



## HUSILLOS A BOLAS

## 2.1 TIPO DE RETORNO

Los husillos a bolas NEFF, se componen básicamente de cuatro elementos de acción: El husillo y la tuerca son las pistas interior y exterior, las bolas, los cuerpos de rodadura y transmisión, y los deflectores las piezas de transferencia.

Con esta rodadura se consigue un rozamiento casi nulo, rendimiento muy elevado y gran seguridad de funcionamiento. Este tipo de retorno de bolas patentado reduce al mínimo el espesor de las tuercas, al no existir proyecciones exteriores.

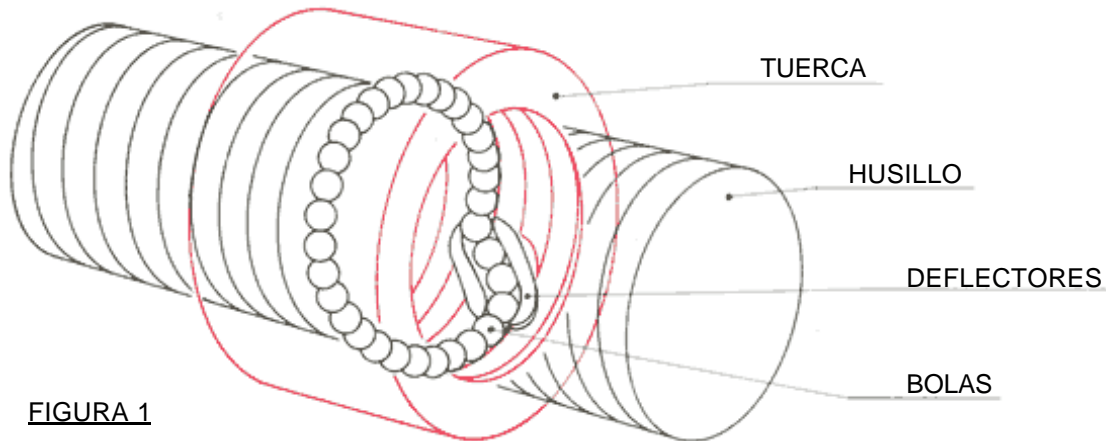


FIGURA 1

## 2.2 PERFIL DE ROSCA

Los husillos a bolas NEFF, son fabricados con una estudiada sección de rosca, para obtener la máxima capacidad de carga. Las dos pistas, husillo y tuerca, tiene un perfil de rosca ojival, con arco gótico. Bajo condiciones de carga, el desplazamiento axial determina el ángulo de contacto de fuerzas  $B_c$  en dos puntos de contacto  $F$  opuestos, y la holgura axial  $j_L$ , equivalente a la holgura radial  $j_T$ .

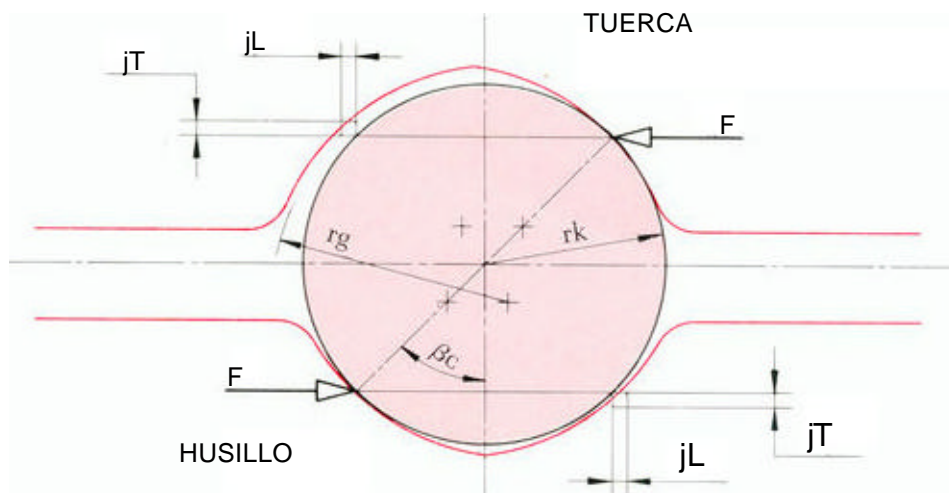


FIGURA 2

## 2.3 PROTECTORES DE ROSCA

Los husillos a bolas NEFF, se suministran con protectores de rosca en cada extremo de las tuercas, para evitar la entrada de cuerpos extraños o de productos agresivos. Se fabrican con el perfil adaptado a la rosca del husillo y el material empleado es un polietrafluoretileno (P.T.F.E.) de altas propiedades químicas y mecánicas.

## 2.4 MATERIAL DE LAS PIEZAS

Los husillos a bolas NEFF, se fabrican con aceros especiales templados, que garantizan el máximo rendimiento. Salvo necesidades particulares, los husillos solamente se templean en su longitud roscada, dejando las puntas con la dureza original del material. La FIGURA 3 refleja los materiales normalizados de cada componente con sus equivalencias aproximadas.

PARTE	MATERIAL-EQUIVALENCIAS						TRATAMIENTO	DUREZA HRc
	IHA	DIN	AFNOR	UNI	EN	AISI		
HUSILLO	F1152	CF55	XC-55	C50	EN9	1055	TEMPLE POR INDUCCION	58÷62
TUERCA	F158	20MnCr5	16Nc6	9NCD	EN320	8620	CARBURACION TEMPLE REVENIDO	60÷62
BOLAS	F131	100Cr6	100C6	100C6	EN31	52100		62÷65

**FIGURA 3 TABLA MATERIALES**

## 2.5 LUBRICACION

Los husillos a bolas deben funcionar siempre lubricados, para mantener bajo el coeficiente de rozamiento, y proteger contra la oxidación. El medio empleado puede ser aceite o grasa, aunque recomendamos el aceite, que puede extraer el calor producido. No debe existir presión del lubricante en el interior de las tuercas pues produciría fricciones y aumento de temperatura. Cuando se utilice aceite con evacuación suficiente, la aportación necesaria puede estimarse entre 10 y 200 cm<sup>3</sup>/hora según el tamaño de las tuercas.

En la lubricación con grasa, se preferiran las de base de jabón de litio y en ningún caso lubricantes que contengan aditivos de bisulfuro de molibedno o grafito. La viscosidad, cuyo grado estara en cada caso en función de la temperatura, cargas, velocidad, etc, se indica aproximadamente en la tabla FIGURA 4.

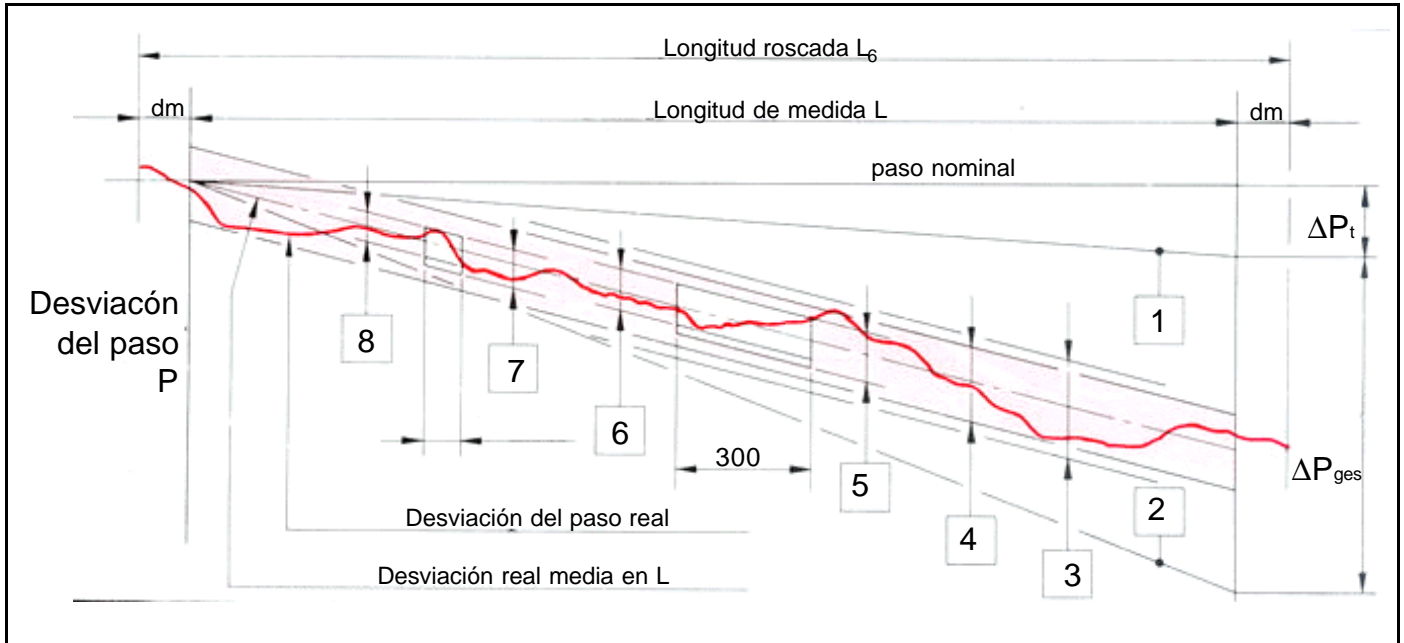
VELOCIDAD min <sup>-1</sup>	CLASE DE VISCOSIDAD SEGUN DIN 51519	VISCOSIDAD CINEMATICA cSt a 40° C
20	ISO VG 680	748÷ 612
	ISO VG 220	242÷198
80	ISOVG 460	506÷414
	ISO VG 100	110÷ 90
250	ISO VG 150	165÷135
	ISO VG 68	74÷62
800	ISO VG 100	110÷90
	ISO VG 32	35÷29
1 .600	ISO VG 46	50÷ 42
	ISO VG 10	11÷9

