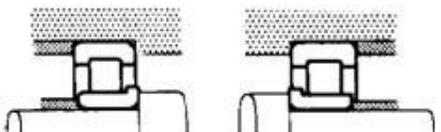
Alta duración bajo cargas pesadas o de impacto.

Ejes de piñón de diferenciales, engranajes de reducción sinfín, ejes de automóviles



Cara a Cara

Espalda a espalda: alta rigidez  
Cara a cara: conveniente si hay desalineación interna



Alta carga radial y de impacto.

Engranajes de reducción de equipo

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

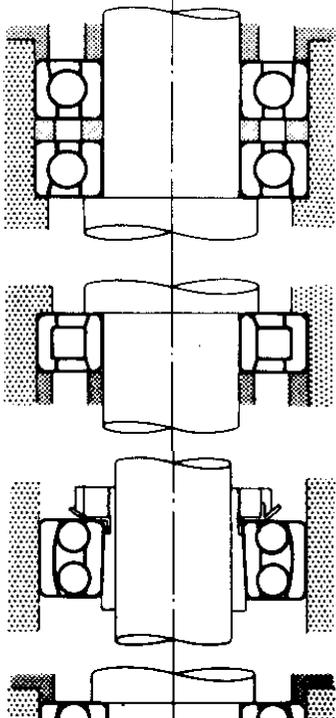
Cartagena99

# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 6. CONDICIONANTES OPERATIVOS

MONTAJE : Montajes típicos. Disposición de extremos.

### Montaje vertical



### Observaciones

Extremo fijo: par dúplex de bolas de contacto angular  
El montaje puede invertirse

### Ejemplos de aplicaciones

Motores eléctricos con ejes verticales.

Cuando se requiera autoalineación y hay carga radial ligera y carga axial moderada

Maquinaria vertical de hilatura y tejeduría

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

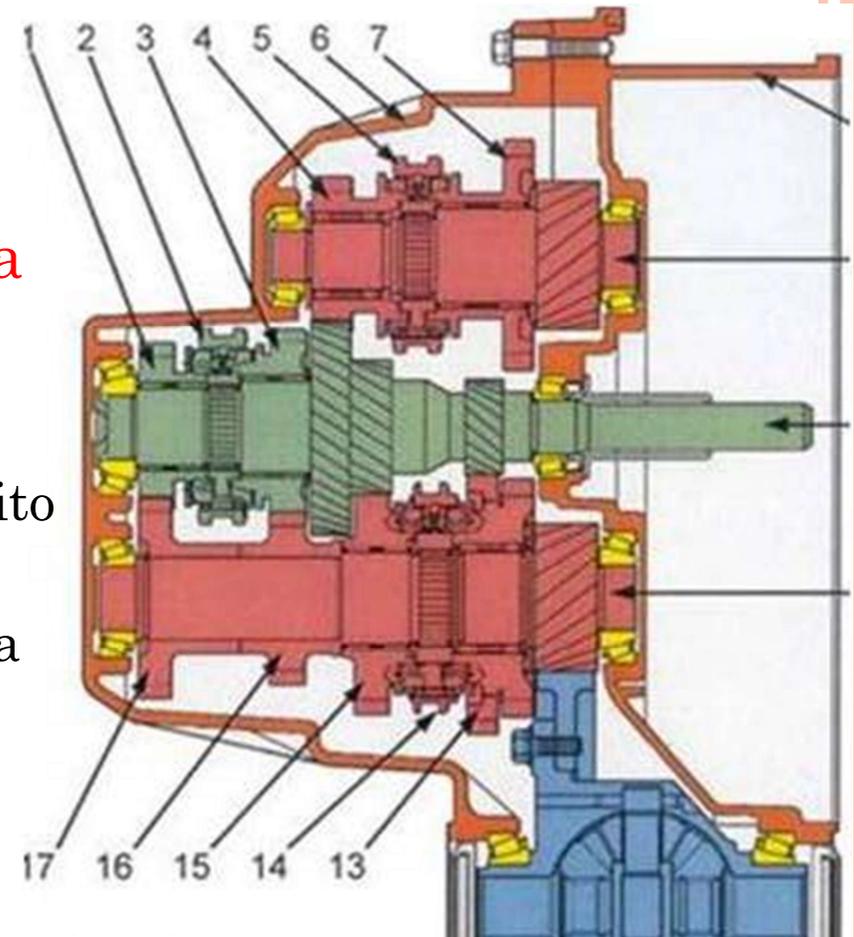
Cartagena99

# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 6. CONDICIONANTES OPERATIVOS

### PRECARGA

- Su objetivo es eliminar la holgura interna para aumentar la duración a fatiga.
- Para rodillos cilíndricos
  - Montaje del cojinete en un eje o manguito cónico para expandir el aro interior
  - Utilización de un ajuste de interferencia para el aro exterior.
  - Uso de un cojinete con el aro exterior precontraído sobre los rodillos.
- Para rodillos cónicos



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

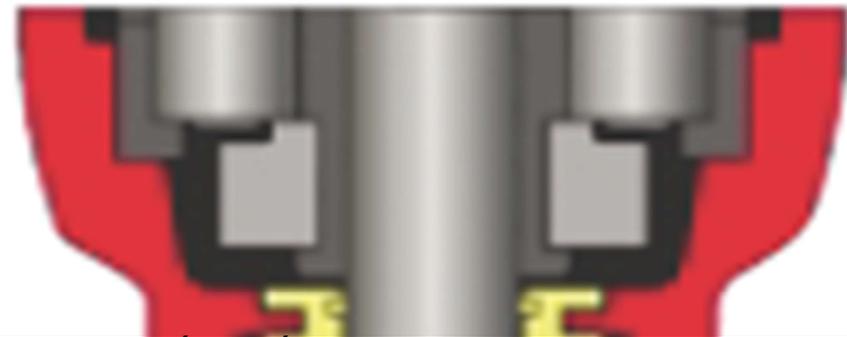
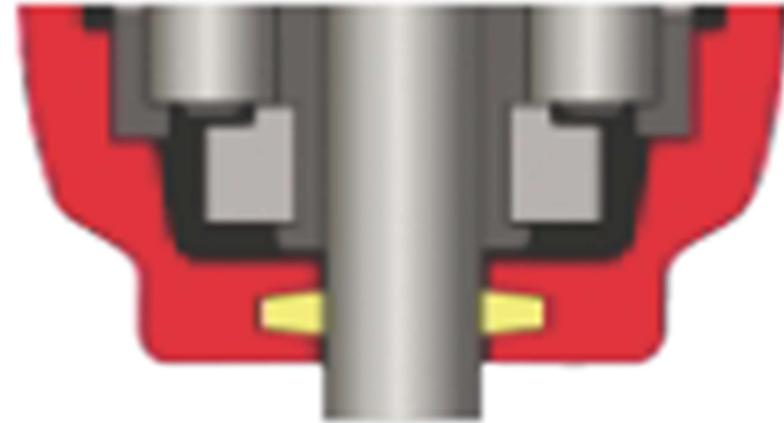
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 6. CONDICIONANTES OPERATIVOS

### ALOJAMIENTO

- Para evitar el polvo, materias extrañas y retener el lubricante.
  - Sellos de fieltro
  - Sello comercial
  - Cierre de laberinto (o de forma)



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

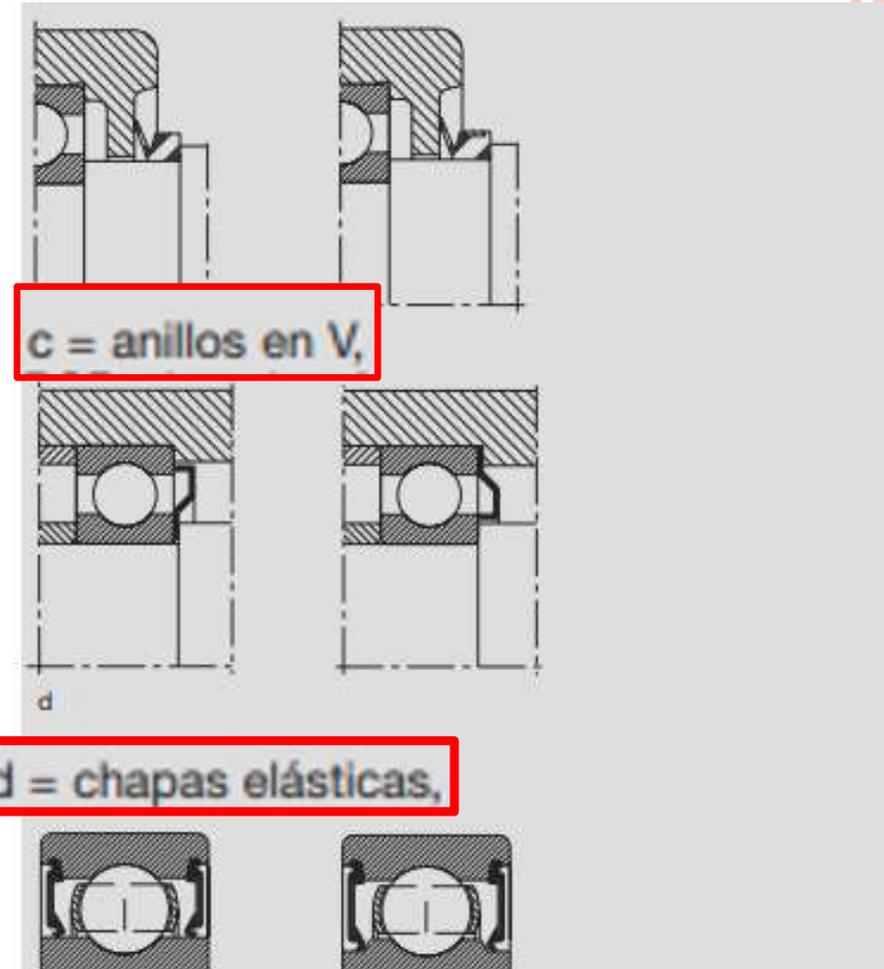
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 6. CONDICIONANTES OPERATIVOS

### ALOJAMIENTO

- Para evitar el polvo, materias extrañas y retener el lubricante.



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 7. VIDA ÚTIL

### VIDA ÚTIL

- N° total de revoluciones o n° total de horas de giro a una velocidad constante dada, de operación del rodamiento, para que se desarrolle un tipo de fallo considerado.
- Principales motivos de fallo:
  - Mala lubricación
  - Contaminación
  - Montaje defectuoso
  - Manipulación descuidada
  - **Fatiga**, debida a tensiones complejas basadas en la teoría de Hertz.

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



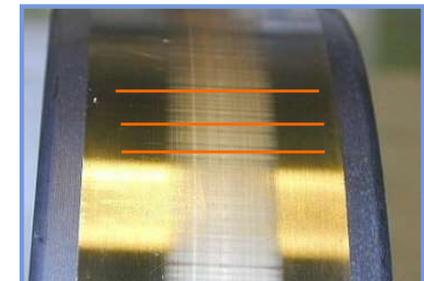
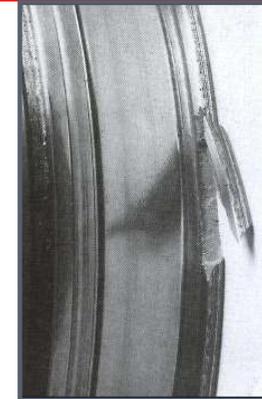
# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 7. VIDA ÚTIL

Tensiones de contacto,  
Descascarillan la superficie

### CAUSAS FINAL DE VIDA. ROTURA O FALLO

- Fatiga
- Desgaste
- Corrosión
- Lubricación inadecuada
- Suciedad
- Errores de montaje, golpes
- Paso de corriente eléctrica



TENDENCIA: Rodamientos sin mantenimiento  
HIPÓTESIS DE CÁLCULO

- Montaje correcto

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Perforación por corriente

Implica rotación de un  
elemento que no esta  
equilibrado.

# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 7. VIDA ÚTIL

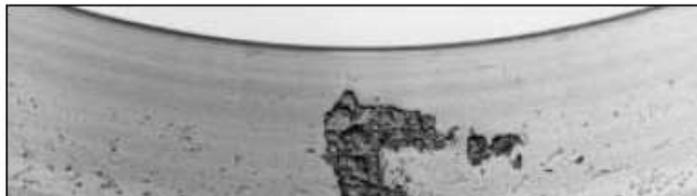
### FATIGA



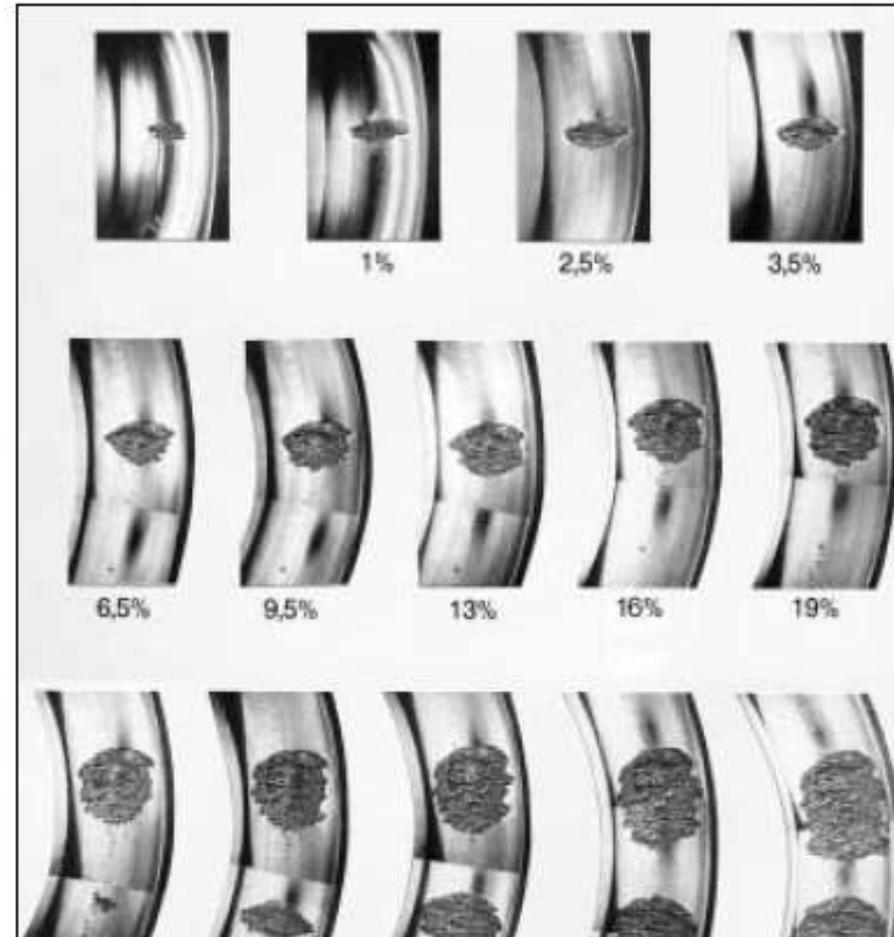
41: La fatiga clásica se pone de manifiesto en los hoyuelos (pitting) del camino de rodadura del aro interior de un rodamiento rígido de bolas. En la fase de deterioro avanzada se produce exfoliación de material en todo el camino de rodadura.



