

4.3.3 AJUSTES

Concepto de ajuste

Concepto

Representación

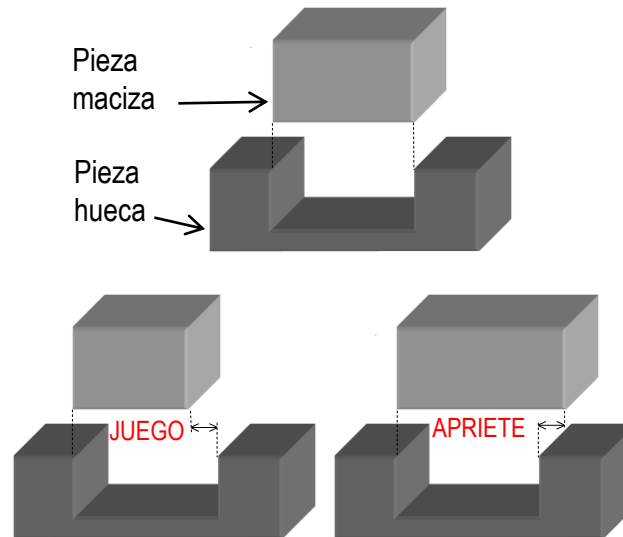
Selección

Conclusiones

Ajustes preferentes

Un ajuste está constituido por el ensamblaje de dos piezas de la misma medida nominal

Entre dos piezas reales que deben **encajar** (que comparten la misma medida nominal), siempre habrá errores de medida que darán lugar a dos situaciones diferentes:



Especificar un ajuste es asignar tolerancias a las medidas de ambas piezas para asegurar el comportamiento esperado del ensamblaje

Concepto de ajuste

Concepto

Representación

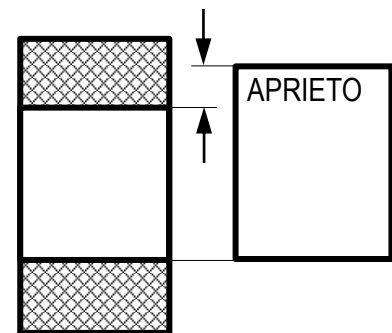
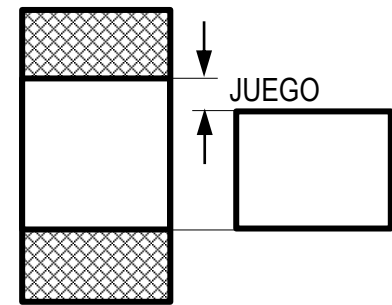
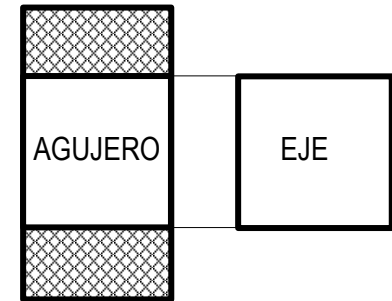
Selección

Conclusiones

Ajustes preferentes

El vocabulario básico de los ajustes es:

- ✓ Por tradición, al elemento macizo se le denomina **eje**, y al elemento hueco **agujero**
- ✓ La unión es **móvil** cuando la medida del 'agujero' es mayor que la del 'eje', porque existe holgura entre las piezas
- ✓ Se denomina **juego** a la diferencia entre la medida real del 'agujero' y medida real del 'eje'
- ✓ La unión es **fija** cuando la medida del 'agujero' es menor o igual que la del 'eje', porque el encaje de las piezas debe ser forzado
- ✓ Se define el **apriete** (o aprieto) como la diferencia entre la medida del 'eje' y la medida del 'agujero'