**FIGURA 4 TABLA DE VISCOSIDAD ORIENTATIVA**

**3.1 DESVIACIONES DEL PASO**

La desviación del paso sobre su valor nominal es una de las características importantes de los husillos a bolas, la desviación teórica  $P_t$  la indica el cliente, referida a toda la longitud roscada, en base a la aplicación concreta de cada husillo.

Generalmente esta desviación se fabrica negativa, calculada para permitir los alargamientos debidos a la temperatura, tensado del husillo, y cargas externas.


**FIGURA 5 GRAFICO DE DESVIACIONES DE PASO**

- 1.- Límite superior de la desviación  $\Delta P_{ges}$  en la longitud  $L$ , desde la desviación teórica  $\Delta P_t$
- 2.- Límite inferior de la desviación  $\Delta P_{ges}$
- 3.- Tolerancia ancho de la banda  $\Delta P_B$  en la longitud  $L$
- 4.- Ancho de la banda real en la longitud  $L$
- 5.- Tolerancia del paso  $\Delta P_{300}$
- 6.- Desviación del paso real en 300 mm.
- 7.- Tolerancia desviación  $\Delta P_G$  en un paso.
- 8.- Desviación real en un paso

**3.2. TOLERANCIA DEL PASO**

En la tabla FIGURA 6 se indica la tolerancia de cada desviación según el proyecto de norma DIN 69051. Todos los valores están en función del GRADO DE PRECISION y los correspondientes a  $\Delta P_{ges}$  y a  $\Delta P_B$  se calculan con las fórmulas al pie, dependiendo de la longitud roscada y el exponente  $x$ .

POS	SIMBOLO	DESCRIPCION	5	GRADO DE PRECISION		
				10	25	50
G1	$\Delta P_{300}$	Desviación del paso en 300mm de longitud	0,005	0,01	0,025	0,05
G2	$X_1$	Exponente desviación del paso en longitud media $(1)X_1=$	0,8	0,8	0,8	0,8
G3	$X_2$	Exponente ancho de banda en longitud de medida $(2)X_2=$	0,6	0,6	0,6	0,6
G4	$\Delta P_{G/G}$	Desviación de paso a paso	0,004	0,005	0,006	-
G5	$\Delta P_G$	Desviación en un paso	0,004	0,005	0,006	-

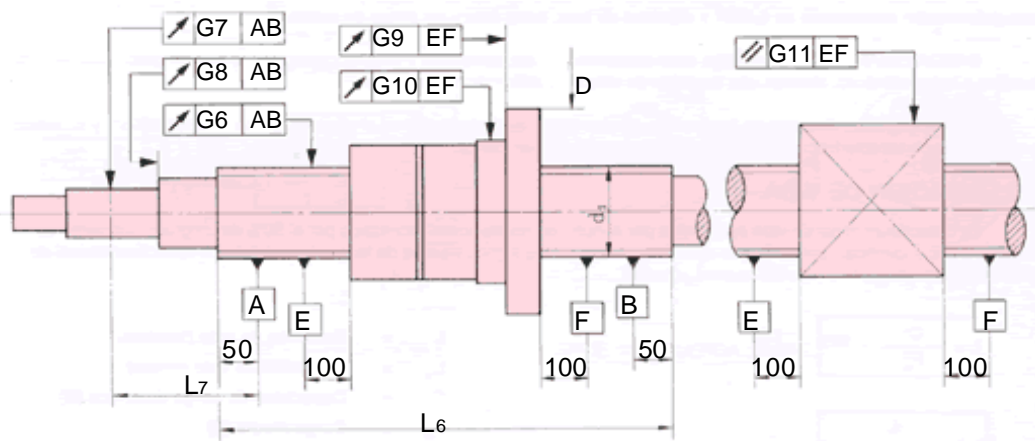
**FIGURA 6 TABLA DE TOLERANCIAS DEL PASO**

$$(1) \text{ Tolerancia } \Delta P_{ges} \text{ de la desviación del paso en la longitud medida } L = \Delta P_{300} \left( \frac{L}{300} \right)^{X_1}$$

$$(2) \text{ Tolerancia } \Delta P_B \text{ de ancho de banda en la longitud medida } L = \Delta P_{300} \left( \frac{L}{300} \right)^{X_2}$$

### 3.3. TOLERANCIAS DE POSICION

En los husillos a bolas, la precisión geométrica de los elementos aseguran una rotación perfecta del conjunto husillo-tuerca. En la tabla FIGURA 7 se determinan las tolerancias de fabricación, según el proyecto norma DIN 69051 .



POS	SIMBOLO	DESCRIPCION	GRADO DE PRECISION				
			5	10	25	50	
G6		Defecto de Redondez Husillo en L6	Hasta 500	0,015	0,02	0,03	0,05
			De 500 a 1.000	0,02	0,025	0,04	0,08
			De 1000 a 2 000	0,03	0,035	0,05	0,1
			Mas de 2 000	0,04	0,05	0,06	0,15
G7		Defecto de Redondez Apoyo de rodamiento en L7	Hasta 300	0,012	0,02	0,025	0,04
			De 300 a 500	0,015	0,02	0,03	0,05
			De 500 a 1.000	0,02	0,025	0,04	0,08
			De 1.000 a 2.000	0,03	0,035	0,05	0,1
G8		Defecto de perpendicularidad tope rodamiento	0,005	0,005	0,01	0,01	
G9		Defecto de Perpendicularidad Tope tuerca en D	Hasta 80	0,015	0,02	0,03	-
			De 80 a 160	0,02	0,025	0,035	-
			Mas de 160	0,025	0,035	0,040	-
G10		Defecto de redondez tuerca	0,015	0,025	0,035	-	
G11		Defecto de paralelismo tuerca en 100 m.m.	0,02	0,025	0,03	-	
G12	-	Desviación de precarga en % (1)	±15	±20	± 20	-	

FIGURA 7 TABLA DE TOLERANCIAS DE POSICION

(1) Condiciones de precarga: Sin protectores. Con velocidad de 100 min.<sup>-1</sup>

4.1 CAPACIDADES DE CARGA

CARGA ESTATICA Co: Es la carga axial concéntrica al eje, aplicable al conjunto en régimen de reposo, que produce una deformación permanente de 0,0001 x diámetro de bola, entre ésta y las pistas de rodadura.

CARGA DINAMICA C: Es la carga axial concéntrica al eje, constante y unidireccional, con la que un grupo suficiente de husillos a bolas idénticos, alcanza una duración de vida de 1 millón de revoluciones.

Las capacidades de carga de los husillos a bolas NEFF están basadas en el proyecto de norma DIN 69051 , y se indican en las tablas de características y dimensiones, para cada tipo de tuercas.