42: Deterioro avanzado por fatiga en un rodamiento rígido de bolas



8: Evolución de daños por fatiga en el camino de rodadura del aro interior de un rodamiento de bolas de contacto angular. El intervalo de tiempo entre las revisiones desde el inicio del daño está indicado en % del tiempo de duración nominal  $L_{10}$



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

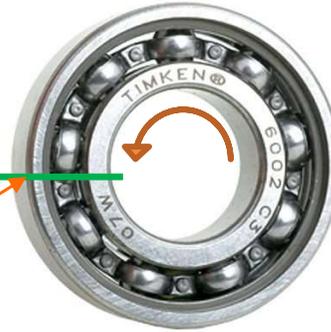
---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

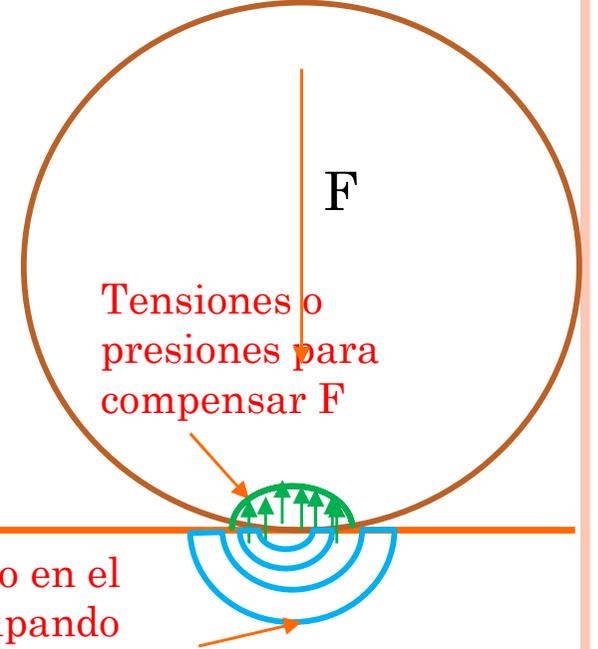
# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 7. VIDA ÚTIL

### FATIGA

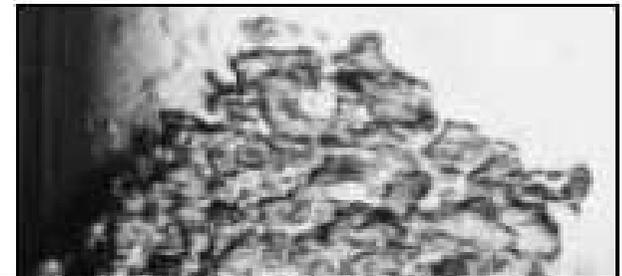


La presión en un punto va fluctuando al ir pasando las bolas, generando fatiga.



Presiones de contacto en el material. Se van disipando conforme se profundizan y distribuyen en el interior.

- 45: Los daños por fatiga debidos a indentaciones de cuerpos extraños se extienden en forma de V en el sentido de rodadura
- a: Deterioro en el momento del reconocimiento;
  - b: Deterioro al cabo de 1.000 horas de servicio;
  - c: Deterioro al cabo de 1.200 horas de servicio



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

fuerza de elemento rodante será compensada por unas tensión de contacto

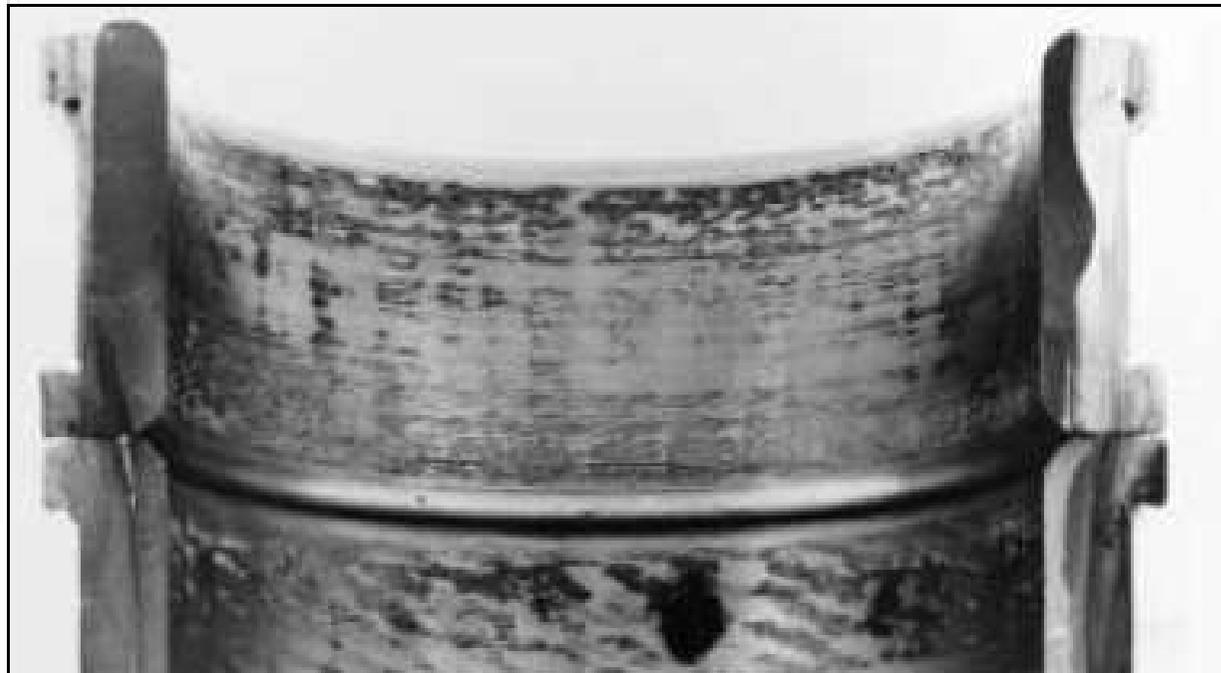
en el arco que profundiza unas presiones sobre el mismo fluctuantes.

# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 7. VIDA ÚTIL

### OXIDACIÓN

13: Oxidación de contacto en el agujero del aro interior de un rodamiento de rodillos cilíndricos con asiento demasiado flojo



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# COJINETES Y LUBRICACIÓN

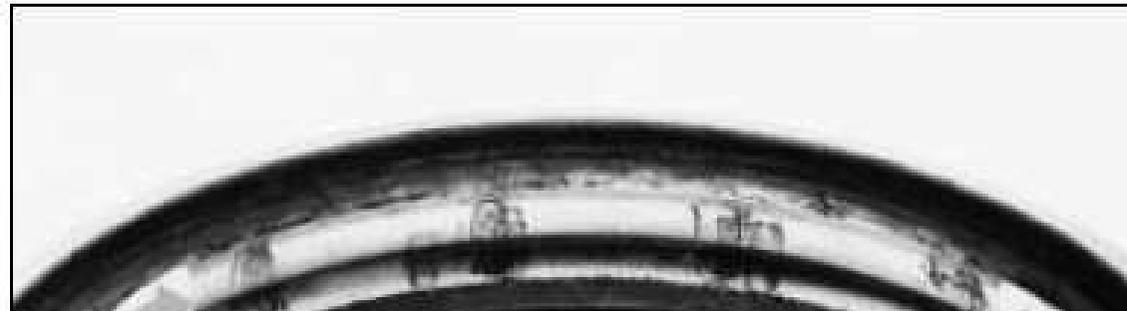
## 7. VIDA ÚTIL

### OXIDACIÓN



53: Oxidación en el aro exterior de un rodamiento rígido de bolas cuya protección contra la corrosión ha sido destruida por la humedad

54: Excoriaciones producidas por oxidación en el camino de rodadura a la distancia de los cuerpos rodantes



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 7. VIDA ÚTIL

### GRIPADO. DESGASTE POR DESLIZAMIENTO

16: Huellas de gripado en el agujero del aro interior como consecuencia del giro relativo del aro interior sobre el eje



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

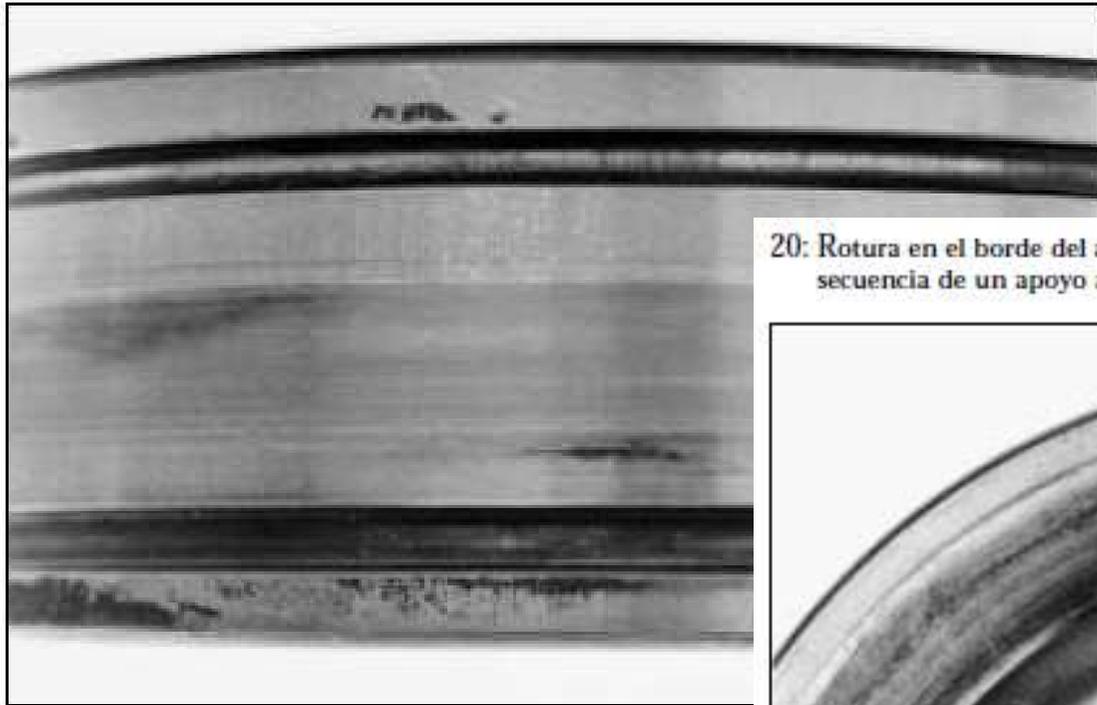
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# COJINETES Y LUBRICACIÓN

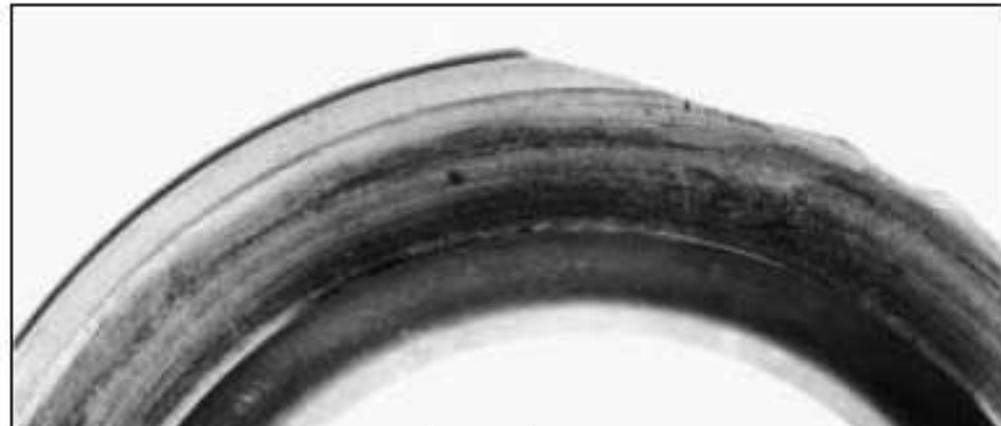
## 7. VIDA ÚTIL

### APOYO INSUFICIENTE

19: Diámetro exterior del aro exterior, apoyado sólo en la mitad de su anchura



20: Rotura en el borde del aro interior de un rodamiento de rodillos cónicos a consecuencia de un apoyo axial insuficiente de la superficie frontal



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

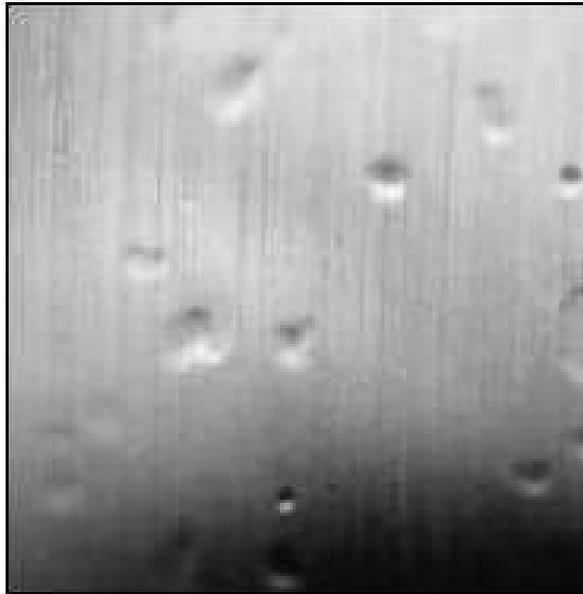
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 7. VIDA ÚTIL

### CUERPOS EXTRAÑOS

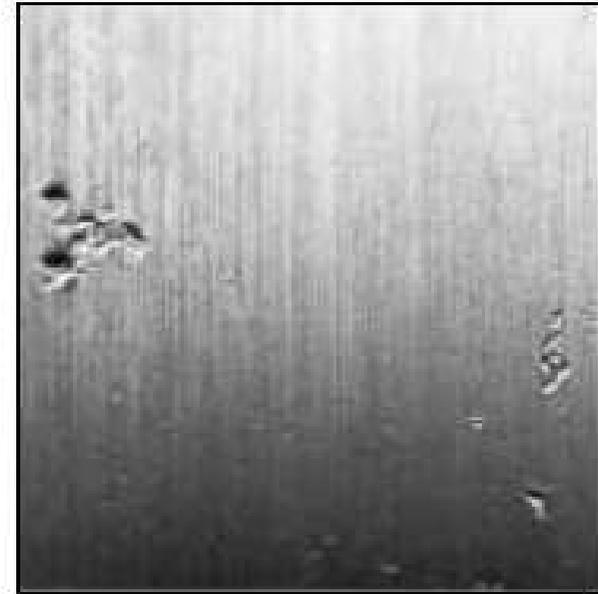
30: Indentaciones de cuerpos extraños blandos



31: Indentaciones de cuerpos extraños de acero templado



32: Indentaciones de cuerpos extraños minerales duros



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

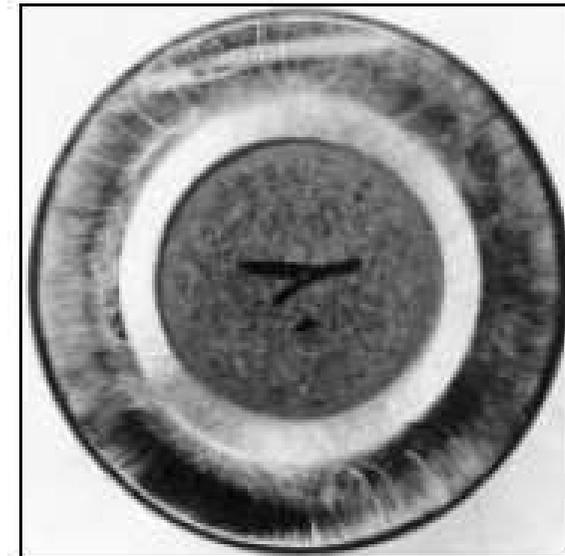
---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 7. VIDA ÚTIL

### CUERPOS EXTRAÑOS



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 7. VIDA ÚTIL

### MONTAJE. RODADURAS



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 7. VIDA ÚTIL

### MONTAJE INCORRECTO

85: Borde roto de un rodamiento oscilante con una hilera de rodillos. El aro interior ha sido calado en el eje a golpes de martillo



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 7. VIDA ÚTIL

### CORROSIÓN

55: Daños superficiales debidos a la acción de medios agresivos. Las excoriaciones por corrosión toman por lo general un color negro.



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 7. VIDA ÚTIL

### PASO DE CORRIENTE ELÉCTRICA

59: Las descargas eléctricas han dado lugar a la formación de cráteres en el camino de rodadura de un rodamiento de rodillos cilíndricos.