Representación de los ajustes

Concepto

Representación

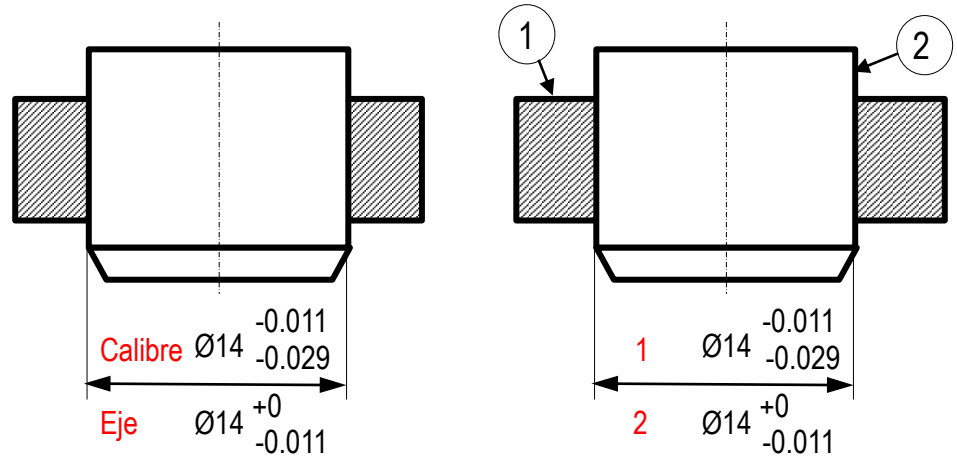
Selección

Conclusiones

Ajustes preferentes

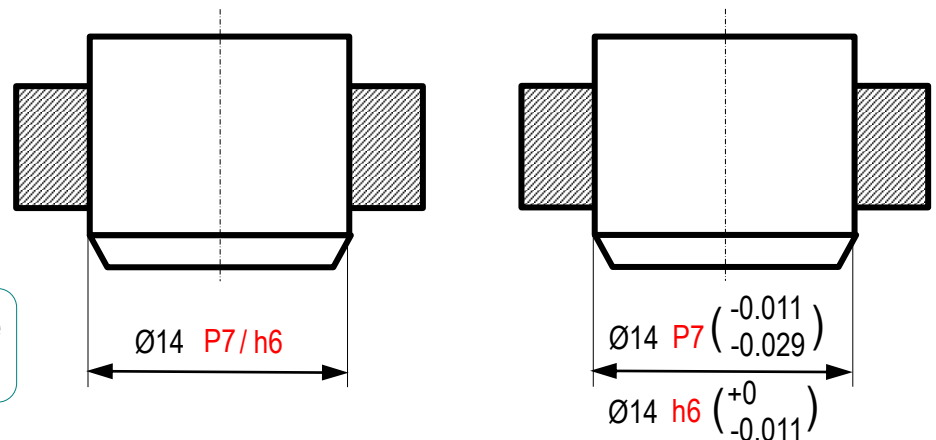
Los ajustes se indican preferentemente en la representación del ensamblaje

- ✓ Se acota la dimensión nominal de las dos piezas que encajan
- ✓ Se indica la tolerancia de ambas piezas
- ✓ Se indica la correspondencia entre tolerancias y piezas



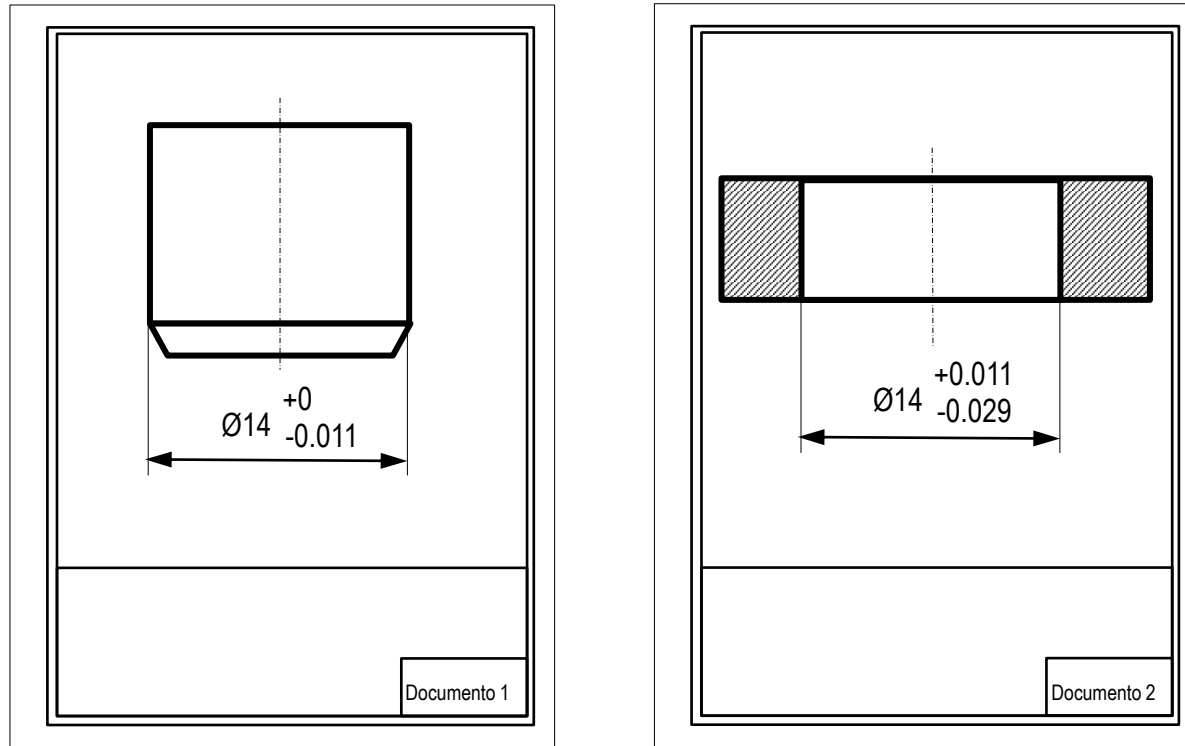
- ✓ Si se indican las tolerancias con códigos ISO, la correspondencia con las piezas es trivial