4.2 DURACION DE VIDA

La duración nominal de vida es definida por el num. de revoluciones alcanzado por el 90% de un grupo suficiente de husillos a bolas idénticos, antes de que aparezcan los primeros signos visibles de fatiga de material. La duración nominal de vida está expresada por L (vueltas) o por L<sub>h</sub> (horas)

$$L = \frac{C^3}{F_m^3} \cdot 10^6 \quad 1$$

$$L_h = \frac{L}{n_m \cdot f_n \cdot 60} \quad 2$$

$$C = 0,01 (L_h \cdot F_m^3 \cdot n_m \cdot f_n \cdot 60)^{1/3} \quad 3$$

L = Duración de vida (Vueltas)  
 L<sub>h</sub> = Duración de vida (horas)  
 C = Capacidad de carga dinámica (N)  
 F<sub>m</sub> = Carga media (N)  
 n<sub>m</sub> = Velocidad media (min<sup>-1</sup>)  
 f<sub>n</sub> = Factor de utilización  
 f<sub>n</sub> =  $\frac{\text{Funcionamiento del husillo}}{\text{Funcionamiento de la máquina}}$

f<sub>n</sub> = 0,25 ÷ 0,75 (en máquina herramienta)

4.3 VELOCIDAD Y CARGAS MEDIAS

En el ciclo de trabajo de una máquina, la velocidad y la carga pueden ser variables. Para calcular la duración de vida, se aplican los valores promedio como sigue.

Con velocidad variable (FIGURA 8). La velocidad media n<sub>m</sub> es:

$$n_m = \frac{q_1}{100} \cdot n_1 + \frac{q_2}{100} \cdot n_2 + \frac{q_3}{100} \cdot n_3 + \dots \quad 4$$

Con carga variable y velocidad constante (FIGURA 9) la carga media F<sub>m</sub> es:

$$F_m = (F_1^3 \cdot \frac{q_1}{100} + F_2^3 \cdot \frac{q_2}{100} + F_3^3 \cdot \frac{q_3}{100} + \dots)^{1/3} \quad 5$$

Con carga variable y velocidad variable (FIGURA 9) la carga media F<sub>m</sub> es:

$$F_m = (F_1^3 \cdot \frac{n_1}{n_m} \cdot \frac{q_1}{100} + F_2^3 \cdot \frac{n_2}{n_m} \cdot \frac{q_2}{100} + F_3^3 \cdot \frac{n_3}{n_m} \cdot \frac{q_3}{100} + \dots)^{1/3} \quad 6$$

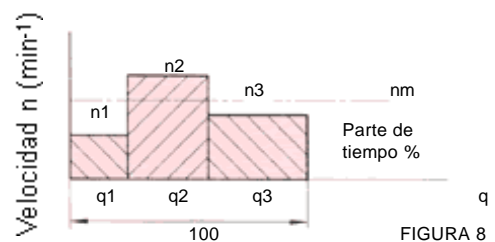


FIGURA 8

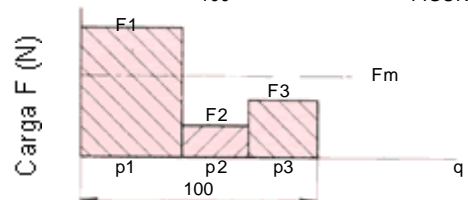


FIGURA 9

## 4.4 CARGA VIDA. EJEMPLO DE CALCULO

Deseamos conocer el tipo de husillo necesario y su duración de vida, para el accionamiento de una máquina con las siguientes condiciones de trabajo;

Carga máxima $F_1 = 38.000 \text{ N}$ ;	Velocidad $n_1 = 30 \text{ min}^{-1}$	Tiempo $q_1 = 20\%$
Carga normal $F_2 = 15.000 \text{ N}$ ;	Velocidad $n_2 = 80 \text{ min}^{-1}$	Tiempo $q_2 = 50\%$
Carga mínima $F_3 = 8.000 \text{ N}$ ;	Velocidad $n_3 = 300 \text{ min}^{-1}$	Tiempo $q_3 = 30\%$

Vida que se desea para la máquina = 20.000 horas de trabajo.

Funcionamiento del husillo = 50% del tiempo de la máquina.

Husillo previsto =  $d_m 50 \div 63$ ; Paso 10.

Secuencia de cálculos:

a.- Velocidad media 
$$n_m = \frac{q_1}{100} \cdot n_1 + \frac{q_2}{100} \cdot n_2 + \frac{q_3}{100} \cdot n_3 + \dots$$
 (fórmula 4)

$$n_m = \frac{20}{100} \cdot 30 + \frac{50}{100} \cdot 80 + \frac{30}{100} \cdot 300 = 136 \text{ min}^{-1}$$

b.- Carga media 
$$F_m = \left( F_1^3 \frac{n_1}{n_m} \frac{q_1}{100} + F_2^3 \frac{n_2}{n_m} \frac{q_2}{100} + F_3^3 \frac{n_3}{n_m} \frac{q_3}{100} + \dots \right)^{1/3}$$
 (fórmula 6)

$$F_m = \left( 38000^3 \frac{30}{136} \frac{20}{100} + 15000^3 \frac{80}{136} \frac{50}{100} + 8000^3 \frac{300}{136} \frac{30}{100} \right)^{1/3} = 15.540 \text{ N}$$

c.- Factor de utilización  $f_n = \frac{50\%}{100\%} = 0,5$

d.- Capacidad de carga necesaria  $C = 0,01 (L_h \cdot F_m^3 \cdot n_m \cdot f_n \cdot 60)^{1/3}$  (fórmula 3)

$$C = 0,01 (20000 \cdot 15540^3 \cdot 136 \cdot 0,5 \cdot 60)^{1/3} = 67400 \text{ N}$$

En las tablas de dimensiones seleccionamos un montaje de husillo a bolas de  $d_m = 63$ ,  $P = 10$  y 3 circuitos, que tiene una capacidad de carga dinámica  $C$  de 72500 N, más alta que la calculada.

Comprobación de la vida con la capacidad  $C$  real:

a.- Duración de vida en vueltas 
$$L = \frac{C^3}{F_m^3} \cdot 10^6$$
 (fórmula 1)

$$L = \frac{72500^3}{15540^3} \cdot 10^6 = 101,54 \cdot 10^6 \text{ Vueltas}$$

f.- Duración de vida en horas 
$$L_h = \frac{L}{n_m \cdot f_n \cdot 60}$$
 (fórmula 2)

$$L_h = \frac{101,54 \cdot 10^6}{136 \cdot 0,5 \cdot 60} = 24900 \text{ Horas}$$

Resultando una duración superior a la deseada.

La velocidad crítica y la carga de columna deben ser comprobadas para el diámetro seleccionado, con los diagramas y apoyos de las FIGURAS 11 a 14.

4.5 RENDIMIENTO

En los husillos a bolas el coeficiente de rozamiento es muy bajo debido a la rodadura existente entre los elementos. Por este motivo se obtiene un rendimiento mecánico muy alto, bastante cercano al 100%. En la FIGURA 10, se indica la diferencia de rendimiento entre el husillo a bolas y el convencional trapecial.

- A = Husillo a bolas
- B = Rosca trapecial
- $\eta$  = Rendimiento
- $\alpha$  = Angulo de hélice
- $\mu$  = Rozamiento

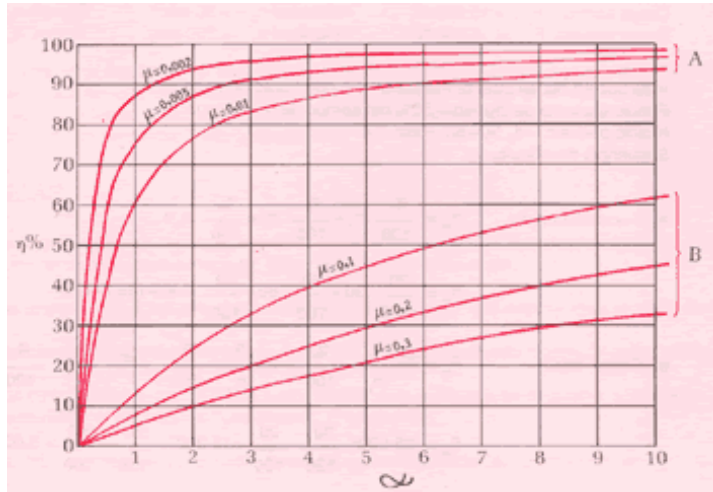


FIGURA 10 RENDIMINETO

4.6 PAR Y POTENCIA

Cuando se proyecta una máquina, uno de los factores importantes es el par motor necesario para el accionamiento de los ejes. Hay que tener el máximo conocimiento posible de todos los valores de carga que influyen en los husillos, para seleccionar el motor adecuado. Hay dos sistemas principales de accionamiento, que varían en la forma de ataque al elemento motriz.

a.- Par necesario para desplazar al otro elemento (convertir giro en traslación)

$$M_a = \frac{F_{max} \cdot P \cdot S}{2000 \cdot \Pi \cdot \eta} \quad \boxed{7}$$

Potencia motriz necesaria

$$P_a = \frac{M_a \cdot n}{9550} \quad \boxed{8}$$

- $M_a$  = Par necesario (Nm)
- $F_{max}$  = Carga en punto máximo (N)
- $P$  = Paso de la rosca (mm.)
- $S$  = Factor de seguridad (1,25 ÷ 2)
- $\eta$  = Rendimiento mecánico (0,9)
- $P_a$  = Potencia motor (Kw)
- $n$  = Velocidad de giro (min )
- $M'_a$  = Par producido (Nm)
- $F_a$  = Fuerza aplicada (N)
- $\eta$  = Rendimiento mecánico (< 0,7)

b.- Par generado al aplicar una fuerza axial (convertir giro en traslación )

$$M_a = \frac{F_a \cdot P \cdot S \cdot \eta}{2000 \cdot \Pi} \quad \boxed{9}$$

## 4.7 VELOCIDAD CRITICA

Es importante que el husillo a bolas funcione a velocidad inferior a la de su frecuencia natural de vibración, en que aparecen fuerzas desequilibradas.