60: La formación de estrías en el camino de rodadura del aro exterior se ha generado por el paso continuado de corriente



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

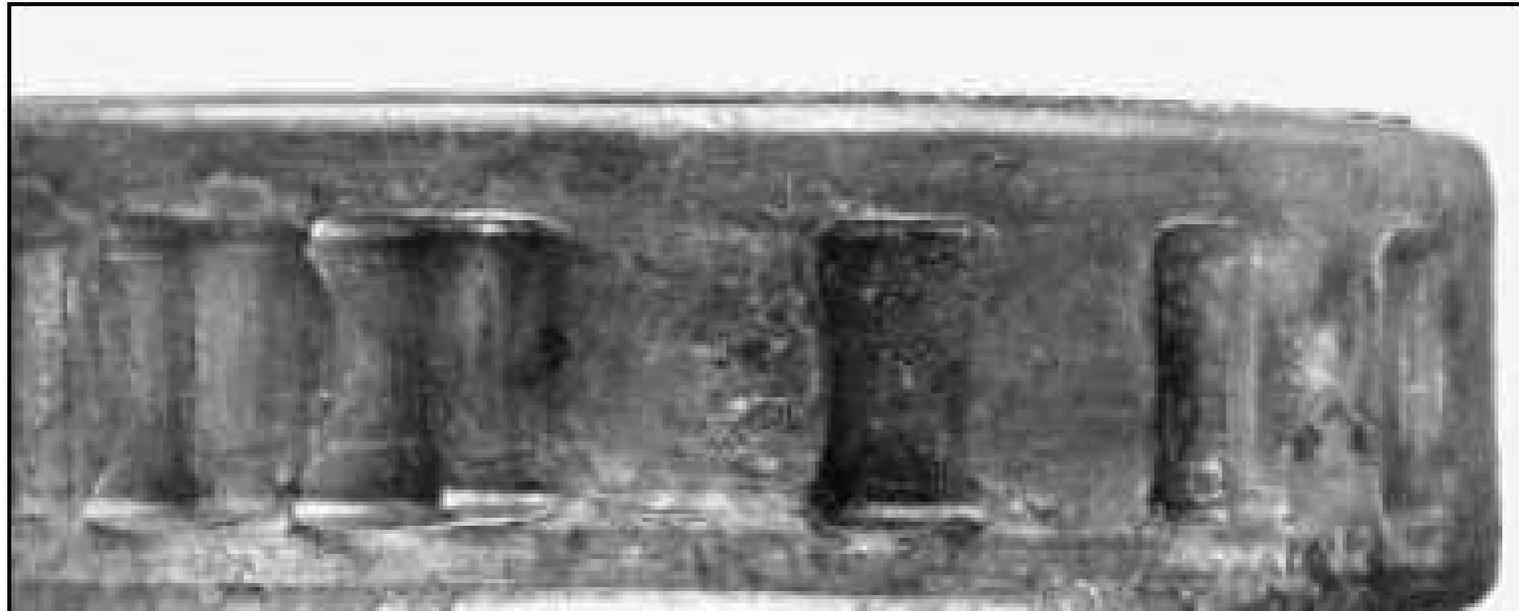
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 7. VIDA ÚTIL

### FRICCIÓN

77: Al bloquearse un rodamiento de rodillos cilíndricos sobrecalentado por fricción, los rodillos se han hundido profundamente en el camino de rodadura



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 7. VIDA ÚTIL

### VELOCIDAD EXCESIVA

3.5.2 Desgaste producido a consecuencia de una velocidad de giro excesivamente elevada

Características:

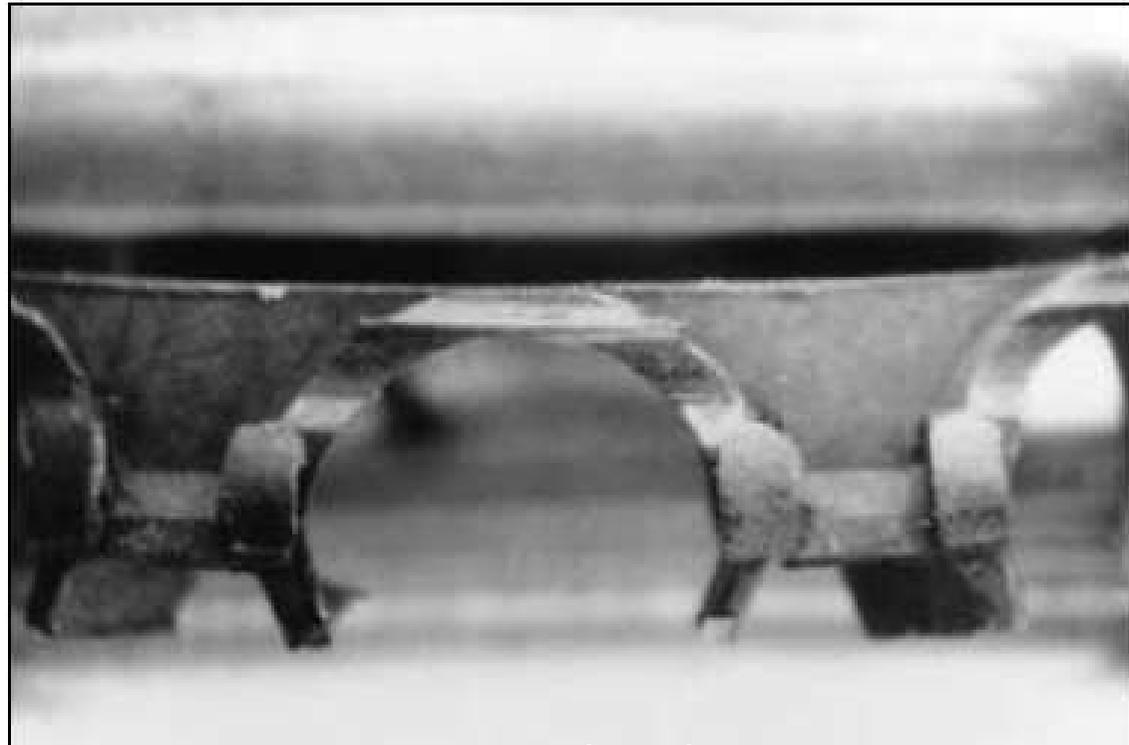
Desgaste en la superficie exterior de la jaula por roce con el aro exterior del rodamiento, figura 89.

Causas:

- Velocidad de giro excesivamente elevada
- Elección de una construcción de jaula inadecuada

Medidas correctoras:

- Emplear otra clase de jaula



80: Desgaste en la superficie exterior de la jaula por roce con el aro exterior del rodamiento, figura 89.

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 7. VIDA ÚTIL

### CARGA EN RODAMIENTOS

- Dos grupos de cojinetes idénticos probados bajo cargas diferentes  $P_1$  y  $P_2$ , tendrán duraciones  $L_1$  y  $L_2$ .

$$\frac{L_1}{L_2} = \left( \frac{P_2}{P_1} \right)^a$$

[Revoluciones]

En los catálogos de fabricantes dan C

$$\frac{10^6}{L_2} = \left( \frac{P_2}{C} \right)^a$$

$a = 3$  Rodamientos de bolas

$a = \frac{10}{3}$  Rodamientos de rodillos

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Los fabricantes C ó C10- 90% de los rodamientos aguantan 1E6 de ciclos

# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 7. VIDA ÚTIL

$C_0$  = Capacidad de carga estática no es C o C10

### CARGA EN RODAMIENTOS

C ó C10

Publicado por fabricante

- Capacidad de carga dinámica básica (C) (publicado x fabr.)
- Carga que soporta un grupo de cojinetes para una vida de un millón de revoluciones en la pista interna ( $L = 10^6$  rev.)
- P es la carga constante aplicada.
- Valor de referencia para carga radial:

L ó L10

$$L_{10} = \frac{10^6}{60n} \left( \frac{C}{F} \right)^a$$

↑(h)                      ↑(r.p.m.)

$$L_{10} = 10^6 \cdot \left( \frac{C}{P} \right)^a$$

[Revoluciones]

Rodamientos solicitados dinámicamente  
En el método de cálculo normalizado (DIN/ISO 281) para rodamientos solicitados dinámicamente, se parte de la fatiga del material (formación de pitting) como causa del deterioro del rodamiento. La fórmula de vida es:

$$L_{10} = L = \left( \frac{C}{P} \right)^p [10^6 \text{ revoluciones}]$$

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

p = exponente de vida

$L_{10}$  es la vida nominal en millones de revoluciones alcanzada o rebasada por lo menos de un 90% de un gran lote de rodamientos iguales.

# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 7. VIDA ÚTIL

### CAPACIDAD DE CARGA DINÁMICA C

- Relaciona la fuerza transmitida con la vida
- Es la carga que origina un 10% de fallos a los  $10^6$  ciclos.

Si la velocidad del rodamiento es constante, la duración puede expresarse en horas

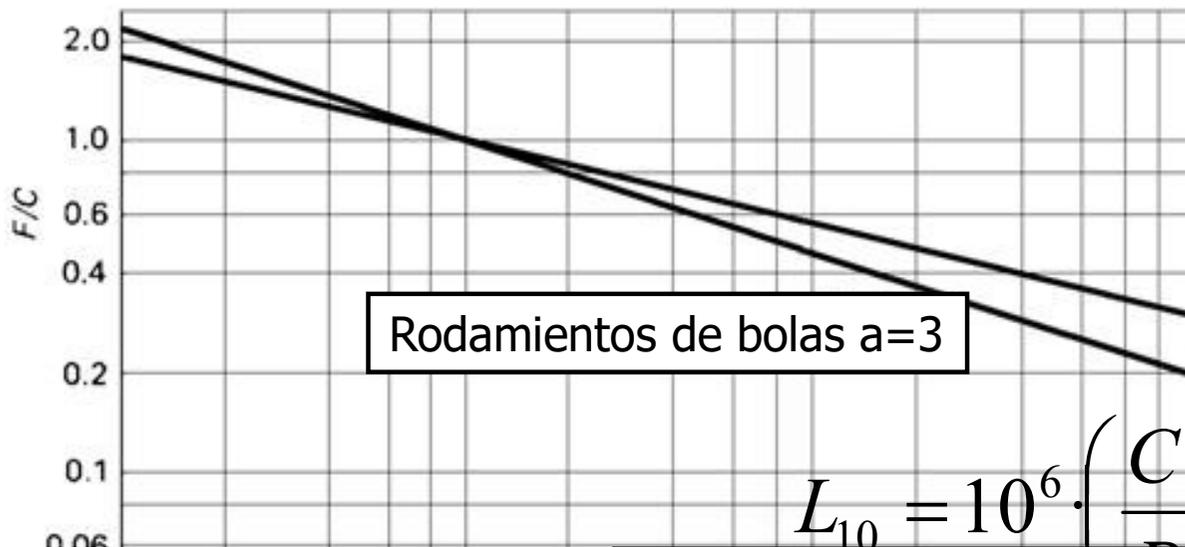
$$L_{h10} = L_h = \frac{L \cdot 10^6}{n \cdot 60} [h]$$

siendo

$$L_{h10} = L_h \text{ vida nominal} [h]$$

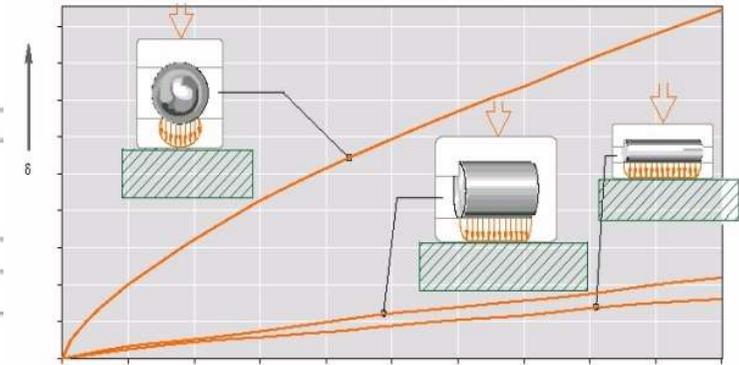
$$L \text{ vida nominal } [10^6 \text{ revoluciones}]$$

$$n \text{ velocidad (revoluciones por minuto)} [min^{-1}]$$



Rodamientos de bolas a=3

Rodamientos de rodillos a=10/3 ó 4



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

$$p = \frac{L_h}{L_{h10}} = \frac{L_h}{10^6} \cdot \frac{n \cdot 60}{C} = \frac{L_h \cdot n \cdot 60}{10^6 \cdot C}$$

$$f_L = \frac{v}{500} \text{ factor de esfuerzos dinámicos} \quad f_n = \frac{v}{500} \text{ factor de velocidad}$$

$$L = \frac{C}{P} \cdot \frac{60}{n} \quad C \text{ Capacidad de carga dinámica [kN]}$$

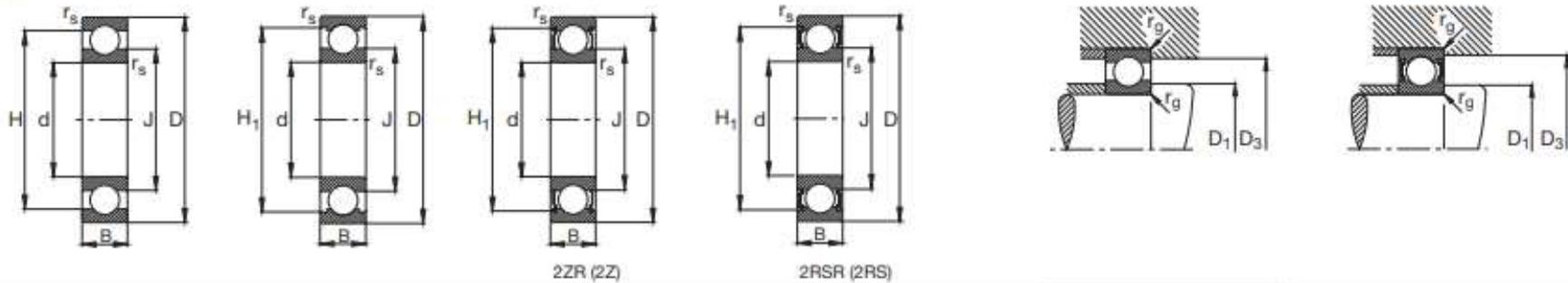
$$P \text{ Carga dinámica equivalente [kN]}$$

$$f_n \text{ Factor de velocidad}$$

# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 7. VIDA ÚTIL

Rodamientos FAG rígidos de bolas de una hilera



Eje	Dimensiones							Peso kg	Capacidad de carga		Velocidad límite min <sup>-1</sup>	Velocidad de referencia	Denominación abreviada Rodamiento FAG		
	d	D	B	r <sub>s</sub> min	H	H <sub>1</sub>	J		dyn. C kN	stat. C <sub>0</sub>					
3	3	10	4	0.15	7.7	8.2	5	0.001	0.64	0.22	53000	67000	623		
	3	10	4	0.15	7.7	8.2	5	0.001	0.64	0.22	45000	67000	623,2Z		
	3	10	4	0.15	7.7	8.2	5	0.001	0.64	0.22	32000		623,2RS		
4	4	13	5	0.2	10.5	11.2	7	0.003	1.29	0.49	45000	53000	624		
	4	13	5	0.2	10.5	11.2	7	0.004	1.29	0.49	38000	53000	624,2Z		
	4	13	5	0.2	10.5	11.2	7	0.003	1.29	0.49	26000		624,2RS		
	4	16	5	0.3	12.5	13.4	8.5	0.006	1.73	0.67	43000	43000	634		
	4	16	5	0.3	12.5	13.4	8.5	0.006	1.73	0.67	36000	43000	634,2Z		
	4	16	5	0.3	12.5	13.4	8.5	0.006	1.73	0.67	24000		634,2RS		
5	5	16	5	0.3	12.5	13.4	8.5	0.005	1.32	0.44	43000	43000	625		
	5	16	5	0.3	12.5	13.4	8.5	0.005	1.32	0.44	36000	43000	625,2Z		
	5	16	5	0.3	12.5	13.4	8.5	0.005	1.32	0.44	24000		625,2RS		
	5	19	6	0.3	15.5	16.7	10.8	0.008	2.55	1.04	38000	40000	635		
	5	19	6	0.3	15.5	16.7	10.8	0.009	2.55	1.04	32000	40000	635,2Z		
	5	19	6	0.3	15.5	16.7	10.8	0.008	2.55	1.04	22000		635,2RS		

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

1 2Z 0.3 18 19.1 12.4 0.011 3.25 1.37 20000 627,2RS

# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 7. VIDA ÚTIL

$$L_{10} = 10^6 \cdot \left(\frac{C}{P}\right)^a$$

La carga dinámica equivalente P [kN] es un valor teórico. Es una carga radial en rodamientos radiales y una carga axial en rodamientos axiales, que es constante en magnitud y sentido. P produce la misma vida que la combinación de cargas.

$$P = X \cdot F_r + Y \cdot F_a \quad [\text{kN}]$$

siendo

P Carga dinámica equivalente [kN]

F<sub>r</sub> Carga radial [kN]

F<sub>a</sub> Carga axial [kN]

X Factor radial

Y Factor axial

Los valores X e Y así como información sobre el cálculo de la carga dinámica equivalente para los distintos tipos de rodamientos están indicados en las tablas de rodamientos o en los textos preliminares.

