

# CAPÍTULO 10

## AJUSTES Y TOLERANCIAS

- 1<sup>a</sup> h {
  - Introducción
  - Tolerancias
  - Ajustes
- 2<sup>a</sup> h {
  - Normas ISO para ajustes y tolerancias
- 3<sup>a</sup> h {
  - Esfuerzos en ajustes de interferencia con cilindros huecos

# INTRODUCCIÓN

Debe aceptarse cierta  
variación en las medidas

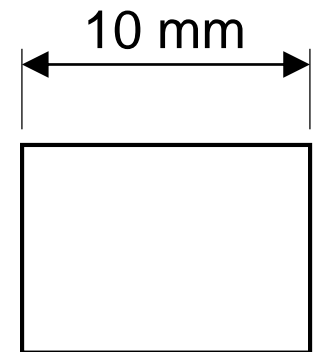
- Garantizando  
funcionalidad
- Controlando costos

# TOLERANCIAS

**Tamaño básico o dimensión básica ( $d_b$ ):** es la dimensión que se elige para la fabricación.

## Definiciones

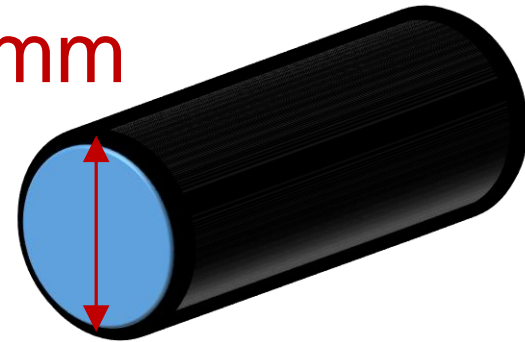
También se le conoce como dimensión teórica o exacta y es la que aparece en el plano como medida identificativa



# Ejemplo

**10**  $\begin{matrix} + 0.010 \\ - 0.050 \end{matrix}$  mm

10 mm



**Dimensión básica:**

$$d_b = 10 \text{ mm}$$

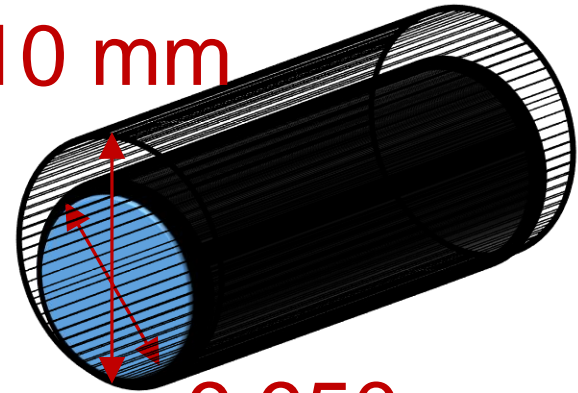
# Tolerancias

- **Dimensión máxima o medida máxima ( $d_{máx}$ ):** es la máxima medida que puede tener la pieza después de su fabricación.
- **Dimensión mínima o medida mínima ( $d_{mín}$ ):** es la mínima medida que puede tener la pieza después de su fabricación.
- **Dimensión práctica o medida efectiva ( $d_p$ ):** es la medida real de la pieza después de su fabricación.

# Ejemplo

$$10 \begin{array}{l} + 0.010 \\ - 0.050 \end{array} \text{ mm}$$

10.010 mm



9.950 mm

$$d_{m\acute{a}x} = 10.010 \text{ mm}$$

$$d_{m\acute{i}n} = 9.950 \text{ mm}$$

$$d_p = ?$$

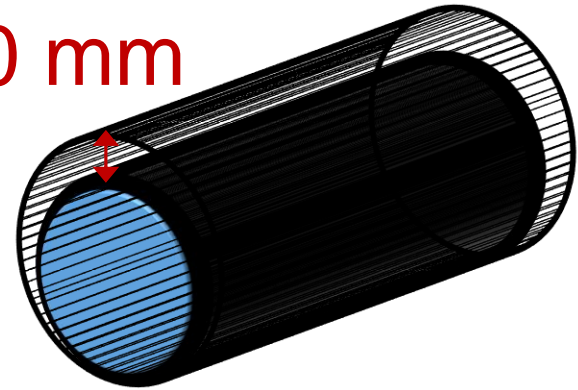
# Tolerancias

**Tolerancia ( $T_i$ ):** es la variación máxima permisible en una medida, es decir, es la diferencia entre la medida máxima y la mínima que se aceptan en la dimensión.