La velocidad crítica de un husillo está en función de su diámetro, longitud y de los apoyos. En la FIGURA 11 se señalan las velocidades críticas de los ejes normalizados. Determinada esta velocidad a través del diagrama, se aplica un factor de corrección que depende del apoyo de los husillos.

La velocidad máxima es:

$$n_{ad} = n_{cr} \cdot f_c \cdot 0,8$$

10

$n_{ad}$  = Velocidad máxima permitida (min<sup>-1</sup>)

$n_{cr}$  = Velocidad crítica (min<sup>-1</sup>)

$f_c$  = Factor de corrección de apoyos

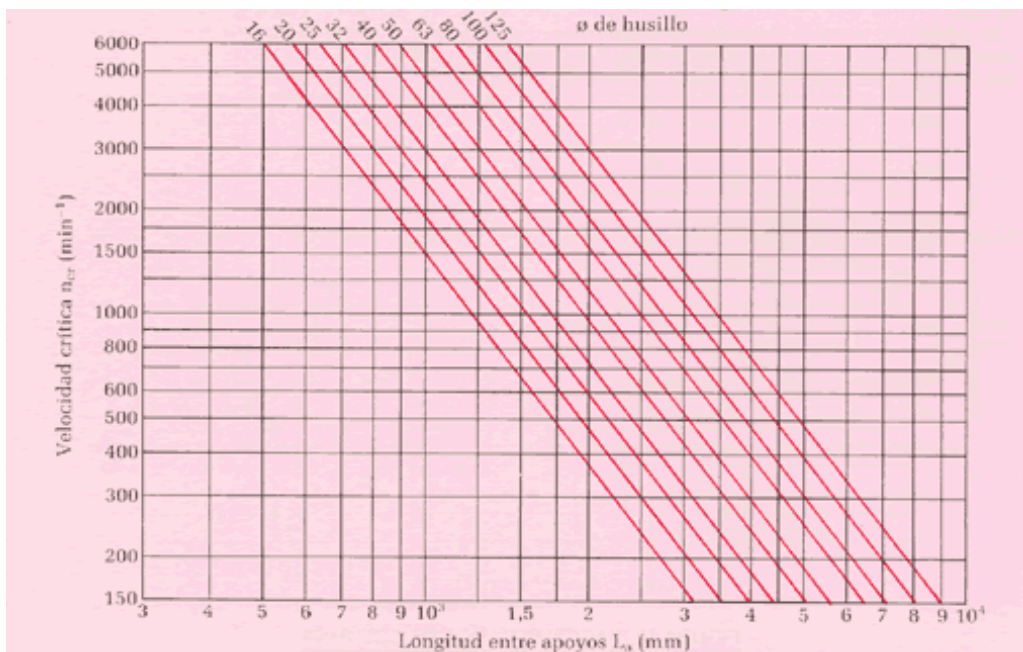


FIGURA 11 DIAGRAMA VELOCIDAD CRITICA

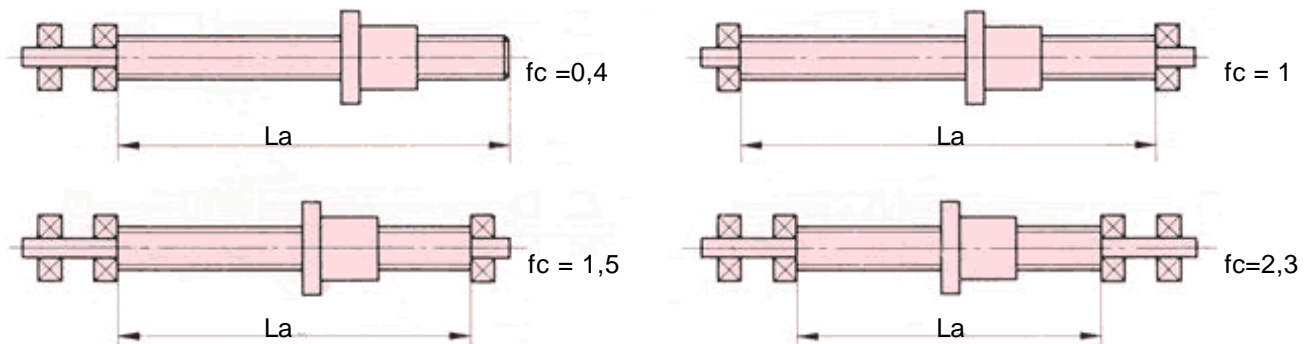


FIGURA 12 APOYOS VELOCIDAD CRITICA

**4.8 CARGA DE COLUMNA**

Cuando una carga de compresión actúa sobre un husillo a bolas, éste puede fallar por pandeo antes de alcanzar la capacidad de carga estática  $C_o$ . La carga de compresión que puede soportar un husillo depende de su diámetro, longitud y de los apoyos. A través del diagrama de la FIGURA 13 se determina la carga de columna, a la que aplicaremos la corrección debida al tipo de apoyos en los extremos según FIGURA 14.

La carga máxima es:

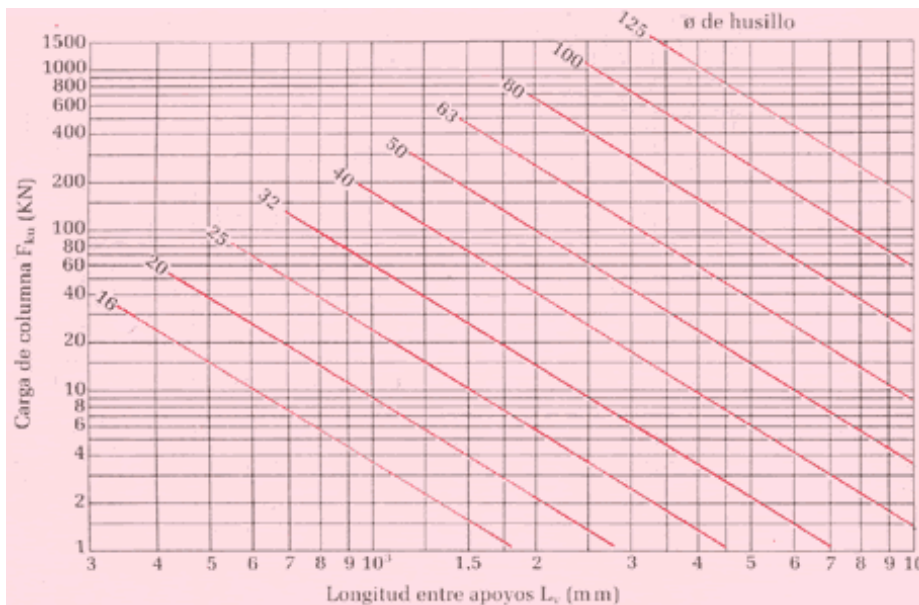
$F_{ad} = F_{ku} \cdot f_k \cdot 0,8$

11

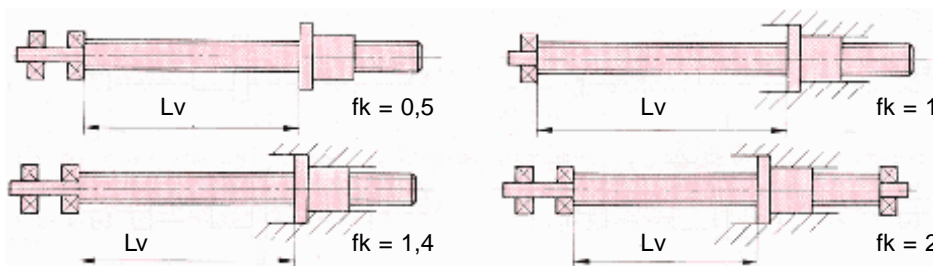
$F_{ad}$  = Carga máxima permitida  $\leq C_o$  (KN).