### CARGA EN RODAMIENTOS

**F<sub>eq</sub> x factor servicio**

- Cargas axiales y radiales combinadas → Fuerzas equivalentes para la ecuación anterior.

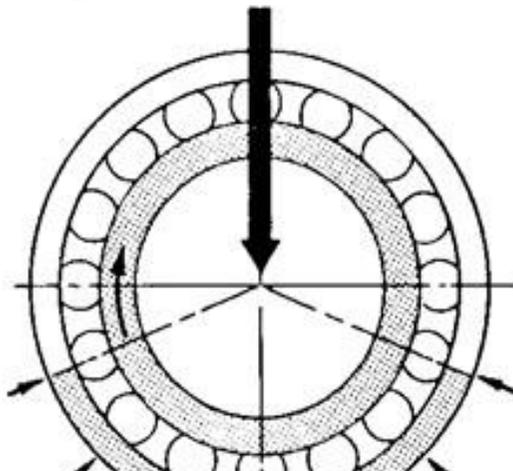
$$F_{eq} = X \cdot F_r + Y \cdot F_a$$

**Equivalente radial axial**

*Nota: a veces hay un factor f<sub>o</sub> que premultiplica ese cociente (depende de fabricante de rodamientos)*

f<sub>o</sub>

F <sub>a</sub> /C <sub>0</sub>	e	F <sub>a</sub> /F <sub>r</sub> < e		F <sub>a</sub> /F <sub>r</sub> > e	
		x	y	x	y
< 0.014	0.19	1.00	0	0.56	2.30
0.021	0.21	1.00	0	0.56	2.15
0.028	0.22	1.00	0	0.56	1.99
0.042	0.24	1.00	0	0.56	1.85
0.056	0.26	1.00	0	0.56	1.71
0.070	0.27	1.00	0	0.56	1.63
0.084	0.28	1.00	0	0.56	1.55
0.11	0.30	1.00	0	0.56	1.45
0.17	0.34	1.00	0	0.56	1.31



▼ Factores radiales y axiales de los rodamientos rígidos de bolas  
Juego normal de rodamiento

f <sub>o</sub> · F <sub>a</sub> / C <sub>0</sub>	e	F <sub>a</sub> / F <sub>r</sub> ≤ e		F <sub>a</sub> / F <sub>r</sub> > e	
		X	Y	X	Y
0,3	0,22	1	0	0,56	2
0,5	0,24	1	0	0,56	1,8
0,9	0,28	1	0	0,56	1,58

▼ Factor f<sub>o</sub> para rodamientos rígidos de bolas

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

Rigido de bolas

00	12,4	12,4	12,1
01	13	13	12,3
02	13,9	13,9	13,1



# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 7. VIDA ÚTIL

$$F_{eq} = x \cdot F_r + y \cdot F_a$$

### CARGA EN RODAMIENTOS

- Factor de servicio según funcionamiento

Servicio	Factor (multiplica a $F_{eq}$ )	
	Bolas	Rodillos
Carga uniforme	1.0	1.0
Impacto ligero	1.5	1.0
Impacto medio	2.0	1.3
Impacto fuerte	2.5	1.7
Impacto extremo	3.0	2.0

- Capacidad de carga estática básica  $C_0$

#### Rodamientos solicitados estáticamente

Bajo una sollicitación a carga estática, se calcula el factor de esfuerzos estáticos  $f_s$ , para demostrar que se ha elegido un rodamiento con suficiente capacidad de carga.

$$f_s = \frac{C_0}{P_0}$$

siendo

- $f_s$  factor de esfuerzos estáticos
- $C_0$  capacidad de carga estática [kN]
- $P_0$  carga estática equivalente [kN]

El factor de esfuerzos estáticos  $f_s$  se toma como valor de seguridad contra deformaciones demasiado elevadas en los puntos de contacto de los cuerpos rodantes. Para rodamientos que deban girar con gran suavidad y facilidad, habrá que elegir un factor de esfuerzos estáticos  $f_s$  mayor. Si las exigencias de suavidad de giro son más reducidas, bastan valores más pequeños. En general se pretende conseguir los siguientes valores:

- $f_s = 1,5 \dots 2,5$  para exigencias elevadas
- $f_s = 1,0 \dots 1,5$  para exigencias normales
- $f_s = 0,7 \dots 1,0$  para exigencias reducidas

dyn. $C$	stat. $C_0$
kN	
0,64	0,22
0,64	0,22
0,64	0,22

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

ESIDAD  
RIJA

## Rodamientos solicitados estáticamente

Bajo una sollicitación a carga estática, se calcula el factor de esfuerzos estáticos  $f_s$ , para demostrar que se ha elegido un rodamiento con suficiente capacidad de carga.

$$f_s = \frac{C_0}{P_0}$$

siendo

$f_s$  factor de esfuerzos estáticos

$C_0$  capacidad de carga estática [kN]

$P_0$  carga estática equivalente [kN]

El factor de esfuerzos estáticos  $f_s$  se toma como valor de seguridad contra deformaciones demasiado elevadas en los puntos de contacto de los cuerpos rodantes. Para rodamientos que deban girar con gran suavidad y facilidad, habrá que elegir un factor de esfuerzos estáticos  $f_s$  mayor. Si las exigencias de suavidad de giro son más reducidas, bastan valores más pequeños. En general se pretende conseguir los siguientes valores:

$f_s = 1,5 \dots 2,5$  para exigencias elevadas

$f_s = 1,0 \dots 1,5$  para exigencias normales

$f_s = 0,7 \dots 1,0$  para exigencias reducidas

## Dimensionado

### Rodamientos solicitados estáticamente · R<sub>0</sub>

$$P_0 = X_0 \cdot F_r + Y_0 \cdot F_a \quad [\text{kN}]$$

siendo

$P_0$  Carga estática equivalente [kN]

$F_r$  Carga radial [kN]

$F_a$  Carga axial [kN]

$X_0$  Factor radial

$Y_0$  Factor axial

Los valores para  $X_0$  e  $Y_0$  así como información sobre el cálculo de la carga estática equivalente para los distintos tipos de rodamientos están indicados en las tablas de rodamientos o en los textos preliminares.

2.5	1.7
3.0	2.0

La capacidad de carga estática  $C_0$  [kN] según DIN ISO 76 – 1988, está indicada en las tablas para cada rodamiento. Esta carga (en rodamientos radiales una carga radial y en rodamientos axiales una carga axial y centrada) en el centro del área de contacto más cargada entre los cuerpos rodantes y el camino de rodadura produciría una presión superficial teórica  $p_0$  de:

- 4600 N/mm<sup>2</sup> para rodamientos oscilantes de bolas
- 4200 N/mm<sup>2</sup> para todos los demás rodamientos de bolas
- 4000 N/mm<sup>2</sup> para todos los rodamientos de rodillos

Bajo una sollicitación  $C_0$  (correspondiente a  $f_s = 1$ ) se origina una deformación plástica total del elemento rodante y el camino de rodadura de aprox. 1/10,000 del diámetro del elemento rodante en el área de contacto más cargada..

- Capacidad de carga estática básica  $C_0$ 
  - Es la carga estática que provocará una **deformación permanente** en la pista y en el elemento cónico, en cualquier punto de

# Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

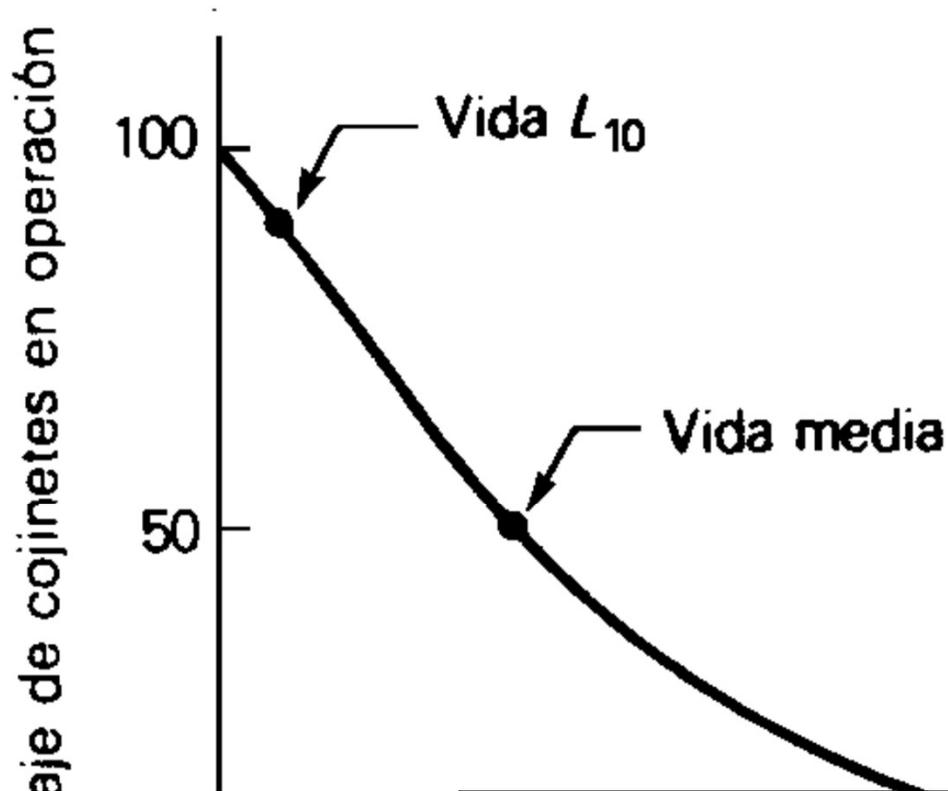
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 7. VIDA ÚTIL

- Vida = número de revoluciones  $L$  hasta la fatiga



**Vida nominal ( $L_{10}$ ):**  
vida que superará el  
90%

**Vida promedio**  
( $L_{50}$ ): vida que supera  
el 50%

$$L_{50} \approx (4 \text{ .. } 5) \cdot L_{10}$$

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 7. VIDA ÚTIL

Según DIN ISO 281, la vida ampliada (modificada)  $L_{na}$  se determina según la fórmula:

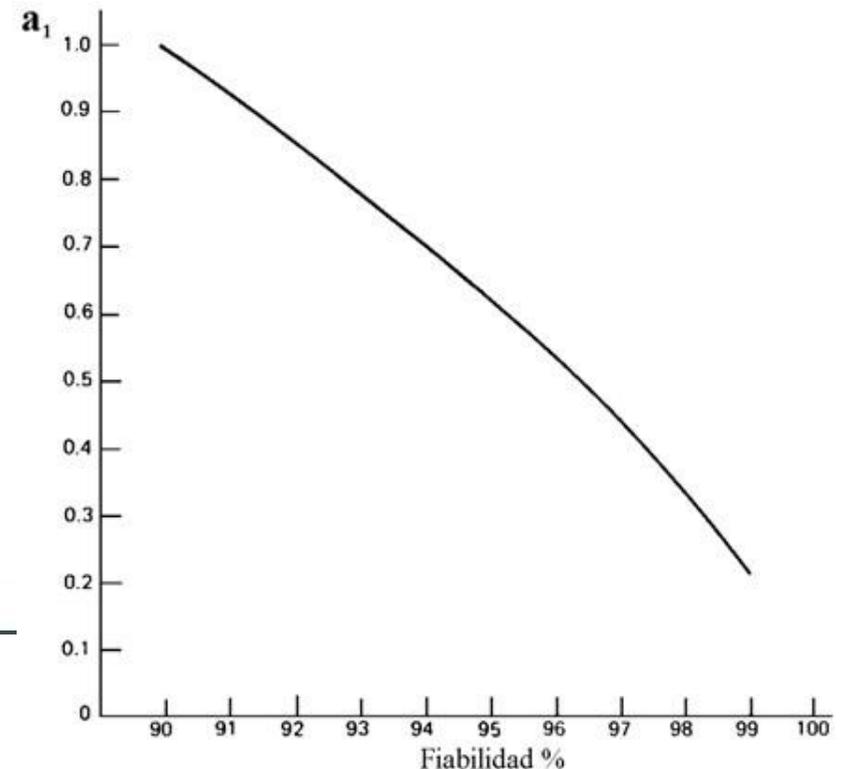
### VIDA NOMINAL AJUSTADA

- Tiene en cuenta otros factores

$$L_{na} = a_1 \cdot a_2 \cdot a_3 \cdot L_{10}$$

- $a_1$ : Ajuste por fiabilidad

Fiabilidad	Probabilidad de fallo	SKF vida nominal	Factor $a_1$
%	n	$L_{nm}$	
90	10	$L_{10m}$	1
95	5	$L_{5m}$	0,62



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 7. VIDA ÚTIL

### VIDA NOMINAL AJUSTADA

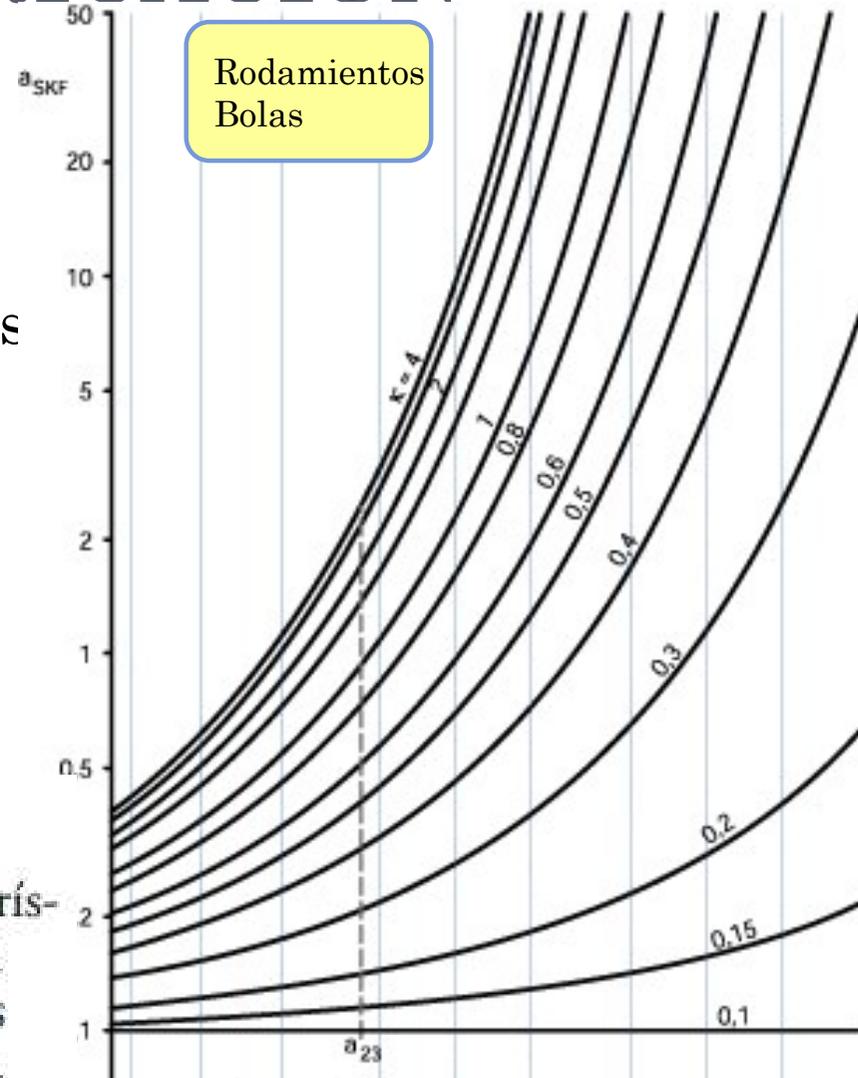
- Tiene en cuenta otros factores

$$L_{na} = a_1 \cdot a_2 \cdot a_3 \cdot L_{10}$$

- $a_2$ : Ajuste por material

#### Factor $a_2$ de material

Con el factor  $a_2$  se tienen en cuenta las características del material y del tratamiento térmico. La norma admite factores  $a_2 > 1$  para rodamientos con un grado de pureza muy elevado del acero.