La letra mayúscula corresponde al agujero, y la minúscula al eje



Representación de los ajustes

Alternativamente, se acota cada una de las dos piezas que ajustan con la tolerancia correspondiente



Para mayor claridad, es común acotar tanto las piezas como el ensamblaje, pero en ese caso hay que garantizar que las cotas sean las mismas

Selección de ajustes

Concepto

Representación

Selección

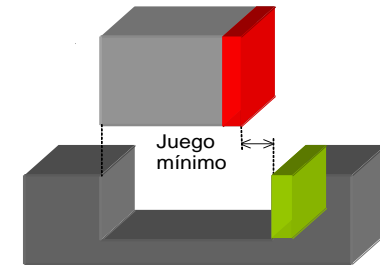
Conclusiones

Ajustes preferentes

Para **seleccionar** un ajuste hay que traducir las condiciones funcionales buscadas en tolerancias de las dos piezas que encajan

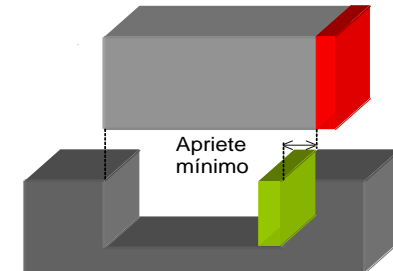
- ✓ Si la pieza maciza es siempre menor que la hueca, la unión se comporta con **juego**

Favorece el montaje de piezas que tienen que tener movimiento relativo



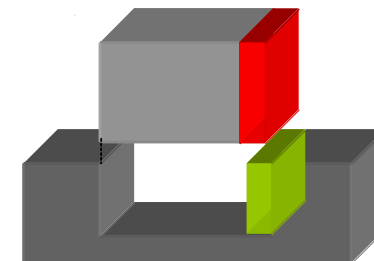
- ✓ Si la pieza maciza es siempre mayor que la hueca, la unión se comporta con **aprieto**

Favorece el montaje de piezas que tienen que quedar unidas solidariamente



- ✓ Si las zonas de tolerancia de ambas piezas se solapan, el resultado es **indeterminado**

Favorece el montaje de piezas que tienen que montarse con facilidad al tiempo que tienen poco movimiento relativo

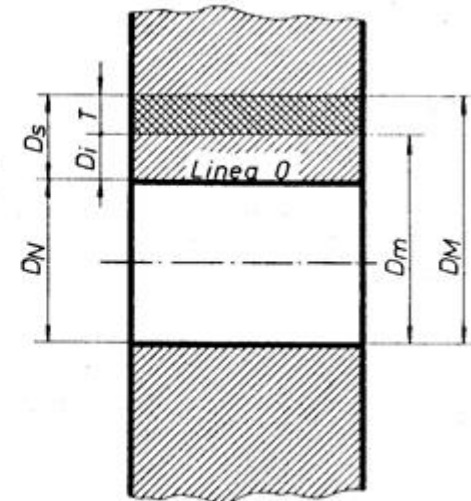
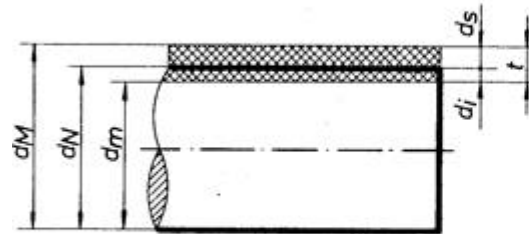


Selección de ajustes

Las fórmulas que permiten calcular un ajuste con **juego** son:

<u>Juego</u>	diferencia entre el diámetro efectivo del agujero y el del eje	$J = D_e - d_e$
<u>Juego máximo</u>	diferencia entre la medida máxima del agujero y la mínima del eje	$J_M = D_M - d_m$
<u>Juego mínimo</u>	diferencia entre la medida mínima del agujero y la máxima del eje	$J_m = D_m - d_M$
<u>Tolerancia del juego</u>	diferencia entre el juego máximo y el mínimo	$TJ = J_M - J_m = T + t$

Para evitar confusiones con los signos de los parámetros, conviene dibujar un **esquema del ajuste con juego**