$F_{ku}$  = Carga de columna (KN).

$f_k$  = Factor de corrección apoyos.



**FIGURA 13 DIAGRAMA CARGA DE COLUMNA**



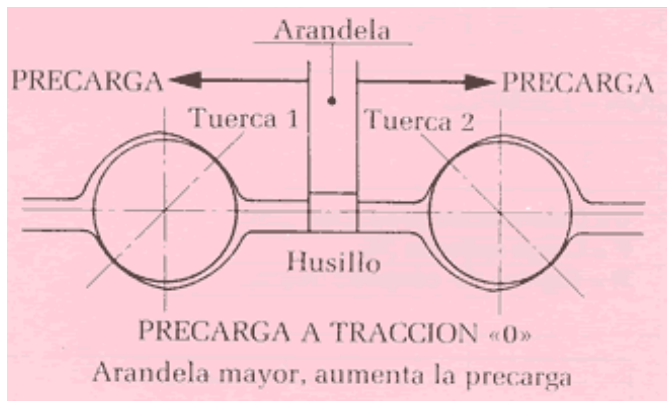
**FIGURA 14 APOYOS CARGA DE COLUMNA**

### 5.1 PRECARGA

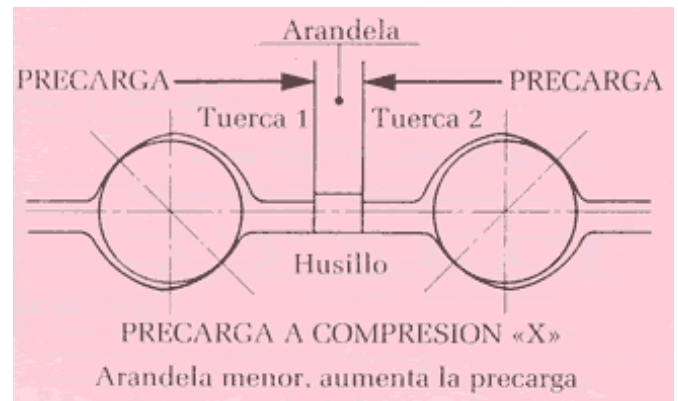
En los montajes de tuerca única, entre las bolas y los puntos de rodadura existe una holgura axial. En muchos casos es necesario anular esta holgura, para aumentar la precisión del posicionamiento y la rigidez del conjunto. Precargando dos tuercas se elimina esta holgura, y se reduce la deformación axial producida por la carga. La precarga debe ser indicada por el cliente, en función de las características del trabajo, cuyo valor recomendamos sea  $1/3$  de la carga media  $F_m$ . Siempre que no se indica este valor, los husillos a bolas NEFF se suministran con una precarga normalizada igual al 10% de la carga dinámica  $C$  para cada montaje.

### 5.2 TIPOS DE PRECARGA

Se utilizan dos tipos de sentido de precarga. En el de tracción, se separan las dos tuercas produciendo un esfuerzo de tracción en el husillo. Los aumentos de temperatura producen una disminución de la precarga. En el tipo de compresión, las tuercas se juntan, lo que produce que se incremente la precarga con aumentos de la temperatura del husillo. En los dos tipos, suministramos las arandelas de precarga cortadas en dos partes, lo cual facilita el reajuste de la precarga, evitando tener que desmontar las tuercas del husillo, operación siempre delicada.



**FIGURA 15**

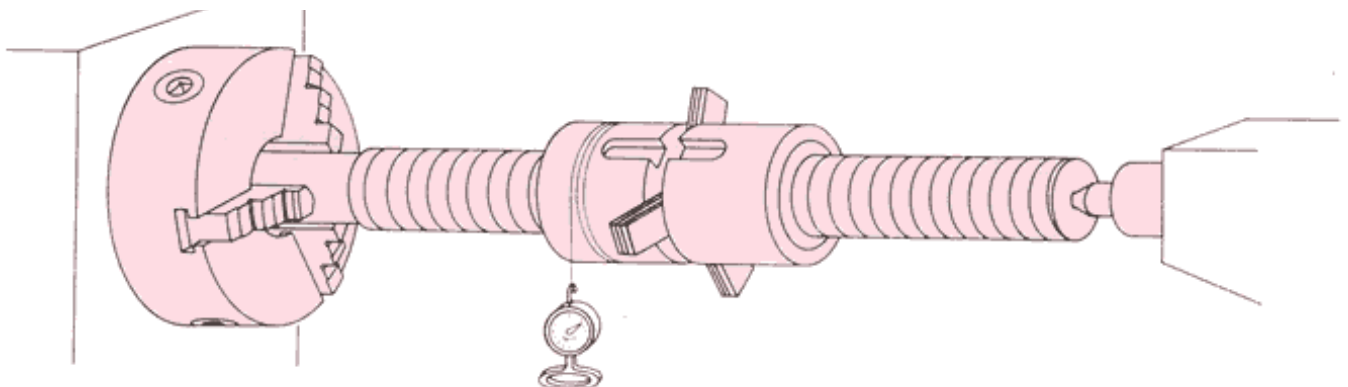


**FIGURA 16**

### 5.3 REAJUSTE DE LA PRECARGA

Para reajustar la precarga utilizar el siguiente procedimiento (FIGURA 17):

- 1.- Separar las dos tuercas y extraer las dos mitades de la arandela.
- 2.- Colocar galgas en tres puntos entre las tuercas, hasta dejar alineados los chaveteros. No forzar las tuercas si las galgas colocadas son muy gruesas.
- 3.- Medir el par de giro de las tuercas, y cambiar galgas hasta obtener el par deseado.
- 4.- Mecanizar la arandela al espesor de las galgas con que se ha medido dicho par.



**FIGURA 17**

6.1 RIGIDEZ AXIAL

En condiciones de trabajo se producen unas deformaciones que afectan a la estructura de la máquina, a los montajes de rodamientos y al conjunto husillo-tuerca. Rigidez es la relación existente entre la carga aplicada y la deformación que se produce. Las deformaciones en el husillo dependen de su esbeltez y de los apoyos, las de las tuercas son pequeñas, debido a su compacto tamaño. Las deformaciones en la zona de bolas se reducen, precargando las tuercas.

$$\delta = \frac{F}{R} \quad 12$$

$R_h$  = Rigidez del husillo (n/μm).  
 $R_t$  = Rigidez del cuerpo de tuercas (n/μm).  
 $R_z$  = Rigidez de la zona de las bolas (N/μm).  
 $R_{tz}$  = Rigidez del montaje de las tuercas (N/μm).

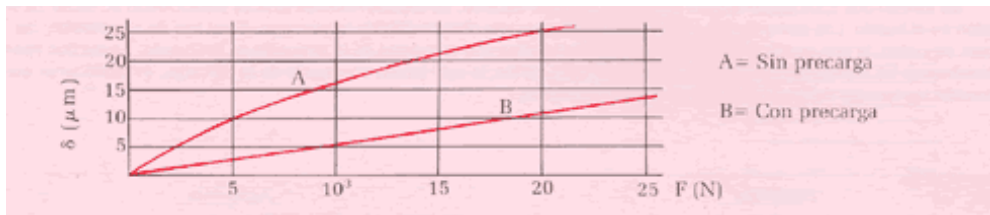


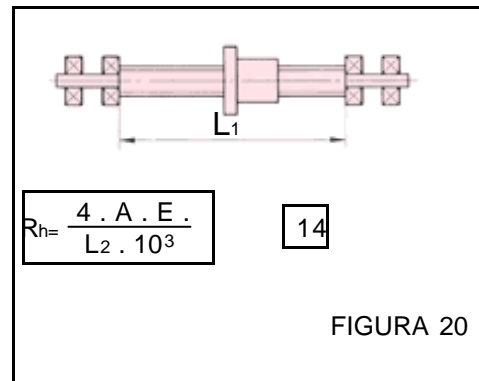
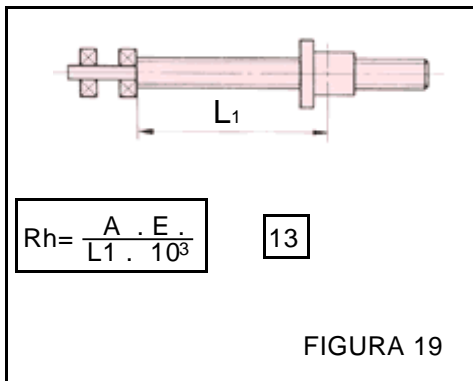
FIGURA 18 DEFORMACION - EJEMPLO

La rigidez del conjunto husillo tuerca:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_h} + \frac{1}{R_t} + \frac{1}{R_z} = \frac{1}{R_h} + \frac{1}{R_{tz}}$$

$\delta$  = Deformación producida (μm).  
 $F$  = Carga aplicada (N).  
 $R$  = Rigidez del conjunto (N/μm).