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 7. VIDA ÚTIL

### VIDA NOMINAL AJUSTADA

- Tiene en cuenta otros factores

$$L_{na} = a_1 \cdot a_2 \cdot a_3 \cdot L_{10}$$

- $a_3$ : Ajuste por lubricación

#### Factor $a_3$ de condiciones de servicio

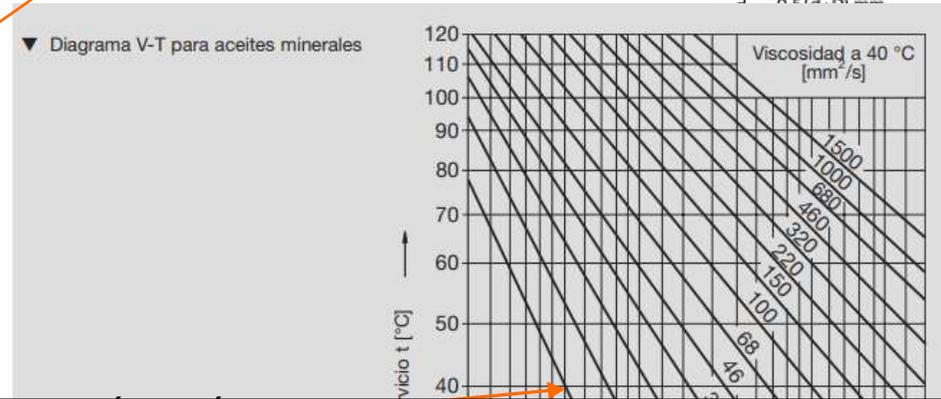
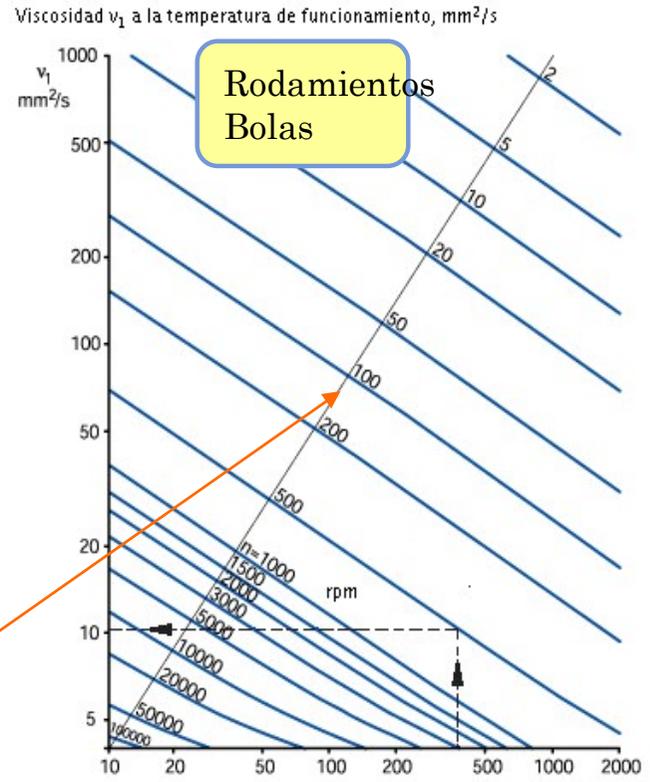
El factor  $a_3$  tiene en cuenta las condiciones de servicio, sobre todo las condiciones de lubricación a velocidad y temperatura de servicio. La norma todavía no incluye valores para este factor.

#### Ratio de viscosidad $\kappa$

En el eje de abscisa del diagrama de la página. 45, se indica el ratio de viscosidad  $\kappa$  como la medida para la formación de una película lubricante.

$$\kappa = v/v_1$$

$v$  viscosidad de servicio del lubricante en el área



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 7. VIDA ÚTIL

### VIDA NOMINAL AJUSTADA

- Tiene en cuenta otros factores

$$L_{na} = a_1 \cdot a_{23} \cdot L_{10}$$

- $a_{23}$ : Ajuste por material y lubricación
- CATALOGO FAG

Vida ampliada  $L_{na}$ ,  $L_{hna}$

$$L_{na} = a_1 \cdot a_{23} \cdot L [10^6 \text{ revoluciones}]$$

y

$$L_{hna} = a_1 \cdot a_{23} \cdot L_h [h]$$

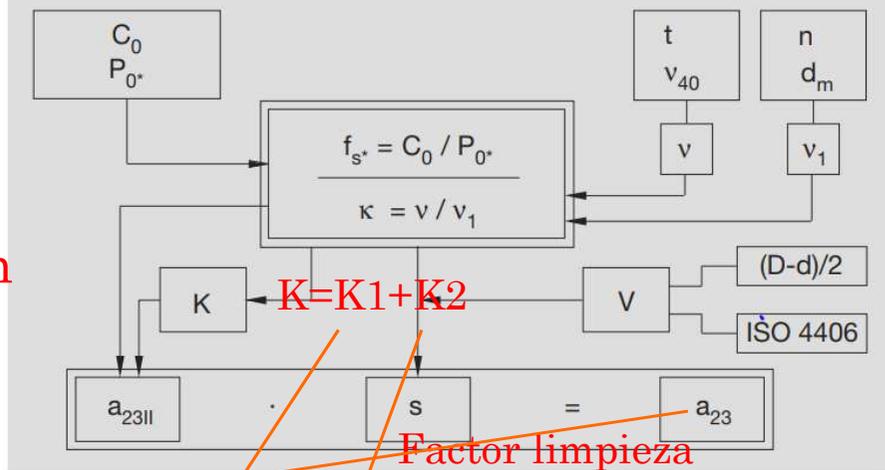
siendo

$a_1$  factor para la probabilidad de fallo (ver pág. 40)

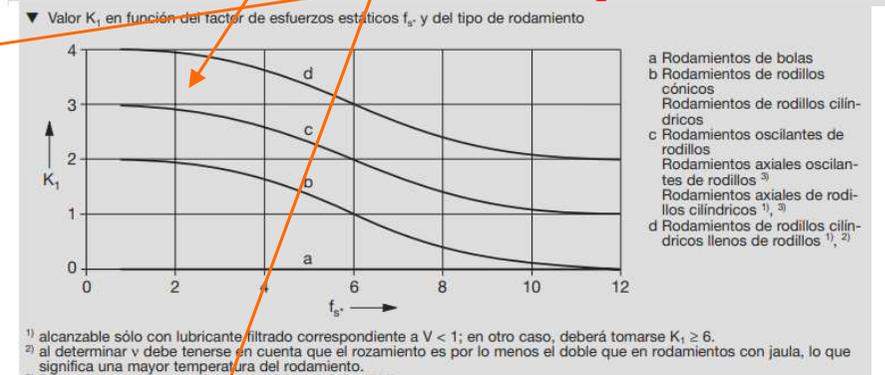
▼ Gráfico para determinar  $a_{23}$

$C_0$  capacidad de carga estática  
 $P_{0^*}$  carga equivalente (página 41)  
 $f_{s^*}$  factor de esfuerzos estáticos  
 $K = K_1 + K_2$  (diagramas en página 44)  
 $a_{23II}$  valor básico (diagrama en página 45)  
 $s$  factor de limpieza (diagramas en página 47)

$t$  temperatura de servicio  
 $v_{40}$  viscosidad nominal  
 $v$  viscosidad de servicio (diagrama inferior en página 43)  
 $n$  velocidad de servicio  
 $d_m$  diámetro medio  
 $v_1$  viscosidad relativa (ver diagrama superior en página 43)  
 $K$  ratio de viscosidad  
 $V$  factor de contaminación (tabla en página 46)



Factor limpieza



CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70



# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 7. VIDA ÚTIL

### VIDA NOMINAL AJUSTADA

- Tiene en cuenta otros factores

$$L_{na} = a_1 \cdot a_{23} \cdot L_{10}$$

- $a_{23}$ : Ajuste por material y lubricación
- FAG

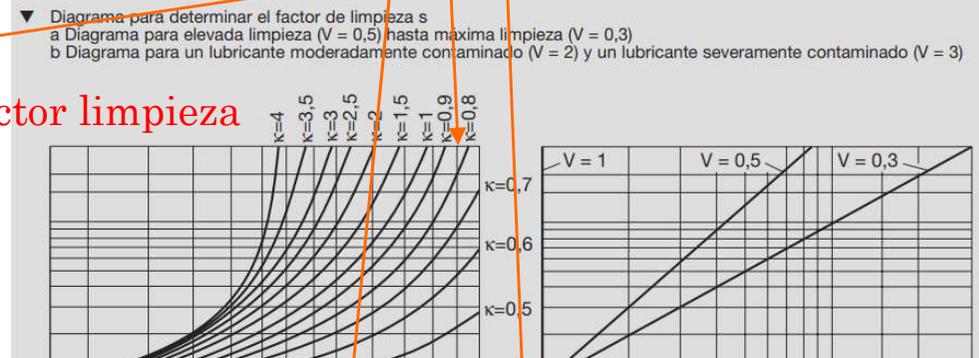
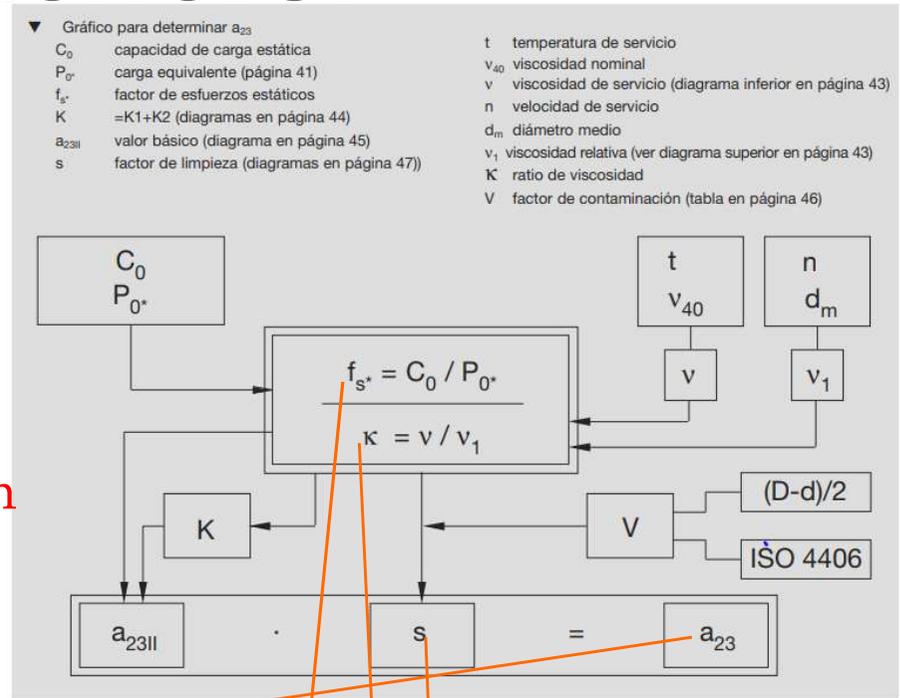
Vida ampliada  $L_{na}$ ,  $L_{hna}$

$$L_{na} = a_1 \cdot a_{23} \cdot L [10^6 \text{ revoluciones}]$$

$$L_{hna} = a_1 \cdot a_{23} \cdot L_h [h]$$

siendo

$a_1$  factor para la probabilidad de fallo (ver pág. 40)



CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

L vida nominal  $[10^6 \text{ revoluciones}]$

un factor de limpieza  $s > 1$  si el desgaste en los contactos entre un rodillo y otro ha sido evitado con el uso de un lubricante altamente viscoso y a través de extrema limpieza (limpieza del aceite según ISO 4406 al menos 11/7).

# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 7. VIDA ÚTIL

Funcionamiento.

$$\text{ciclos} = \text{Vida}(h) \times 60 \times \text{velocidad angular}$$

$\text{ciclos} = \text{Vida} \times 60 \times \text{velocidad angular} \times \text{estimación incidencia en funcionamiento.}$

### RECOMENDACIONES PARA LA VIDA

Elementos específicos de máquinas

Tipo de aplicación	Vida (horas·1000)
Instrumentos y similares de uso infrecuente	Hasta 0.5
Motores para aviación	0.5 - 2
Máquinas de periodos de servicio cortos o intermitentes, donde la interrupción del servicio es de poca importancia	4 - 8
Máquinas de uso intermitente en las que su funcionamiento fiable sea de gran importancia	8 - 14
Máquinas con servicios de 8 h que no se usan siempre a plena carga	14 - 20
Máquinas con servicios de 8 h que se usan a plena carga	20 - 30
Máquinas de servicio continuo las 24 h.	50 - 60

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 7. VIDA ÚTIL

Se considera el caso critico.  
Planes de mantenimiento.

### VIDA PARA CARGAS VARIABLES

- Rodamientos sometidos a cargas variables

[Horas]  
[Sup. Vel. n Constante]

$$L_{10} = \frac{10^6}{60n} \left( \frac{C}{F} \right)^q \Rightarrow C^q = \frac{60nL_{10}}{10^6} F^q$$

$\uparrow$ (h)                       $\uparrow$ (r.p.m.)

- Si en cada fracción de vida, y para cada estado de carga “m”, con tiempo de actuación  $t_m$  se tiene: velocidad  $n_m$  y carga  $F_m$ , para el conjunto de los estados se tiene:

$$C^q = \frac{60L_{10}}{10^6} \sum_{i=1}^i t_i n_i F_i^q$$

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 8. SELECCIÓN DE RODAMIENTOS

- Carga: Dirección, magnitud y ciclos
- Velocidad de giro
  - La generación de calor y la carga definen la velocidad máxima
  - También puede estar limitada por el lubricante y la jaula
- Condiciones del ambiente, en unión con los sellos y retenes externos.
- Lubricación
- Desalineación
- Consideraciones de montaje y desmontaje

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 8. SELECCIÓN DE RODAMIENTOS

La matriz no ofrece más que una orientación aproximada de modo que cada caso requiere una selección más calificada según la información dada en las páginas anteriores o la información más detallada de los textos que preceden a cada sección de tablas.