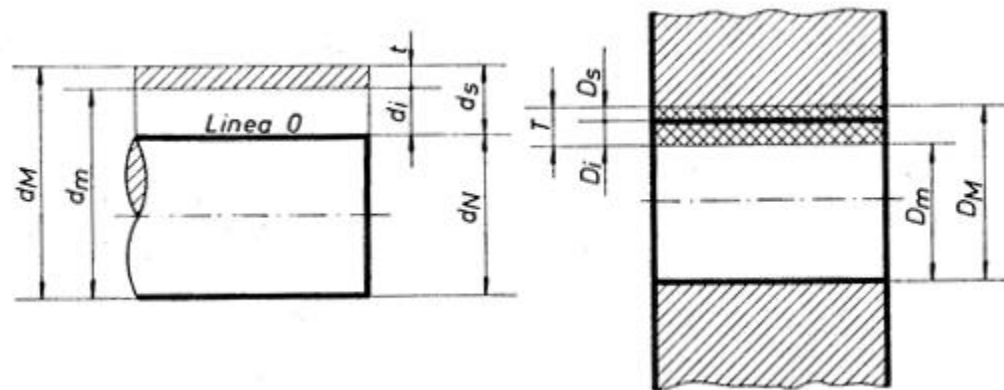


Selección de ajustes

Las fórmulas que permiten calcular un ajuste con **aprieto** son:

<u>Aprieto</u>	diferencia entre el diámetro efectivo del eje y del agujero	$A = d_e - D_e$
<u>Aprieto máximo</u>	diferencia entre la medida máxima del eje y la mínima del agujero	$A_M = d_M - D_m$
<u>Aprieto mínimo</u>	diferencia entre la medida mínima del eje y la máxima del agujero	$A_m = d_m - D_M$
<u>Tolerancia del aprieto</u>	diferencia entre el aprieto máximo y el mínimo	$TA = A_M - A_m = T + t$

Para evitar confusiones con los signos de los parámetros, conviene dibujar un **esquema del ajuste con aprieto**

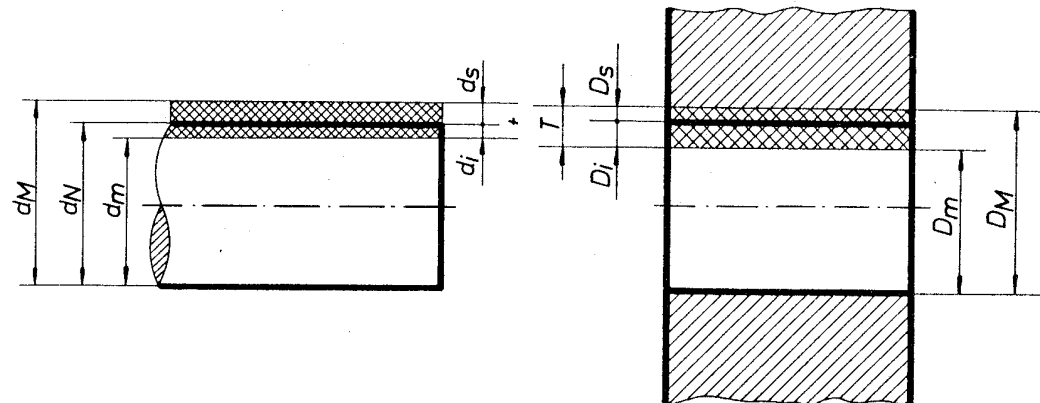


Selección de ajustes

Las fórmulas que permiten calcular un ajuste **indeterminado** son:

<u>Ajuste indeterminado</u>	diferencia entre el diámetro efectivo del eje y del agujero	$I = (D_e - d_e) \text{ ó } (d_e - D_e)$
<u>Juego máximo</u>	diferencia entre la medida máxima del agujero y la mínima del eje	$J_M = D_M - d_m$
<u>Aprieto máximo</u>	diferencia entre la medida máxima del eje y la mínima del agujero	$A_M = d_M - D_m$
<u>Tolerancia del ajuste indeterminado</u>	diferencia entre el juego máximo y el aprieto máximo	$TI = J_M + A_M = T + t$

Para evitar confusiones con los signos de los parámetros, conviene dibujar un **esquema del ajuste indeterminado**