La rigidez se determina:



A = Sección del husillo (mm<sup>2</sup>).  
 E = Módulo de elasticidad (21 · 10<sup>4</sup> N/mm<sup>2</sup>).  
 L<sub>1</sub> - L<sub>2</sub> = Longitud entre apoyos (mm.)

La rigidez del montaje de tuercas  $R_{tz}$  sustituye a las del cuerpo de tuercas  $R_t$ , y de la zona de bolas  $R_z$ . (Esta última está indicada en las tablas de dimensiones)

La rigidez del montaje de tuercas:

$$R_{tz} \approx R_z \cdot 0,75 \quad 15$$

La rigidez total resultante:

$$R = \frac{R_h \cdot R_{tz}}{R_h + R_{tz}} \quad 16$$

## 6.2 EJEMPLOS DE SOPORTES

La elección de los rodamientos adecuados para soportar los husillos a bolas es de vital importancia para el correcto funcionamiento del conjunto. Las cargas de trabajo, precisión, engrase y especialmente temperaturas, son los principales factores que influyen en dicha elección, al proyectar el tipo de soportes. En las FIGURAS 21, 22, y 23 indicamos unos ejemplos de montajes característicos.

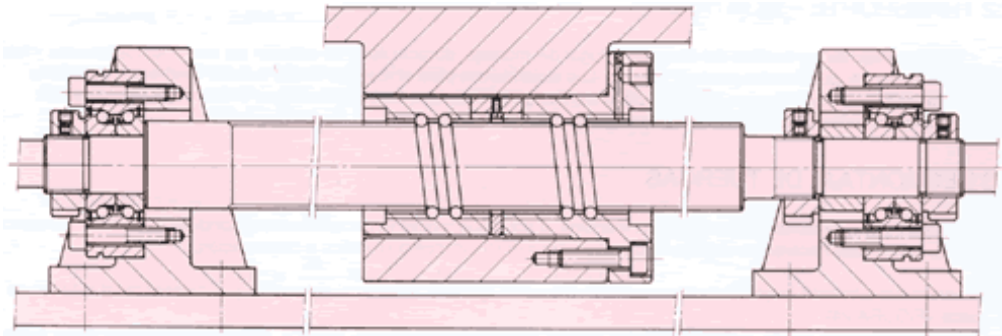


FIGURA 21

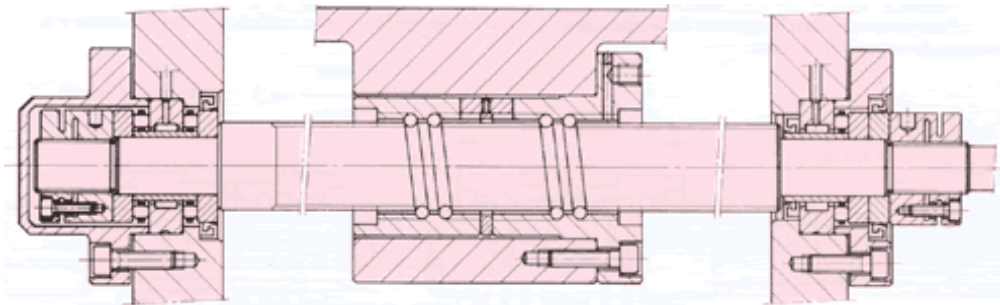


FIGURA 22

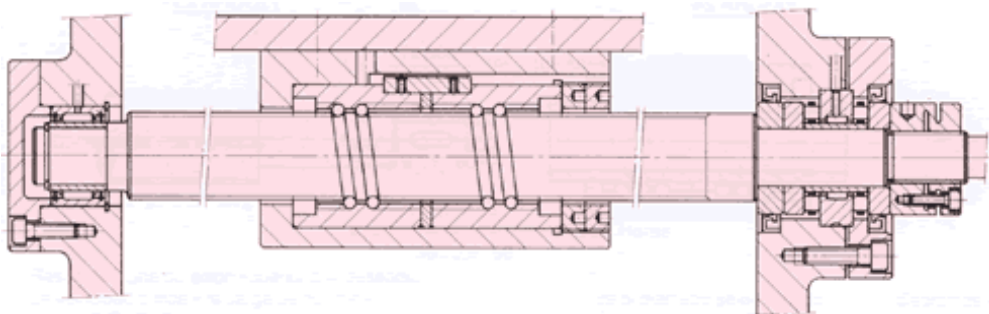


FIGURA 23

### 7.1 ALMACENAJE - MANTENIMIENTO

Los husillos a bolas NEFF se suministran lubricados con aceite, protegidos con una envoltura de papel VPI antioxidante y recubiertos con cinta plástica adhesiva, totalmente herméticos. Por tratarse de productos de precisión, deben ser manipulados con sumo cuidado, y almacenarse en locales secos y limpios, bien apoyados en varios puntos de su longitud, y con su embalaje original hasta el momento de ser montados.

### 7.2 TRANSPORTE - MONTAJE

En el manejo de los husillos del almacén al lugar del montaje, durante éste, se evitarán los movimientos bruscos y falsas posiciones de apoyo, que puedan producir pandeo. Los alojamientos para el montaje de las tuercas y extremos del husillo deben estar completamente limpios de polvo, pintura o cualquier impureza. Es importante que el husillo se monte con los soportes de rodamientos y tuercas perfectamente perpendiculares y alineados.

### 7.3 DESMONTAJE DE TUERCAS

Cuando por necesidades de montaje en máquina, o por algún motivo especial sea imprescindible desmontar las tuercas del husillo, esto puede hacerse con ayuda de un tubo para extracción, como se indica a continuación.

- 1.- Mecnizar un tubo más largo que las tuercas, con el agujero ajustado al terminal del husillo, y al exterior igual al fondo de rosca. (FIGURA 24)
- 2.- Colocar el tubo en el husillo, y desenroscar las tuercas hasta que se salgan de la rosca, quedando montadas sobre el tubo (FIGURA 25)
- 3.- Inmovilizar las tuercas en el tubo con cinta adhesiva, tira de goma u otro medio, para evitar que se desplacen y se salgan del tubo. En esta posición ya se puede retirar el paquete del tubo-tuercas. (FIGURA 26)

Para volver a montar las tuercas debe procederse a la inversa, teniendo especial cuidado con los protectores y al comienzo de entrada de la rosca.

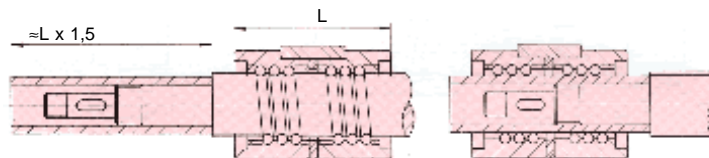


FIGURA 24

FIGURA 25

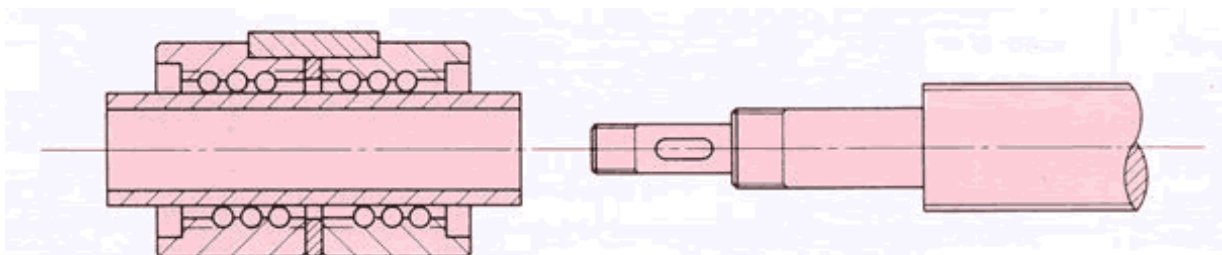
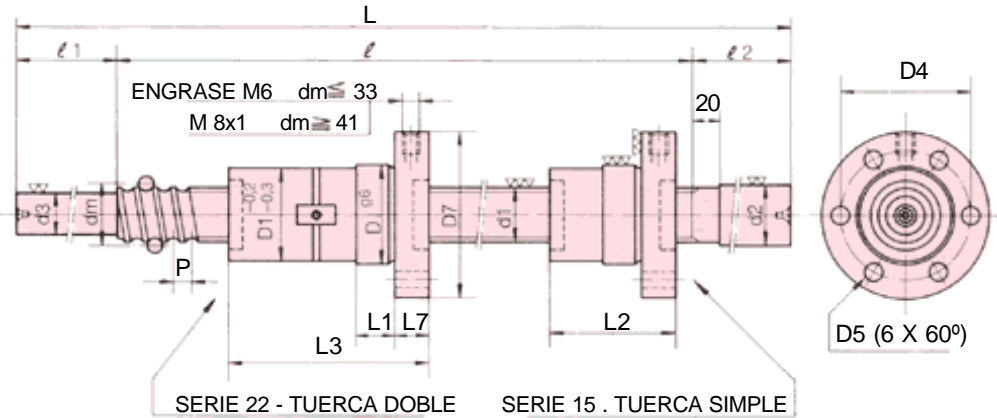