### Símbolos

+++ excelente - pobre  
 ++ bueno -- inadecuado  
 + aceptable + simple efecto  
 ↔ doble efecto

### Diseño

- 1 Agujero cónico
- 2 Placas de protección u obturación
- 3 Autoalineable
- 4 No desmontable
- 5 Desmontable

### Características

Rodamiento adecuado para

- 6 Carga puramente radial
- 7 Carga puramente axial
- 8 Carga combinada
- 9 Momentos
- 10 Alta velocidad
- 11 Alta precisión de funcionamiento
- 12 Alta rigidez
- 13 Funcionamiento silencioso
- 14 Baja fricción
- 15 Compensación por desalineación en funcionamiento

- 16 Compensación por errores de alineación (inicial)
- 17 Disposiciones de rodamiento fijo
- 18 Disposiciones de rodamiento libre
- 19 Desplazamiento axial posible en el rodamiento

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Rodamientos rígidos de bolas		a				+	+	+	-	+++	+++	+	+++	+++	-	-	↔	+	--
Rodamientos de bolas con contacto angular		b		a,b	c	++	+	++	+	+	++	++	+	+	--	--	↔	+	--
Rodamientos de bolas a rótula						+	-	-	--	+++	++	-	++	+++	+++	+++	↔	+	--
Rodamientos de rodillos cilíndricos						++	--	--	--	++	++	++	++	++	-	-	--	+++	+++
llenos de rodillos				a	b	+++	-	+	--	-	+	+++	-	-	-	-	↔	+	+
Rodamientos de agujas		a	c			++	--	--	--	+	+	+++	+	-	--	--	↔	+++	+++
Rodamientos de rodillos cónicos		b,c				+	+	+	-	+	+	++	+	-	--	--	↔	--	--
Rodamientos de rodillos a rótula						+++	+	+++	-	+	+	+++	+	+	-	--	↔	+	--

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

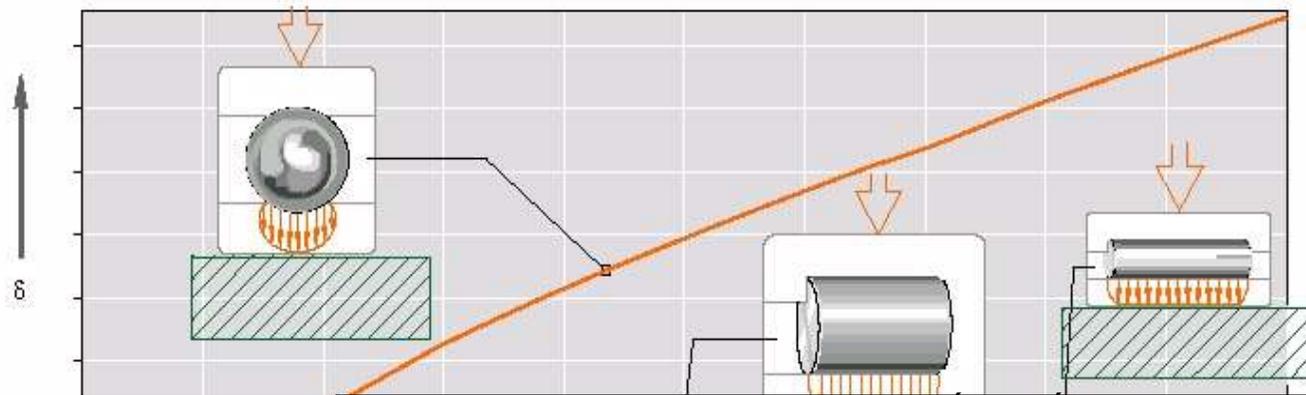
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70



# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 8. SELECCIÓN DE RODAMIENTOS

- A igualdad de diámetro, un rodamiento de rodillos soporta más carga que uno de bolas porque tiene más superficie de contacto.
- Pero los de rodillos necesitan una perfecta geometría. Pequeñas desalineaciones hacen que los rodillos se salgan de su posición. (Solución con retenes resistentes)



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

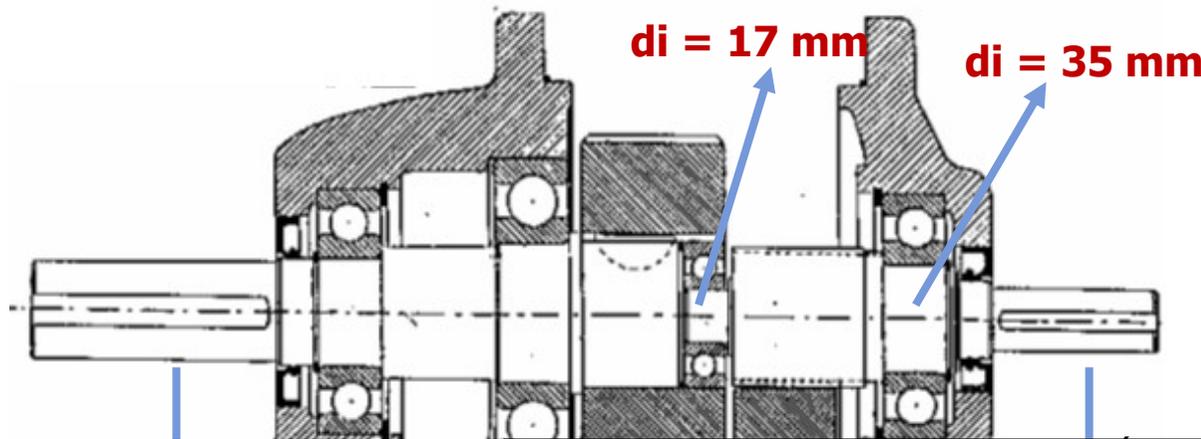
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 9. EJEMPLOS

- Eje apoyado en sus extremos sobre dos rodamientos de bolas
  - Izquierdo ( $d=17$  mm) : Móvil  $F_r = 1353$  N  $F_a = 0$  N
  - Derecho ( $d=35$  mm): Fijo  $F_r = 1083,8$  N  $F_a = 1020,52$  N
- Para el conjunto de la figura y con las condiciones mencionadas, se pide seleccionar los rodamientos adecuados.



<b>Rodamiento izquierdo</b>	<b>Movil</b>
$d_1$	17 mm
$n_s$	1430-180=1250 rpm
$F_r$	1353 N
$F_a$	0 N
<b>Rodamiento Derecho</b>	<b>Fijo</b>
$d_2$	35 mm

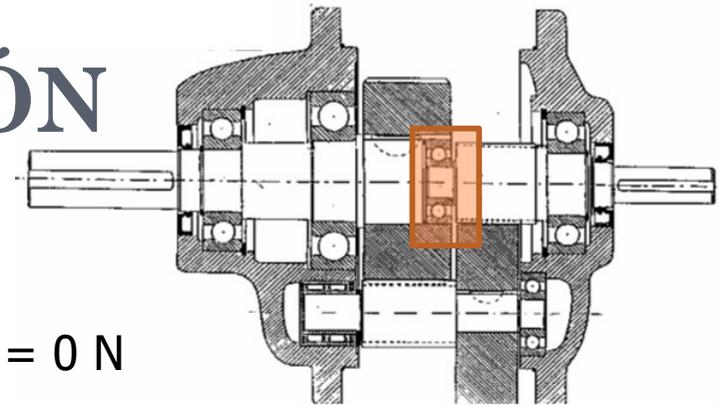
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 9. EJEMPLOS

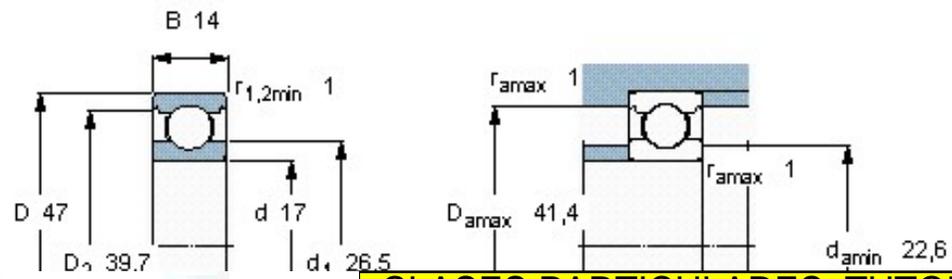


- Izquierdo ( $d=17$  mm) : Móvil  $F_r = 1353$  N  $F_a = 0$  N

Rodamientos rígidos de bolas, de una hilera

Tolerancias , ver también el texto  
 Juego radial interno , ver también el texto  
 Ajustes recomendados  
 Tolerancias del eje y del alojamiento

Dimensiones principales			Capacidades de carga		Carga límite de fatiga	Velocidades		Masa	Designación
d	D	B	C	$C_0$	$P_u$	Velocidad de referencia	Velocidad límite	kg	
mm			kN		kN	rpm			
17	47	14	14,3	6,55	0,275	34000	22000	0,12	6303 *



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 9. EJEMPLOS

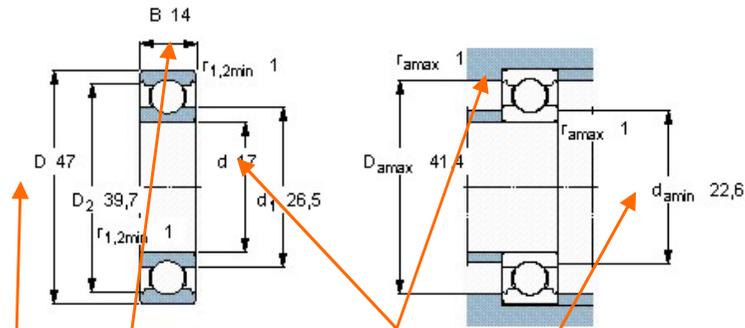
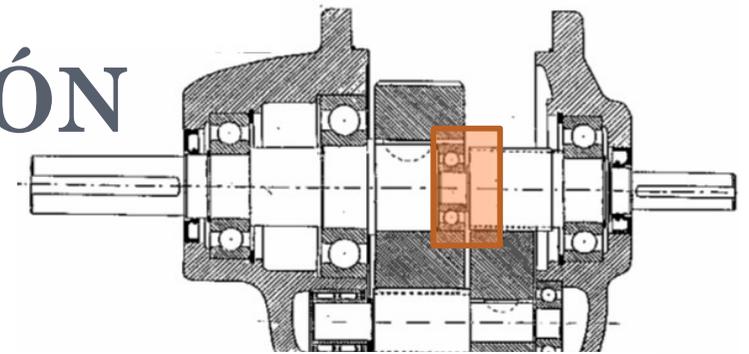


Table 11-2

Dimensions and Load Ratings for Single-Row 02-Series Deep-Groove and Angular-Contact Ball Bearings

Bore, mm	OD, mm	Width, mm	Fillet Radius, mm	Shoulder Diameter, mm		Load Ratings, kN			
				$d_s$	$d_H$	Deep Groove		Angular Contact	
						$C_{10}$	$C_0$	$C_{10}$	$C_0$
10	30	9	0.6	12.5	27	5.07	2.24	4.94	2.12
12	32	10	0.6	14.5	28	6.89	3.10	7.02	3.05
15	35	11	0.6	17.5	31	7.80	3.55	8.06	3.65
17	40	12	0.6	19.5	34	9.56	4.50	9.95	4.75
20	47	14	1.0	25	41	12.7	6.20	13.3	6.55
25	52	15	1.0	30	47	14.0	6.95	14.8	7.65
30	62	16	1.0	35	55	19.5	10.0	20.3	11.0
35	72	17	1.0	41	65	25.5	13.7	27.0	15.0
40	80	18	1.0	46	72	30.7	16.6	31.9	18.6
45	85	19	1.0	52	77	33.2	18.6	35.8	21.2

d1	17 mm
ns	1430-180=1250 rpm
Fr	1353 N
Fa	0 N
C10	9,56 KN
C0	4,5 KN
Gira anillo interior	1
V	1
Fa/VFr	0
Fa/C0	0
e	0,19
Fa/VFr < e	0,19
X	1

F  
k  
f<sub>c</sub>

$$F_{eq} = x \cdot F_r + y \cdot F_a$$

$F_a/C_0$	e	$F_a/(V F_r) \leq e$		$F_a/(V F_r) > e$	
		$X_1$	$Y_1$	$X_2$	$Y_2$
0.014*	0.19	1.00	0	0.56	2.30
0.021	0.21	1.00	0	0.56	2.15
0.028	0.22	1.00	0	0.56	1.99
0.042	0.24	1.00	0	0.56	1.85

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 9. EJEMPLOS

- Izquierdo ( $d=17$  mm) : Móvil  $F_r = 1353$  N  $F_a = 0$  N

- Sólo carga radial:

$$P_i = 1353 \text{ N}$$

$$C = 14300 \text{ N}$$

$$C_o = 6550 \text{ N}$$

$$L(h) = \frac{10^6}{n(\text{rpm}) \cdot 60} \left( \frac{C}{P} \right)^3 = \frac{10^6}{1250 \cdot 60} \left( \frac{14300}{1353} \right)^3$$

1430-180

$$L(h) = 15742 \text{ horas}$$

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

$n_s = 180$  rpm

# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 9. EJEMPLOS

- Izquierdo (d=17 mm) : Móvil  $F_r = 1353 \text{ N}$   
 $F_a = 0 \text{ N}$

- Sólo carga radial:

$$P_i = 1353 \text{ N} \quad C = 14300 \text{ N}$$

$$C_o = 6550 \text{ N}$$

$$L(h) = \frac{10^6}{n(\text{rpm}) \cdot 60} \left( \frac{C}{P} \right)^3 = \frac{10^6}{1250 \cdot 60} \left( \frac{14300}{1353} \right)^3$$

$$L(h) = 15742 \text{ horas}$$

$$L_{10} = 10^6 \cdot \left( \frac{C}{P} \right)^a$$



Rodamiento izquierdo	Movil
d1	17 mm
ns	1430-180=1250 rpm
$F_r$	1353 N
$F_a$	0 N
Rodamiento Derecho	Fijo
d2	35 mm
ns	1430 rpm
$F_r$	1083,8 N
$F_a$	1020,52 N

Gira anillo interior	1
V	1
$F_a/VFr$	0
$F_a/C0$	0
e	0,19
$F_a/VFr < e$	$e \cdot F_a/VFr$ 0,19
X	1
Y	0
XFr	1353 N
Yfa	0 N
$F_{eq} = x \cdot Fr + y \cdot Fa$	1353 N
D	40 mm
b	12 mm
ds	19,5 mm
dH	34 mm

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

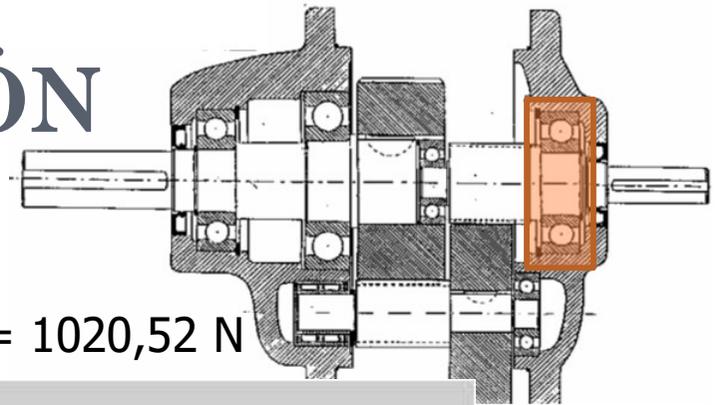
$n_s = 180 \text{ rpm}$

$N = n_e - n_i$

$N =$	1250 rpm
$N =$	75000 revxhora
$L(h) =$	4.703 horas

# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 9. EJEMPLOS



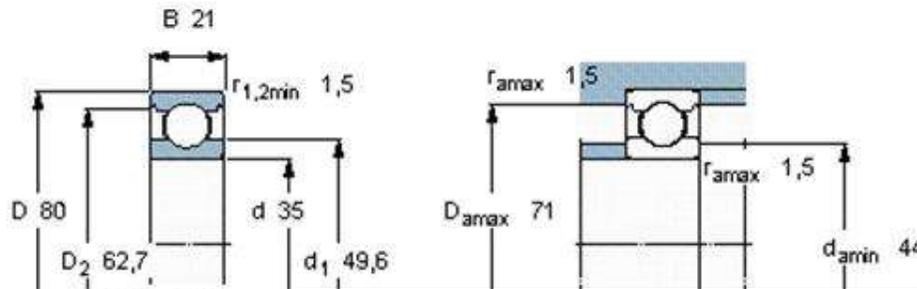
- Derecho (d=35 mm): Fijo  $F_r = 1083,8 \text{ N}$   $F_a = 1020,52 \text{ N}$