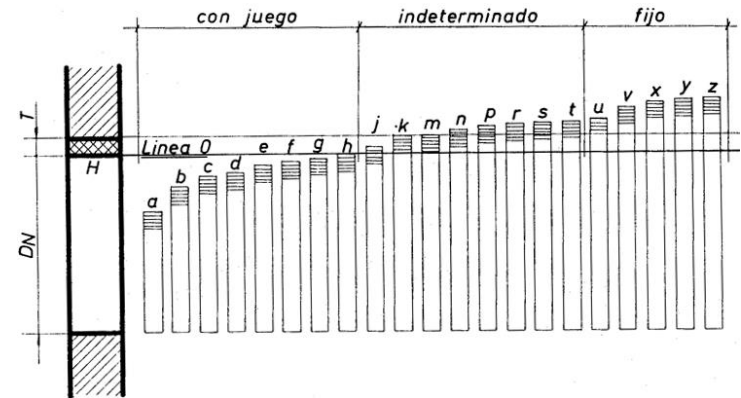
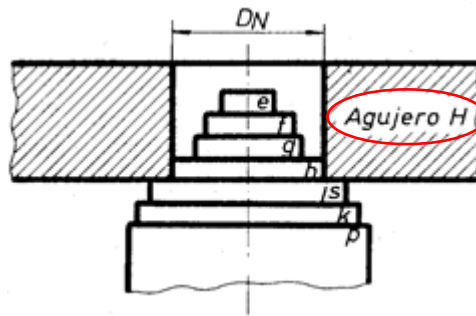
Selección de ajustes

Los **sistemas de ajuste** reducen las infinitas combinaciones de tolerancias, limitándolas a los casos más favorables

Hay dos sistemas ISO de ajuste:

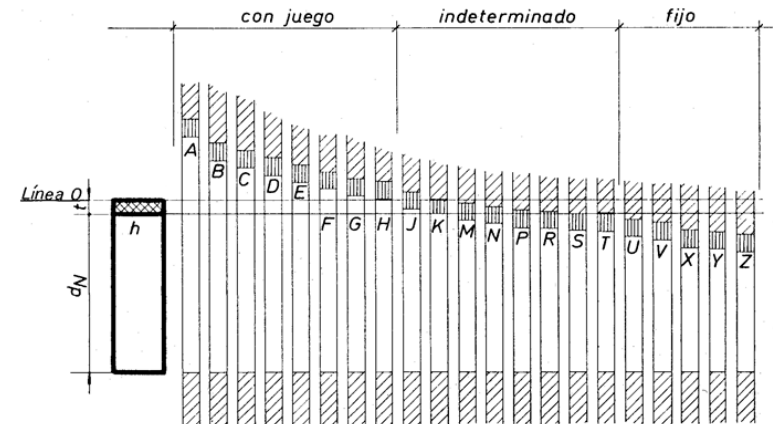
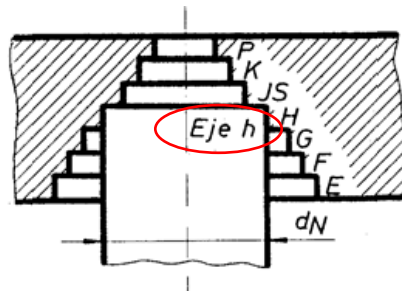
1 Agujero base

Se elige un agujero cuya diferencia inferior es nula (su zona de tolerancia está en posición H)



2 Eje base

Se elige un eje cuya diferencia superior es nula (su zona de tolerancia está en posición h)



Ilustraciones originales de Xoan Leiceaga Baltar

Tolerancias dimensionales y ajustes. Editorial Donostiarra 1986.
ISBN: 978-84-7063-142-9

Ajustes preferentes

Concepto

Representación

Selección

Conclusiones

Ajustes preferentes

Los **ajustes preferentes** recogen las “buenas prácticas” de la industria, que favorecen:

- ✓ Ahorro en utillaje
- ✓ Normalización
- ✓ Mejores compromisos coste/calidad

Se recomiendan ajustes para diferentes propósitos funcionales

El sistema de agujero base es el de empleo preferente

Aunque también se usa el de eje base

Tipo	Ajustes		Posición del eje	Calidad del eje				
	Aplicación			H6	H7	H8	H9	H11
Móvil	Montaje que necesita gran juego (dilatación, mala alineación, etc.)		c				9	11
			d				9	11
	Montaje deslizando o giratorio (engrase necesario)		e		7	8	9	
	Piezas con guía para pequeños desplazamientos.		f	6	6-7	7		
Fijo			g	5	6			
	Montaje fácil.		h	5	6	7	8	
	Desmontaje sin deterioro.		js	5	6			
	No transmisión de esfuerzos.		k	5				
			m		6			
	Montaje a presión o dilatación.		p		6			
	Desmontaje con deterioro.		s			7		
	Transmisión de esfuerzos.		u			7		
		x			7			
		z			7			
				H6	H7	H8	H9	H11
<i>Posición y calidades del agujero</i>								

Fuente: área de Procesos de Fabricación de la UJI

Los ajustes preferentes varían según la fuente consultada



Las tablas recomendadas de ajustes preferentes se pueden consultar al final de la lección