FIGURA 26

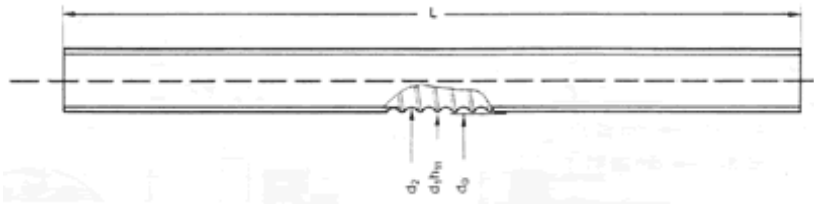


# CARACTERISTICAS DE LOS HUSILLOS A BOLAS "RECTIFICADOS" STANDARD

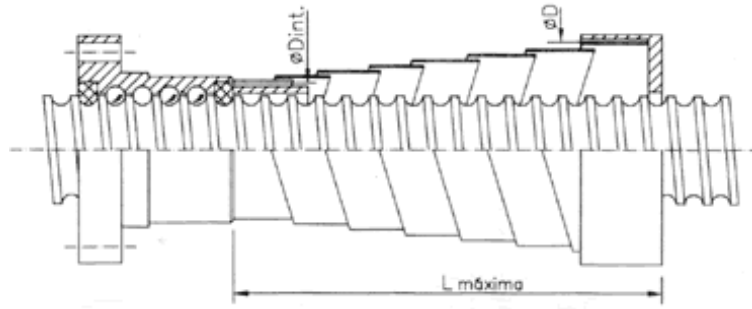
INDUSTRIAL **MAGZA** MEX (55) 53 63 23 31 MTY (81) 83 54 10 18  
 DIST. AUTORIZADO QRO (442) 1 95 72 60 ventas@industrialmagza.com



REFER: SERIE 22	TIPO			HUSILLO														TUERCA				CAPACIDAD DE CARGA(N)		RIGID. S.22 N/m
	dm	P	CIR.	d1	d2	d3	ℓ	ℓ1	ℓ2	L	D1	D4	D5	D7	L1	L2	L3	L7	C	Co				
22.205.62	20	5	3	18,6	19	15,7	300	60	260	620	33	45	6,6	58	10	48	83	14	21.200	28.200	825			
22.205.82							500			820														
22.255.72	26	5	3	24,6	25	21,7	400	60	260	720	38	50	6,6	63	10	48	83	14	22.300	37.600	1.000			
22.255.92							600			920														
22.325.12	33	5	4	31,6	32	28,7	800	100	360	1.260	48	60	6,6	73	10	53	94	14	29.900	68.600	1.525			
22.325.16							1.200			1.660														
22.321.12	33,2	10	3	31,6	32	28,1	800	100	360	1.260	48	60	6,6	73	16	70	130	14	32.300	60.600	1.285			
22.321.16							1.200			1.660														
22.405.16	41	5	5	39,6	40	36,7	1.000	150	500	1.650	56	68	6,6	80	10	59	105	14	37.200	109.000	2.350			
22.405.24							1.800			2.450														
22.401.16	41,7	10	3	39,6	40	35	1.000	150	500	1.650	63	78	9	95	16	78	138	18	53.800	101.800	1.560			
22.401.24							1.800			2.450														
22.501.18	50	10	5	47,9	48,3	43,3	1.000	200	600	1.800	72	90	11	110	16	100	182	18	81.000	210.000	3.000			
22.501.28							2.000			2.800														
22.501.38							3.000			3.800														
22.631.18	63	10	5	60,9	61,3	56,3	1.000	250	600	1.850	85	105	11	125	16	100	182	18	88.000	270.000	3.620			
22.631.28							2.000			2.850														
22.631.48							4.000			4.850														
22.632.18	63	20	3	60	62,5	49	1.000	250	600	1.850	115	140	14	162	25	-	195	35	141.000	233.000	2.800			
22.632.28							2.000			2.850														
22.632.48							4.000			4.850														



TIPO	DIMENSIONES (MM)					PESO KG / M	MOMENTO INERCIA Cm <sup>4</sup>	MOMENTO RESIST Cm <sup>3</sup>	MOMENTO POLAR Cm <sup>3</sup>	MOMENTO INERC. MASA Kg <sup>m</sup> <sup>2</sup> /m
	PASO	d <sub>0</sub>	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	L <sub>max</sub>					
KGS-1605	5	16	15,5	12,9	5600	1,26	0,135	0,211	0,422	3,13.10 <sup>-5</sup>
KGS-1610	10		15,4	13		1,26	0,140	0,216	0,431	3,21.10 <sup>-5</sup>
KGS-2005	5	20	19,5	16,9	5600	2,04	0,400	0,474	0,977	8,46.10 <sup>-5</sup>
KGS-2020	20		19,5	16,9		2,07	0,420	0,491	0,982	8,83.10 <sup>-5</sup>
KGS-2050	50		19,1	16,5		2,04	0,364	0,441	0,882	8,45.10 <sup>-5</sup>
KGS-2505	5	25	24,5	21,9	5600	3,33	1,13	1,03	2,06	2,25.10 <sup>-4</sup>
KGS-2510	10		24,5	21,9		3,33	1,13	1,03	2,06	2,25.10 <sup>-4</sup>
KGS-2525	25		24,5	22		3,33	1,15	1,05	2,09	2,25.10 <sup>-4</sup>
KGS-2550	50		24,5	21,9		3,33	1,13	1,03	2,06	2,25.10 <sup>-4</sup>
KGS-3205	5		32	31,5		28,9	5600	5,61	3,42	2,37
KGS-3210	10	32,7		27,3	5,60	2,77		2,02	4,04	6,28.10 <sup>-4</sup>
KGS-3220	20	31,7		27,9	5,61	2,97		2,13	4,26	6,40.10 <sup>-4</sup>
KGS-3240	40	30,9		28,3	5,61	3,15		2,23	4,74	6,40.10 <sup>-4</sup>
KGS-4005	5	40	39,5	36,9	5600	9,03	9,10	4,93	9,87	1,64.10 <sup>-3</sup>
KGS-4010	10		39,5	34,1		8,33	6,72	3,93	7,85	1,42.10 <sup>-3</sup>
KGS-4020	20		39,7	35,9		9,01	8,15	4,54	9,08	1,64.10 <sup>-3</sup>
KGS-4040	40		38,9	36,3		9,01	8,52	4,70	9,40	1,64.10 <sup>-3</sup>
KGS-5010	10	50	49,5	44,1	5600	13,48	18,7	8,45	17,0	3,71.10 <sup>-3</sup>
KGS-5020	20		49,5	44,1		13,5	18,6	8,42	16,48	3,70.10 <sup>-3</sup>
KGS-6310	10	63	62,5	57,1	5600	22,04	52,5	18,4	36,7	9,89.10 <sup>-3</sup>
KGS-6320	20		62,5	57,1		22,03	52,2	36,6	36,6	9,84.10 <sup>-3</sup>
KGS-8010	10	80	79,5	74,1	5600	36,41	149	40,1	80,2	2,69.10 <sup>-2</sup>