Rodamientos rígidos de bolas, de una hilera

Tolerancias , ver también el texto  
 Juego radial interno , ver también el texto  
 Ajustes recomendados  
 Tolerancias del eje y del alojamiento

Dimensiones principales			Capacidades de carga		Carga límite de fatiga $P_u$	Velocidades		Masa	Designación
d	D	B	C	$C_0$		Velocidad de referencia	Velocidad límite		
mm			kN		kN	rpm		kg	-
35	80	21	35,1	19	0,815	19000	12000	0,46	6307 *

\* - Rodamiento SKF Explorer



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 9. EJEMPLOS

- Derecho (d=35 mm): Fijo  $F_r = 1083,8 \text{ N}$   $F_a = 1020,52 \text{ N}$

Tabla 5: Factores de cálculo para rodamientos rígidos de una hilera de bolas dispuestos individualmente o apareados en tándem

$f_0 F_a / C_0$	Juego Normal			Juego C3			Juego C4		
	e	X	Y	e	X	Y	e	X	Y
0,172	0,19	0,56	2,30	0,29	0,46	1,88	0,38	0,44	1,47
0,345	0,22	0,56	1,99	0,32	0,46	1,71	0,40	0,44	1,40
0,689	0,26	0,56	1,71	0,36	0,46	1,52	0,43	0,44	1,30
1,03	0,28	0,56	1,55	0,38	0,46	1,41	0,46	0,44	1,23
1,38	0,30	0,56	1,45	0,40	0,46	1,34	0,47	0,44	1,19
2,07	0,34	0,56	1,31	0,44	0,46	1,23	0,50	0,44	1,12
3,45	0,38	0,56	1,15	0,49	0,46	1,10	0,55	0,44	1,02
5,17	0,42	0,56	1,04	0,54	0,46	1,01	0,56	0,44	1,00
6,89	0,44	0,56	1,00	0,54	0,46	1,00	0,56	0,44	1,00

- Carga dinámica equivalente

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 9. EJEMPLOS

- Derecho (d=35 mm): Fijo  $F_r = 1083,8 \text{ N}$   $F_a = 1020,52 \text{ N}$

Tabla 5: Factores de cálculo para rodamientos rígidos de una hilera de bolas dispuestos individualmente o apareados en tándem

$f_0 F_a / C_0$	Juego Normal			Juego C3			Juego C4		
	e	X	Y	e	X	Y	e	X	Y
0,172	0,19	0,56	2,30	0,29	0,46	1,88	0,38	0,44	1,47
0,345	0,22	0,56	1,99	0,32	0,46	1,71	0,40	0,44	1,40
0,689	0,26	0,56	1,71	0,36	0,46	1,52	0,43	0,44	1,30
1,03	0,28	0,56	1,55	0,38	0,46	1,41	0,46	0,44	1,23
1,38	0,30	0,56	1,45	0,40	0,46	1,34	0,47	0,44	1,19
2,07	0,34	0,56	1,31	0,44	0,46	1,23	0,50	0,44	1,12

Para valores intermedios, interpolación lineal.

$$f_a = 0,04 \quad f = \frac{F_a}{C_0} = \frac{1020,52}{1000000} = 0,00102052 \rightarrow e = 0,26$$

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

Facilitado fabricante

DA D  
 JA

# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 9. EJEMPLOS

- Derecho (d=35 mm): Fijo  $F_r = 1083,8 \text{ N}$   $F_a = 1020,52 \text{ N}$

Tabla 5: Factores de cálculo para rodamientos rígidos de una hilera de bolas dispuestos individualmente o apareados en tándem

$f_0 F_a / C_0$	Juego Normal			Juego C3			Juego C4		
	e	X	Y	e	X	Y	e	X	Y
0,172	0,19	0,56	2,30	0,29	0,46	1,88	0,38	0,44	1,47
0,345	0,22	0,56	1,99	0,32	0,46	1,71	0,40	0,44	1,40
0,689	0,26	0,56	1,71	0,36	0,46	1,52	0,43	0,44	1,30
1,03	0,28	0,56	1,55	0,38	0,46	1,41	0,46	0,44	1,23
1,38	0,30	0,56	1,45	0,40	0,46	1,34	0,47	0,44	1,19
2,07	0,34	0,56	1,31	0,44	0,46	1,23	0,50	0,44	1,12

Para valores intermedios, interpolación lineal.

$$P = X \cdot F_r + Y \cdot F_a \quad \text{cuando } F_a / F_r > e$$

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70



# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 9. EJEMPLOS

- Derecho (d=35 mm): Fijo  $F_r = 1083,8 \text{ N}$   $F_a = 1020,52 \text{ N}$

$$P_d = 2346,9 \text{ N}$$

$$C = 35100 \text{ N}$$

$$C_o = 19000 \text{ N}$$

$$L(h) = \frac{10^6}{n(\text{rpm}) \cdot 60} \left( \frac{C}{P} \right)^3 = \frac{10^6}{1430 \cdot 60} \left( \frac{35100}{2346,9} \right)^3$$

$$L(h) = 38990 \text{ horas}$$

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

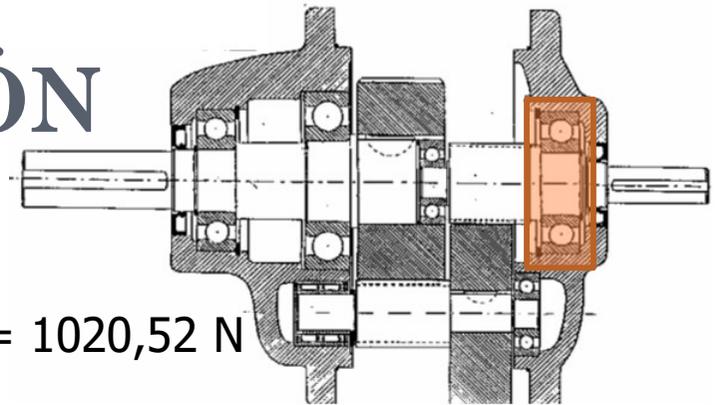
---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70



# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 9. EJEMPLOS



- Derecho (d=35 mm): Fijo

$F_r = 1083,8 \text{ N}$

$F_a = 1020,52 \text{ N}$

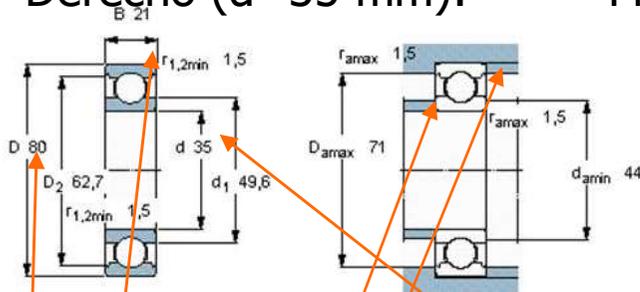


Table 11-2

Dimensions and Load Ratings for Single-Row 02-Series Deep-Groove and Angular-Contact Ball Bearings

Bore, mm	OD, mm	Width, mm	Fillet Radius, mm	Shoulder Diameter, mm		Load Ratings, kN			
				$d_s$	$d_H$	Deep Groove		Angular Contact	
						$C_{10}$	$C_0$	$C_{10}$	$C_0$
10	30	9	0.6	12.5	27	5.07	2.24	4.94	2.12
12	32	10	0.6	14.5	28	6.89	3.10	7.02	3.05
15	35	11	0.6	17.5	31	7.80	3.55	8.06	3.65
17	40	12	0.6	19.5	34	9.56	4.50	9.95	4.75
20	47	14	1.0	25	41	12.7	6.20	13.3	6.55
25	52	15	1.0	30	47	14.0	6.95	14.8	7.65
30	62	16	1.0	35	55	19.5	10.0	20.3	11.0
35	72	17	1.0	41	65	25.5	13.7	27.0	15.0
40	80	18	1.0	46	72	30.7	16.6	31.9	18.6
45	85	19	1.0	52	77	33.2	18.6	35.8	21.2

Rodamiento izquierdo	Movil
d1	35 mm
ns	1430 rpm
Fr	1083,8 N
Fa	1020,52 N
C10	25,5 KN
C0	13,7 KN
Gira anillo interior	1
V	1
Fa/VFr	0,941612844
Fa/C0	0,074490511
e	0,27
Fa/VFr < e	0,67
X	0,56

$$F_{eq} = x \cdot F_r + y \cdot F_a$$

$F_a/C_0$	e	$F_a/(V F_r) \leq e$		$F_a/(V F_r) > e$	
		$X_1$	$Y_1$	$X_2$	$Y_2$
0.014*	0.19	1.00	0	0.56	2.30
0.021	0.21	1.00	0	0.56	2.15
0.028	0.22	1.00	0	0.56	1.99
0.042	0.24	1.00	0	0.56	1.85
0.056	0.26	1.00	0	0.56	1.71
0.070	0.27	1.00	0	0.56	1.63

Similar 0,26 de la otra resolución

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

\*Use 0.014 if  $F_a/C_0 < 0.014$ .

# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 9. EJEMPLOS

- Derecho (d=35 mm): Fijo  $F_r = 1083,8 \text{ N}$   
 $F_a = 1020,52 \text{ N}$

$$P_d = 2346,9 \text{ N}$$

$$C = 35100 \text{ N}$$

$$C_o = 19000 \text{ N}$$

$$L(h) = \frac{10^6}{n(\text{rpm}) \cdot 60} \left( \frac{C}{P} \right)^3 = \frac{10^6}{1430 \cdot 60} \left( \frac{35100}{2346,9} \right)^3$$

$$L(h) = 38990 \text{ horas}$$

$$L_{10} = 10^6 \cdot \left( \frac{C}{P} \right)^a$$

<b>Rodamiento izquierdo</b>	<b>Movil</b>	
d1		17 mm
ns		180 rpm
$F_r$		1353 N
$F_a$		0 N
<b>Rodamiento Derecho</b>	<b>Fijo</b>	
d2		35 mm
ns		1430 rpm
$F_r$		1083,8 N
$F_a$		1020,52 N

Gira anillo interior	1	
V	1	
Fa/VFr	0,941612844	
Fa/C0	0,074490511	
e	0,27	
Fa/VFr < e - Fa/VFr	0,67	
X	0,56	
Y	1,63	
XFr	606,928	N
Yfa	1663,4476	N
<b>Feq = x·Fr + y·Fa</b>	<b>2270,3756</b>	<b>N</b>
<b>D</b>	<b>72</b>	
<b>b</b>	<b>17</b>	
ds	41	mm
dH	65	mm
Bolas	1	



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
 ---  
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

ns = 180 rpm

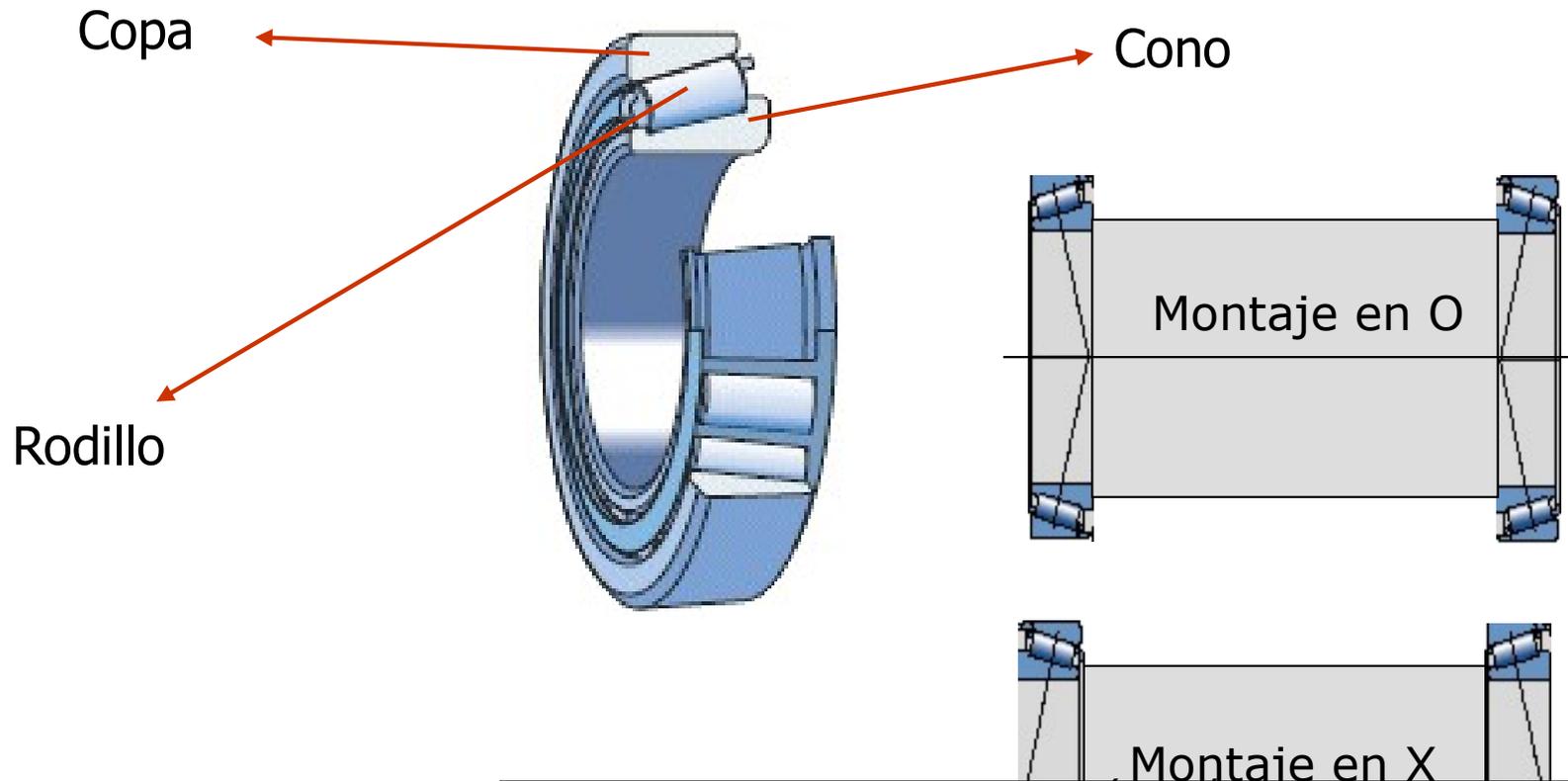
N=	1430	rpm
N=	85800	revxhora
L(h)	16.514	horas

# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 9. EJEMPLOS

- Montaje cilindros cónicos

Montaje de dos rodamientos cónicos con sentidos contrario para compensar el empuje axial generado por la fuerza radial.



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

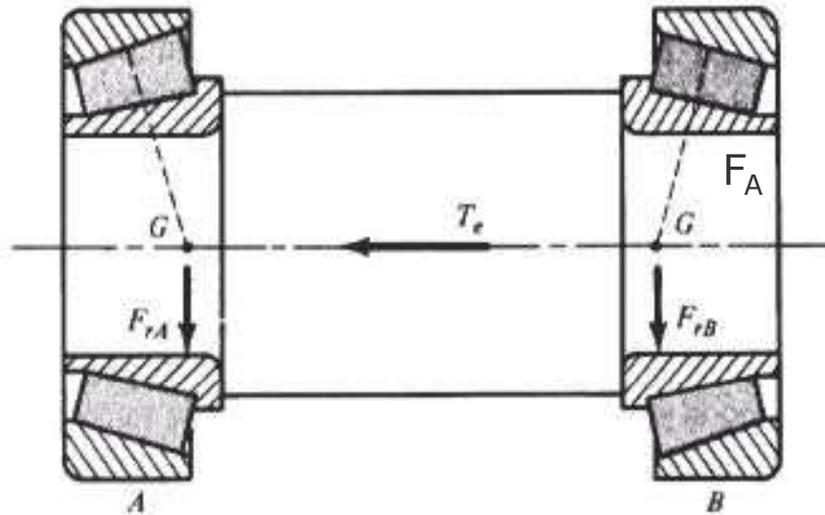
---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 9. EJEMPLOS

- Cilindros cónicos: Sometido a fuerza axial.
- ¿Fuerza radial equivalente?