Conclusiones

Concepto

Representación

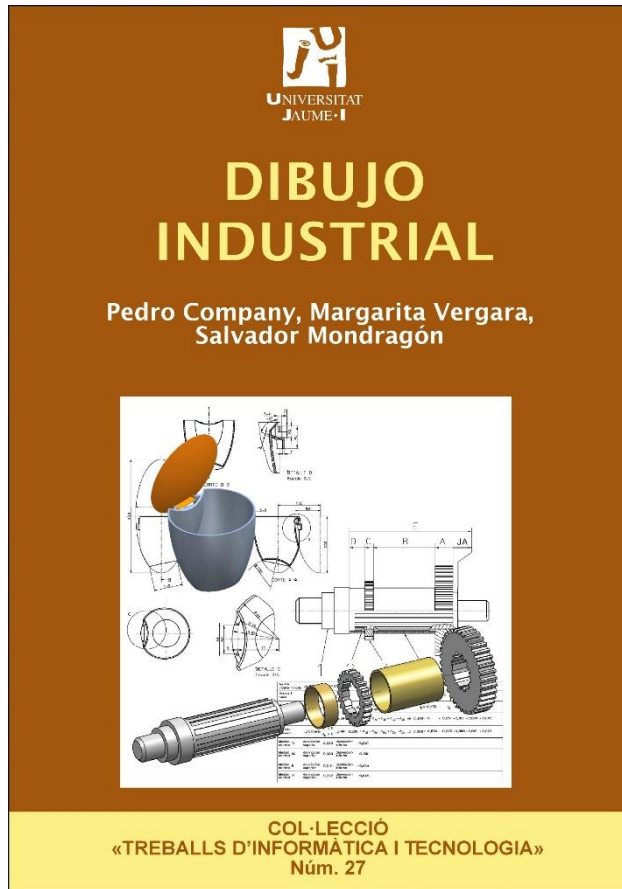
Selección

Conclusiones

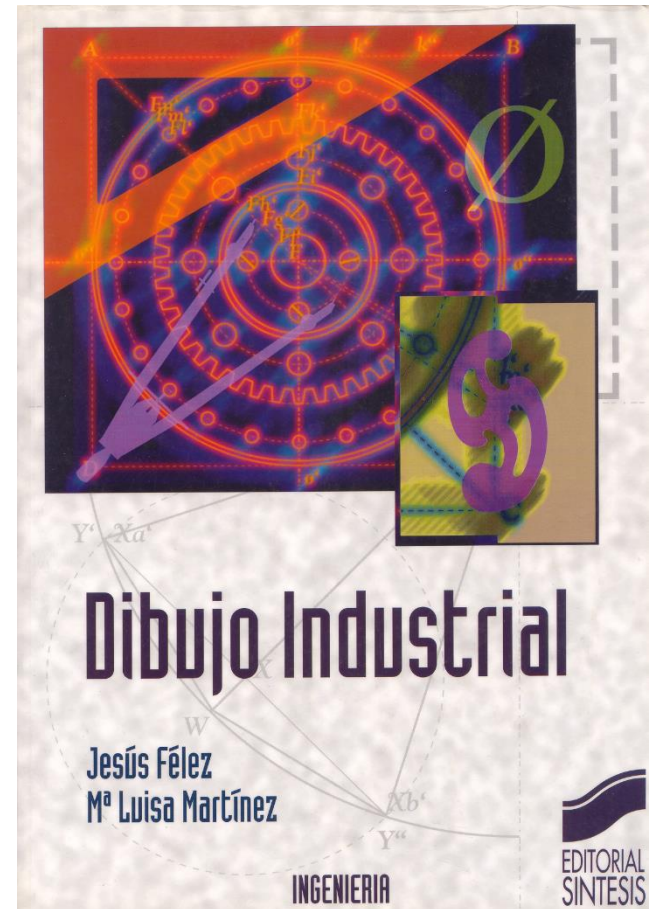
Ajustes preferentes

- 1 Los ajustes facilitan el montaje
- 2 Los ajustes aseguran la intercambiabilidad
- 3 Se presentan con parejas de tolerancias dimensionales
- 4 Se determinan a partir de las necesidades y procedimientos de ensamblaje
- 5 Se normalizan y reducen las posibilidades mediante tablas de ajustes preferentes, basadas en “buenas prácticas”