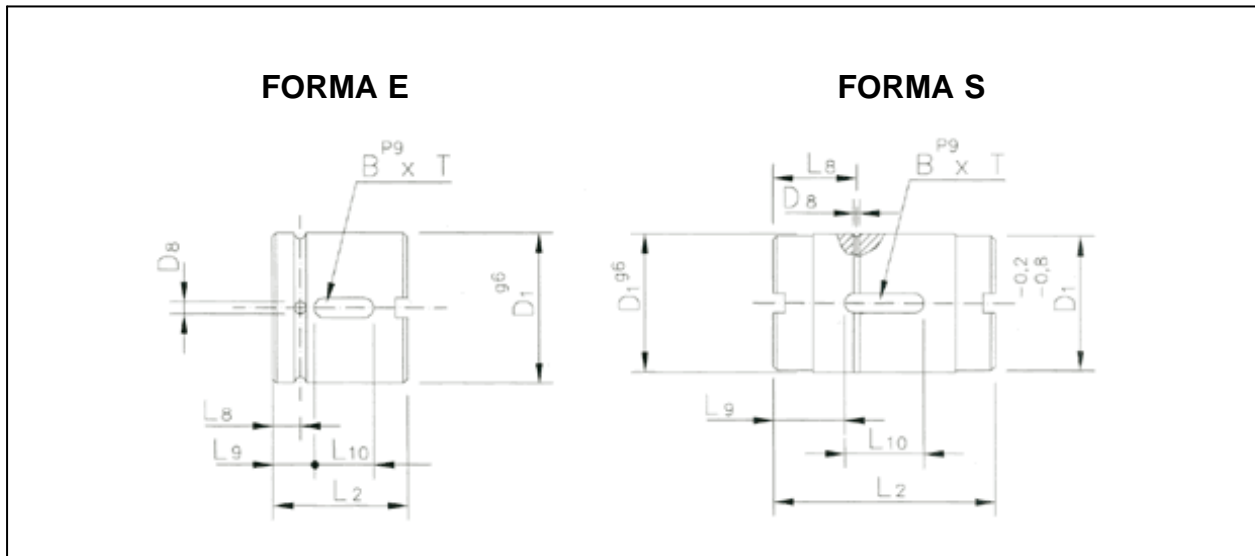


HUSILLO	ref.	ØD	HUSILLO	ref.	ØD	HUSILLO	ref.	ØD	HUSILLO	ref.	ØD
KGS 1605 1610	25/100/20	35	KGS 3205 3240	40/1500/100	78	KGS 4010 4040	55/550/60	75	KGS 5010 5020	65/2300/120	118
	25/150/20	38		40/1800/100	82		55/650/60	79		65/2500/120	123
	25/200/20	40		40/1800/120	82		55/750/60	83		65/2800/120	128
	25/250/20	44		40/2000/120	86		55/750/75	83		65/2800/150	132
	25/300/30	43		40/2200/120	91		55/900/75	89		65/3000/150	142
	25/350/30	46		50/150/30	63		55/1100/75	94		65/3000/180	136
	25/400/30	49		50/250/30	68		55/1100/100	83		65/3250/180	145
	25/450/40	48		50/250/50	62		55/1300/100	87		65/3250/200	138
KGS 2005 2020 2505	25/500/40	51	50/350/50	66	55/1500/100	94	65/3500/200	148	KGS 6310 6320	75/250/30	99
	30/150/30	39	50/450/50	70	55/1800/100	102	75/250/50	89			
	30/250/30	44	50/550/50	73	55/1700/120	96	75/350/50	94			
	30/350/30	49	50/550/60	68	55/1900/120	100	75/450/50	101			
	30/450/40	53	50/650/60	72	55/2100/120	105	75/550/60	99			
	30/550/40	58	50/750/60	76	55/2300/120	110	75/650/60	103			
KGS 3205 3240	30/650/50	55	50/750/75	78	55/2500/120	116	75/750/60	108	KGS 6310 6320	75/750/75	99
	30/750/50	59	50/900/75	84	55/2800/120	123	75/900/75	111			
	40/150/30	51	50/1100/75	90	55/2800/150	121	75/1100/100	108			
	40/250/30	56	50/1100/100	75	55/3000/150	126	75/1300/100	112			
	40/350/30	60	50/1300/100	79	55/3000/180	126	75/1500/100	120			
	40/450/40	63	50/1500/100	83	55/3250/180	130	75/1700/100	126			
	40/550/40	68	50/1800/100	94	55/3250/200	130	75/1800/120	122			
	40/350/50	55	50/1700/120	91	55/3500/200	137	75/2000/120	127			
	40/450/50	58	50/1900/120	95	65/250/30	85	75/2200/120	132			
	50/550/50	61	50/2100/120	100	65/250/50	76	75/2000/150	135			
	40/650/50	65	50/2300/120	105	65/350/50	83	75/2400/150	141			
	40/750/50	69	50/2500/120	111	65/450/50	88	75/2800/150	145			
	40/450/60	55	50/2800/120	118	65/550/60	88	75/2800/180	142			
	40/550/60	58	50/2800/150	118	65/650/60	92	75/3000/180	148			
	40/650/60	62	50/3000/150	123	65/750/60	95	75/3250/180	156			
	40/750/60	66	50/3000/180	123	65/750/75	93	75/3250/200	148			
	40/900/60	70	50/3250/180	128	65/900/75	99					
	40/650/75	62	50/3250/200	128	65/1100/75	107					
	40/750/75	66	50/3500/200	134	65/1100/100	95					
	40/900/75	72	KGS 4010 4040	55/150/30	68	65/1300/100	99				
40/1100/75	78	55/250/30		73	65/1500/100	108					
40/1300/75	84	55/250/50		66	65/1800/100	117					
40/1500/75	90	55/350/50		71	65/1700/120	106					
40/1000/100	66	55/450/50		74	65/1900/120	109					
40/1200/100	70	55/550/50		77	65/2100/120	113					

EJEMPLO: DESCRIPCION DE 1 PROTECTOR ESPIRAL SF-40/550/60

SF	40	550	60
TIPO	ØD interior	Lmáximo	Lmínimo





TIPO	FORMA	D1	D8	L2	L8	L9	L10	BxT	JUEGO AXIAL MAXIMO (mm.)	NUMERO CIRCUITOS	CARGAS C	(KN) Co
KGM-D 1605	E	28	3	34	7	7	20	5x2	0,08	3	12,5	12,7
KGM-D 1610	E	28	3	50	7	15	20	5x2	0,08	6	23,0	26,0
KGM-N 2005	E	32	3	34	7	7	20	5x2	0,08	3	14,0	17,0
KGM-D 2005	E	36	3	34	7	7	20	5x2	0,08	3	14,0	17,0
KGM-N 2020	S	35	1,5	30	11,5	9	12	5x3	0,08	4	12,0	19,2
KGM-N 2050	S	35	1,5	56	16	18	20	5x3	0,08	5	18,0	22,0
KGM-N 2505	E	38	3	34	7	7	20	5x2	0,08	3	15,0	22,4
KGM-D 2505	E	40	3	34	7	7	20	5x2	0,08	3	15,0	22,4
KGM-D 2510	E	40	3	45	7,5	12,5	20	5x2	0,08	3	17,5	25,0
KGM-D 2525	S	40	1,5	35	11,5	11	13	5x3	0,08	5	21,0	31,0
KGM-D 2550	S	40	1,5	58	17	19	20	5x3	0,2	5	22,5	29,5
KGM-N 3205	E	45	3	45	7,5	8	30	6x2,5	0,08	5	24,0	49,0
KGM-D 3205	E	50	3	45	7,5	8	30	6x2,5	0,08	5	24,0	49,0
KGM-N 3210	E	53	4	60	10	15	30	6x2,5	0,08	3	44,0	53,0
KGM-N 3220	E	53	3	70	7,5	20	30	6x2,5	0,08	4	42,5	61,0
KGM-N 3240	S	53	1,5	45	13	10	25	6x4	0,08	4	17,0	35,0
KGM-N 4005	E	53	3	45	7,5	8	30	6x2,5	0,08	5	26,0	63,5
KGM-D 4005	E	63	3	45	7,5	8	30	6x2,5	0,08	5	26,0	63,5
KGM-D 4010	E	63	4	60	10	15	30	6x2,5	0,08	3	50,0	70,0
KGM-D 4020	E	63	3	70	7,5	20	30	6x2,5	0,08	4	44,5	77,0
KGM-D 4040	S	63	1,5	85	15	27,5	30	6x3,5	0,08	8	42,0	93,0
KGM-N 5010	E	72	4	82	11	23	36	6x2,5	0,08	5	78,0	153,0
KGM-D 5010	E	75	4	82	11	23	36	6x2,5	0,08	5	78,0	153,0
KGM-N 5020	E	85	4	82	10	23	36	6x2,5	0,08	4	82,0	137,0
KGM-N 6310	E	85	4	82	11	23	36	6x2,5	0,08	5	86,0	200,0
KGM-D 6310	E	90	4	82	11	23	36	6x2,5	0,08	5	86,0	200,0
KGM-D 6320	E	95	4	82	10	23	36	6x2,5	0,08	4	85,0	170,0
KGM-N 8010	E	105	4	82	11	23	36	8x3,1	0,08	5	93,0	260,0