- Carga dinámica equivalente

$$P = F_r \quad \text{cuando} \quad F_a / F_r \leq e$$

$$P = 0,4 \cdot F_r + Y \cdot F_a \quad \text{cuando} \quad F_a / F_r > e$$

### EJEMPLO DE CÁLCULO

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# EJEMPLO DE CÁLCULO

Montaje en X. Velocidad: 1500 rpm.

- Derecho (d=25 mm) :
- Izquierdo (d=28 mm) :

$$F_r = 2780 \text{ N} \quad F_a = 0$$

$$F_r = 3892 \text{ N} \quad F_a = 1112 \text{ N}$$

# COJINETES Y LUBRICACION

## 9. EJEMPLOS

- Cilindros cónicos: Sometido a fuerza axial.
- ¿Fuerza radial equivalente?

• Carga dinámica equivalente

$$P = F_r \quad \text{cuando } F_a / F_r \leq e$$

$$P = 0,4 \cdot F_r + Y \cdot F_a \quad \text{cuando } F_a / F_r > e$$

Shigley

$$F_e = 0.4F_r + K F_a$$

$$Y=K$$

$$X = 0,4 \text{ y } V = 1$$

Carga radial aro interior gira

bore	outside diameter	width	rating at 500 rpm for 3000 hours $L_{10}$		factor	eff. load center	part numbers		cone		cup		max housing fillet radius	width	backing shoulder diameters	
			one-row radial	thrust			cone	cup	max shaft fillet radius	width	backing shoulder diameters	backing shoulder diameters				
			N lbf	N lbf											K	a <sup>②</sup>
25.000 0.9843	52.000 2.0472	16.250 0.6398	8190 1840	5260 1180	1.56	-3.6 -0.14	◆30205	◆30205	1.0 0.04	15.000 0.5906	30.5 1.20	29.0 1.14	1.0 0.04	13.000 0.5118	46.0 1.81	48.5 1.91
25.000 0.9843	52.000 2.0472	19.250 0.7579	9520 2140	9510 2140	1.00	-3.0 -0.12	◆32205-B	◆32205-B	1.0 0.04	18.000 0.7087	34.0 1.34	31.0 1.22	1.0 0.04	15.000 0.5906	43.5 1.71	49.5 1.95
25.000 0.9843	52.000 2.0472	22.000 0.8661	13200 2980	7960 1790	1.66	-7.6 -0.30	◆33205	◆33205	1.0 0.04	22.000 0.8661	34.0 1.34	30.5 1.20	1.0 0.04	18.000 0.7087	44.5 1.75	49.0 1.93
25.000 0.9843	62.000 2.4409	18.250 0.7185	13000 2930	6680 1500	1.95	-5.1 -0.20	◆30305	◆30305	1.5 0.06	17.000 0.6693	32.5 1.28	30.0 1.18	1.5 0.06	15.000 0.5906	55.0 2.17	57.0 2.24
25.000 0.9843	62.000 2.4409	25.250 0.9941	17400 3910	8930 2010	1.95	-9.7 -0.38	◆32305	◆32305	1.5 0.06	24.000 0.9449	35.0 1.38	31.5 1.24	1.5 0.06	20.000 0.7874	54.0 2.13	57.0 2.24

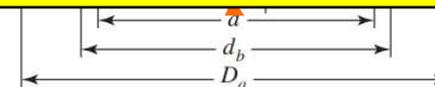
SINGLE-ROW STRAIGHT BORE

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

pronunciado.

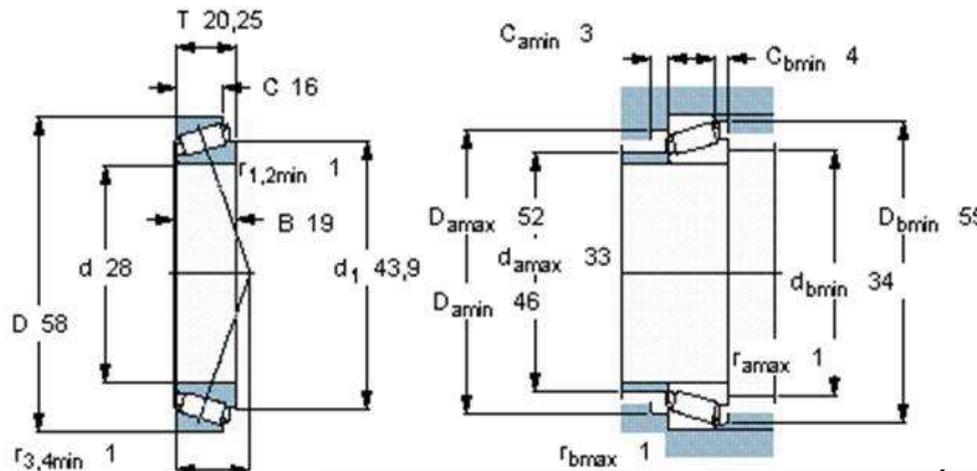


# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 9. EJEMPLOS

- Izquierdo (d=28mm). Montaje en X. Velocidad 1500 rpm

Dimensiones principales			Capacidades de carga		Carga límite de fatiga $P_u$	Velocidades		Masa	Designación
d	D	T	C	$C_0$		Velocidad de referencia	Velocidad límite		
mm			kN		kN	rpm		kg	-
28	58	20,25	41,8	50	5,5	8500	12000	0,25	322/28 BJ2/0



$$F_r = 3892 \text{ N} \quad F_a = 1112 \text{ N}$$

Factores de cálculo  
e 0,57  
Y 1,05

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

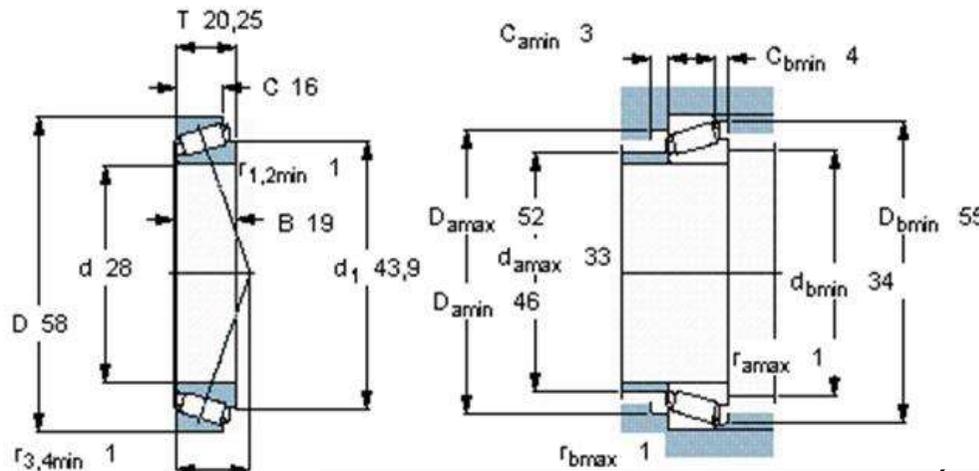
Cartagena99

# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 9. EJEMPLOS

- Derecho (d=25mm). Montaje en X. Velocidad 1500 rpm

Dimensiones principales			Capacidades de carga		Carga límite de fatiga $P_u$	Velocidades		Masa	Designación
d	D	T	C	$C_0$		Velocidad de referencia	Velocidad límite		
mm			kN		kN	rpm		kg	-
28	58	20,25	41,8	50	5,5	8500	12000	0,25	322/28 BJ2/0



$$F_r = 2780 \text{ N}$$

$$F_a = 0 \text{ N}$$

Factores de cálculo  
e 0,57  
Y 1,05

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

$$P_d = 2780 \text{ N}$$

# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 9. EJEMPLOS

Montaje en X. Velocidad: 1500 rpm.

- Izquierdo (d=28 mm) :  $F_r = 3892 \text{ N}$   $F_a = 1112 \text{ N}$
- Derecho (d=25 mm) :  $F_r = 2780 \text{ N}$   $F_a = 0 \text{ N}$

$$L(h) = \frac{10^6}{n(\text{rpm}) \cdot 60} \left( \frac{C}{P} \right)^{10/3} = \frac{10^6}{1500 \cdot 60} \left( \frac{41800}{4339,3} \right)^{10/3}$$

$$L_i(h) = 21132 \text{ horas}$$

$$L(h) = \frac{10^6}{n(\text{rpm}) \cdot 60} \left( \frac{C}{P} \right)^{10/3} = \frac{10^6}{1500 \cdot 60} \left( \frac{30800}{2780} \right)^{10/3}$$

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



# COJINETES Y LUBRICACIÓN $C = 30800N$

## 9. EJEMPLOS

$$F_r = 2780 \text{ N}$$

$$F_a = 0 \text{ N}$$

$$P_d = 2780N$$

$$P = F_r$$

$$\text{cuando } F_a / F_r \leq e$$

- Derecho (d=25mm). Montaje en X. Velocidad 1500 rpm

bore <b>d</b>	outside diameter <b>D</b>	width <b>T</b>	rating at 500 rpm for 3000 hours $L_{10}$		factor <b>K</b>	eff. load center <b>a<sup>②</sup></b>
			one-row radial <b>N lbf</b>	thrust <b>N lbf</b>		
25.000 0.9843	52.000 2.0472	16.250 0.6398	8190 1840	5260 1180	1.56	-3.6 -0.14
25.000 0.9843	52.000 2.0472	19.250 0.7579	9520 2140	9510 2140	1.00	-3.0 -0.12
25.000 0.9843	52.000 2.0472	22.000 0.8661	13200 2980	7960 1790	1.66	-7.6 -0.30
25.000 0.9843	62.000 2.4409	18.250 0.7185	13000 2930	6680 1500	1.95	-5.1 -0.20
25.000 0.9843	62.000 2.4409	25.250 0.9941	17400 3910	8930 2010	1.95	-9.7 -0.38

Rodamiento derecho	Movil	
d1		25 mm
ns		1500 rpm
Fr		2780 N
Fa		0 N
C10		8190 KN
Fi empuje		5260 N
Gira anillo interior		1
V		1
Fa/VFr		0,301282051
FI-fa=0,47*Fr/k		4422,435897
e		0,27
Fa/VFr<e		0,03
X		1
Y		-
XFr		2780 N
Yfa		- N
Feq = x·Fr + y·Fa		2780 N
Bolas		0
a		3,333333333
C=C10		8190 N
L10=L		36.654.758 revoluciones
Ni=ne		1500 rpm
Ne=ns		0 rpm
N=		1500 rpm
N=		9000 revxhora
L(h)=		407 horas

Rodamiento derecho	Movil	
d1		25 mm
ns		1500 rpm
Fr		2780 N
Fa		0 N
C10		17400 KN
Fi empuje		8930 N
Gira anillo interior		1
V		1
Fa/VFr		0,24
FI-fa=0,47*Fr/k		8.259,95
e		0,38
Fa/VFr<e		0,14
X		1
Y		-
XFr		2780 N
Yfa		0 N
Feq = x·Fr + y·Fa		2780 N
Bolas		0
a		3,333333333
C=C10		17400 N
L10=L		451.871.386 revoluciones
Ni=ne		1500 rpm
Ne=ns		0 rpm
N=		1500 rpm
N=		90000 revxhora
L(h)=		5.021 horas

$$(C)^a$$

$$F_e = 0.4F_r + KF_a \quad F_i = \frac{0.47F_r}{k}$$

$$F_e = 0.4F_r + KF_a \quad F_i = \frac{0.47F_r}{k}$$

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99



# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 9. EJEMPLOS

- Izquierdo (d=28mm). Montaje en X. Velocidad 1500 rpm

$$C = 41800$$

$$\frac{F_a}{F_r} = 0,68 \quad e = 0,57$$

$$F_r = 3892 \text{ N} \quad F_a = 1112 \text{ N}$$

$$Y = 1,05 \quad P_i = 4339,3 \text{ N}$$

$$P = 0,4 \cdot F_r + Y \cdot F_a$$

cuando  $F_a / F_r > e$

bore d	outside diameter D	width T	rating at 500 rpm for 3000 hours L <sub>10</sub>		factor K
			one-row radial N lbf	thrust N lbf	
28.575 1.1250	56.896 2.2400	19.845 0.7813	11600 2610	6560 1470	1.77
28.575 1.1250	57.150 2.2500	17.462 0.6875	11000 2480	6550 1470	1.69
28.575 1.1250	58.738 2.3125	19.050 0.7500	11600 2610	6560 1470	1.77
28.575 1.1250	58.738 2.3125	19.050 0.7500	11600 2610	6560 1470	1.77
28.575 1.1250	60.325 2.3750	19.842 0.7812	11000 2480	6550 1470	1.69
28.575 1.1250	60.325 2.3750	19.845 0.7813	11600 2610	6560 1470	1.77

Rodamiento derecho	Movil
d1	28 mm
ns	1500 rpm
Fr	3892 N
Fa	1112 N
C10	11600 KN
Fi empuje	6560 N
Gira anillo interior	1
V	1
Fa/VFr	0,551251009
FI-fa	2210,2452
X	0,4
Y	1,77
XFr	1556,8 N
Yfa	1.968,24 N
Feq = x·Fr + y·Fa	3.525,04 N
Bolas	1
a	3
C=C10	11600 KN
L10=L	35.635.415 revoluciones
Ni=ne	1500 rpm
Ne=ns	0 rpm
N=	1500 rpm
N=	90000 revxhora
L(h)=	396 horas

Rodamiento derecho	Movil
d1	28 mm
ns	1500 rpm
Fr	3892 N
Fa	1112 N
C10	11000 KN
Fi empuje	6560 N
Gira anillo interior	1
V	1
Fa/VFr	0,551251009
FI-fa	2210,2452
X	0,4
Y	1,69
XFr	1556,8 N
Yfa	1.879,28 N
Feq = x·Fr + y·Fa	3.436,08 N
Bolas	1
a	3
C=C10	11000 KN
L10=L	32.808.642 revoluciones
Ni=ne	1500 rpm
Ne=ns	0 rpm
N=	1500 rpm
N=	90000 revxhora
L(h)=	365 horas

$$F_e = 0.4F_r + KF_a \quad F_i = \frac{0.47F_r}{K} \quad F_e = 0.4F_r + KF_a \quad F_i = \frac{0.47F_r}{K}$$

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

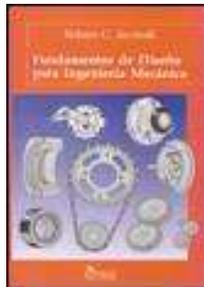


# COJINETES Y LUBRICACIÓN

## 10. BIBLIOGRAFÍA



*J.E. Shigley y C. Mischke, McGraw Hill, 2002.*  
*DISEÑO EN INGENIERÍA MECÁNICA, 6ª Ed.*  
*ISBN: 9701036468*



*R. C. Juvinall, Ed. Limusa, 1991.*  
*FUNDAMENTOS DE DISEÑO PARA INGENIERÍA MECÁNICA*  
*ISBN: 968-18-3836-X*



*Bernard J. Hamrock et al., McGraw-Hill, Inc., 1999.*

*J.I. Pedrero, UNED, 2005.*  
*TECNOLOGÍA DE MÁQUINAS (TOMO 1)*  
*ISBN: 8436251253*



*R. L. Norton, Prentice Hall, 1999.*  
*DISEÑO DE MÁQUINAS*  
*ISBN : 970-17-0257-3*



# Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70