Para repasar



Capítulo 2.6: Ajustes



Capítulo 7: Tolerancias dimensionales

Ajustes preferentes de agujero base

COMPORTAMIENTO DE LA UNIÓN	REPRESENTACIÓN DEL AJUSTE (Medida nominal entre 0 y 3 mm)	APLICACIONES
1 Con juego, movimiento holgado 2 Libre amplísimo, juego abundante 6 Gran juego	H11 N, 1, 2, 6	1 Juegos comerciales sobre miembros externos 2 Pernos para levas en articulaciones en máquina agrícola. Sin exigencia de precisión 6 Alineación defectuosa, longitudes muy largas
1 Con juego, movimiento libre	d9 H9 N,1	1 No emplear donde la exactitud es esencial. Bueno para grandes variaciones de temperatura, altas velocidades y grandes presiones de trabajo
1 Con juego, movimiento cerrado 2 Libre normal	f7 H8 N,1,2	1 Maquinaria de precisión y de posición exacta a velocidades y presiones de trabajo moderadas 2 Acoplamiento rodante muy veloz, con centrado imperfecto y cargas bajas
5 Juego fuerte	d9 H7 5	
5 Juego ligero	d9 H7 5,6	6 Piezas que giran o deslizan
2 Libre normal 3 Mediano holgado 4 Libre a mano	f7 H7 2,3,4,5,6	2 Acoplamiento rodante muy veloz, con centrado imperfecto y cargas bajas 3 Cojinetes, ruedas dentadas, cajas de cambio 4,6 Ajustes giratorios con cargas bajas
2 Libre normal	f6 H7 2	2 Acoplamiento rodante muy veloz, con centrado imperfecto y cargas bajas
1 Deslizante 2 Libre estrecho 3 Giratorio 5 Libre justo	g6 H7 N,1,2,3,4,5,6	1 Movimientos y giros libres con posicionamiento exacto 2 Acoplamientos rodante a baja velocidad, con buen centrado y precisión de guía 3 Embolos, bridas, anillos y rodamientos 6 Guía precisa, giro despacio
1 Juego de posición 2 Deslizamiento 3 Deslizante 4 Deslizamiento a mano 5 Deslizamiento 6 Colocación a mano	h6 H7 N,1,2,3,4,5,6	1 Ajuste con juego de posición para posicionar piezas estacionarias con montaje y desmontaje fácil 2 Montaje y centrado de alta precisión 3 Engranajes, piezas importantes de máquinas herramienta 4 Cargas de menor precisión 6 Transmisión de poco esfuerzo
3 Forzado ligero 5 Entrada suave	H7 3,5	3 Montaje a mano. Piezas a desmontar con frecuencia
6 Colocación a mano	j6 H7 6	
1 Posición con transición 3 Forzado medio 5 De adherencia	js6 H7 N,1,3,5,6	1 Posicionamientos exactos 3 Montaje a martillo. Seguro giro y deslizamiento
2 Apriete normal a presión 5 De arrastre	k6 H7 2,5	2 Acoplamientos de precisión. Montaje a mano con mazo
1 Posición con transición 2 Forzado apretado 3 Forzado duro 4 Forzado con prensa 5 Forzado 6 con martillo o mazo de plomo	m6 H7 N,1,2,3,4,5,6	1 Posicionamiento de gran exactitud 2 Acoplamiento bloqueado 3 Montaje difícil. Casquillos y manguitos sobre ejes
1 Posición con interferencia 5 Colocación con mazo	n6 H7 N,1,6	1 Piezas que requieren rigidez y alineamiento 6 Transmitir esfuerzos.
2 Forzado a presión 3 Presado 4 Forzado a prensa	H7 r6 2,3,4,5,6	2 Acoplamiento bloqueado no desmontable. Fuertes cargas axiales y momentos torsores. Sin chaveta ni acanaladuras 3 Montaje a presión. Casquillos y coronas. Acoplamientos en extremos de ejes 6 Transmitir esfuerzos
1 Forzado medio 2 Forzado en caliente 3 Presado	H7 s6 N,1,2,3,5,6	1 Ajuste apretado en secciones ligeras 2 Acoplamiento para transmitir fuertes cargas 3 Casquillos, coronas, acoplamientos
1 Forzado	H7 u6 N,1	1 Grandes esfuerzos
4 Forzado con prensa	H7 u8 4	

REFERENCIAS: (N) The American Society of Mechanical Engineers: Preferred Metric Limits and Fits, ANSI B4.2 13/32 1978. Reaffirmed 2004

(1) Bertoline G.R.: Dibujo en ingeniería y comunicación gráfica. McGraw-Hill, México. 1999. pp. 702-703.

(2) Chirone E., Tornincasa S.: Disegno tecnico industriale 2. Il capitolo. Torino. 1997. pp.356-357.

(3) Leiceaga X.: Normas de dibujo técnico: tolerancias dimensionales y ajustes: Ed Donostiarra, 1986, pp 38-39. y Felez J., Martínez M.L.: Dibujo Industrial. Editorial Síntesis. Madrid 1999. pp 183-184.

(4) Mata L., Oms J., Alvarez C.: Técnicas de Expresión Gráfica 2.2. Rama Metal. Don Bosco. Barcelona. 1978. pag. 63.

(5) Casillas A.L.: Máquinas. Ediciones Máquinas. Madrid 1972. pp 530-531.

(6) Documentación interna Área de Ingeniería de los Procesos de Fabricación, Dpto. ESID. Universitat Jaume I Castellón.

Ajustes preferentes de eje base

COMPORTAMIENTO DE LA UNIÓN	REPRESENTACIÓN DEL AJUSTE (Medida nominal entre 0 y 3 mm)	APLICACIONES
1 Con juego, movimiento holgado 6 Gran juego	h11	C11 N, 1, 6 1 Juegos comerciales sobre miembros externos 6 Alineación defectuosa, longitudes muy largas
1 Con juego, movimiento libre 1 Con juego, movimiento cerrado 6 Con giro y deslizamiento	h9 D9 N,1 h7 F8 N,1,6	1 No emplear donde la exactitud es esencial. Bueno para grandes variaciones de temperatura, altas velocidades y grandes presiones de trabajo 1 Maquinaria de precisión y de posición exacta o velocidades y presiones de trabajo moderadas 6 Casos normales de piezas que giran o deslizan
5 Juego fuerte 5 Juego ligero	h6 D9 5 h6 E8 5	
3 Mediano holgado 4 Libre normal	h6 F8 3,4	3 Cojinetes, ruedas dentadas, cajas de cambio 4 Ajustes giratorios con relativa movilidad
5 Juego libre	h6 F7 5	
1 Deslizante 3 Giratorio 5 Libre justo	h6 G7 N,1,3,4,5,6	1 Movimientos y giros libres con posicionamiento exacto 3 Embolos, bridas, anillos y rodamientos 6 Guia precisa, giro despacio
1 Juego de posición 4 Deslizamiento a mano 5 Deslizamiento 6 Colocación a mano	h6 H7 N,1,3,4,5,6	1 Ajuste con juego de posición para posicionar piezas estacionarias con montaje y desmontaje fácil 3 Engranajes, piezas importantes de máquinas herramienta 4 Cargas de menor precisión 6 Transmisión de poco esfuerzo
3 Forzado ligero 5 Entrada suave	h6 J7 3,5	3 Montaje a mano. Piezas a desmontar con frecuencia
6 Colocación a mano	h6 K6 JS7 6	6 No transmitir esfuerzo notable, desmontaje sin deterioro
1 Posición con transición 6 con martillo o mazo de plomo 3 Forzado medio 5 De adherencia	h6 K7 N,1,3,5,6	1 Posicionamientos exactos 3 Montaje a martillo. Seguro giro y deslizamiento
5 De arrastre	h6 M7 5	
1 Posición con transición 5 Forzado 6 con martillo o mazo de plomo	h6 N7 N,1,3,5,6	1 Posicionamiento de gran exactitud 3 Montaje difícil. Casquillos y manguitos sobre ejes
1 Posición con interferencia 6 Colocación con mazo	h6 P7 h6 N,1,6	1 Piezas que requieren rigidez y alineamiento 6 Transmitir esfuerzos
3 Prensado 5 A presión 6 Colocación con mazo, con prensa o dilatación	R7 h6 3,5,6	3 Montaje a presión. Casquillos y coronas. Acoplamientos en extremos de ejes 6 Transmitir esfuerzos. Colocación con mazo 6 Transmitir esfuerzos
1 Forzado medio 5 A presión 6 Con prensa o dilatación	S7 h6 N,1,3,5,6	1 Ajuste apretado en secciones ligeras 3 Casquillos, coronas, acoplamientos
1 Forzado	U7 h6 N,1	1 Grandes esfuerzos

REFERENCIAS: (N) The American Society of Mechanical Engineers: Preferred Metric Limits and Fits, ANSI B4.2 13/32 1978. Reaffirmed 2004
 (1) Bertoline G.R.: Dibujo en ingeniería y comunicación gráfica. McGraw-Hill. Mexico. 1999. pp. 702-703.
 (2) Mata L., Oms J., Alvarez C.: Técnicas de Expresión Gráfica 2.2. Rama Metal. Don Bosco. Barcelona. 1978. pag. 63.
 (3) Leiceaga XJ.: Normas de dibujo técnico: tolerancias dimensionales y ajustes: Ed Donostiarra, 1986, pp 38-39. y Felez J., Martínez M.L.: Dibujo Industrial. Editorial Síntesis. Madrid 1999. pp 183-184.
 (4) Casillas A.L.: Máquinas. Ediciones Máquinas. Madrid 1972. pp 530-531.
 (5) Documentación interna Área de Ingeniería de los Procesos de Fabricación, Dpto. ESID. Universitat Jaume I Castellón.