# Ejemplo

**10**  $\begin{matrix} + 0.010 \\ - 0.050 \end{matrix}$  **mm**

**0.060 mm**



**Tolerancia:**

$$T_f = 0.060 \text{ mm}$$



# Tolerancias

- **Desviación superior** ( $\Delta_s$ ): es la diferencia algebraica entre la medida máxima y la medida **básica**.
- **Desviación inferior** ( $\Delta_i$ ): es la diferencia algebraica entre la medida mínima y la medida **básica**.

# Ejemplo

$$10 \begin{array}{l} + 0.010 \\ - 0.050 \end{array} \text{ mm}$$
$$\Delta_s = d_{m\acute{a}x} - d_b = 10.010 - 10$$
$$\Delta_i = d_{m\acute{i}n} - d_b = 9.950 - 10$$

***Desviaci3n superior:***  $\Delta_s = 0.010 \text{ mm}$

***Desviaci3n inferior:***  $\Delta_i = -0.050 \text{ mm}$

# Tolerancias

- **Desviación fundamental** ( $\Delta_f$ ): es la **menor** entre la desviación superior y la inferior (*comparar sin considerar el signo*).
- **Desviación real o efectiva** ( $\Delta_p$ ): es la diferencia entre la dimensión real y la básica.

# Ejemplo

$$10 \begin{array}{l} + 0.010 \\ - 0.050 \end{array} \text{ mm}$$

$$\Delta_s = 0.010 \text{ mm}$$

$$\Delta_i = -0.050 \text{ mm}$$

***Desviación fundamental:***  $\Delta_f = 0.010 \text{ mm}$

***Desviación real:***  $\Delta_p = ?$

# Tolerancias

- **Tolerancia unilateral:** ocurre cuando la dimensión de una pieza puede ser solamente mayor o solamente menor que la dimensión básica.

## Ejemplos:

(40.020 a 40.050) mm

(39.950 a 39.990) mm

(40.000 a 40.040) mm

(39.960 a 40.000) mm

# Tolerancias

- **Tolerancia bilateral:** ocurre cuando la dimensión de una pieza puede ser mayor o menor que la dimensión básica.

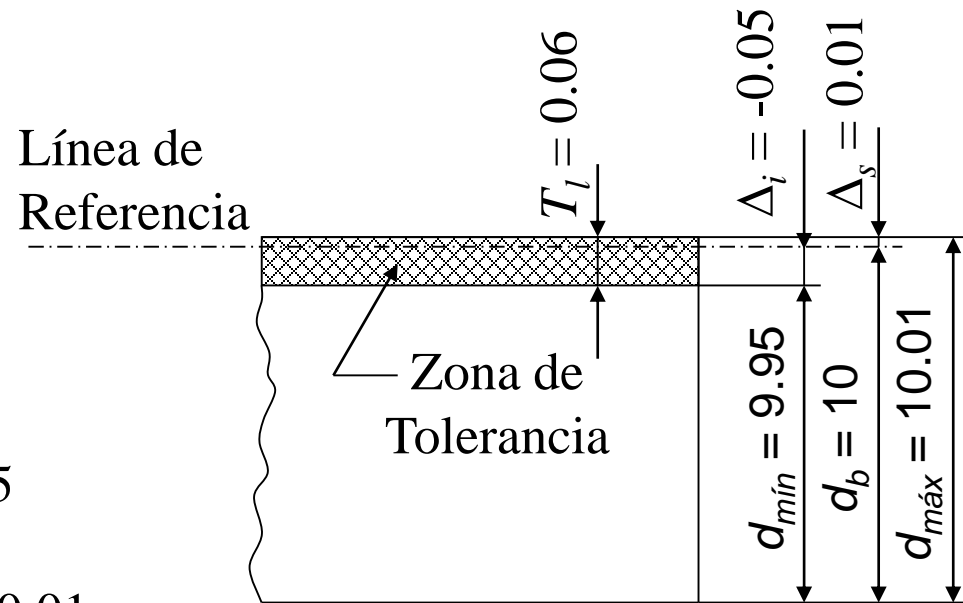
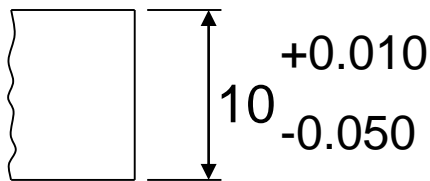
## Ejemplos:

(39.980 a 40.020) mm

(39.050 a 40.010) mm

# Tolerancias

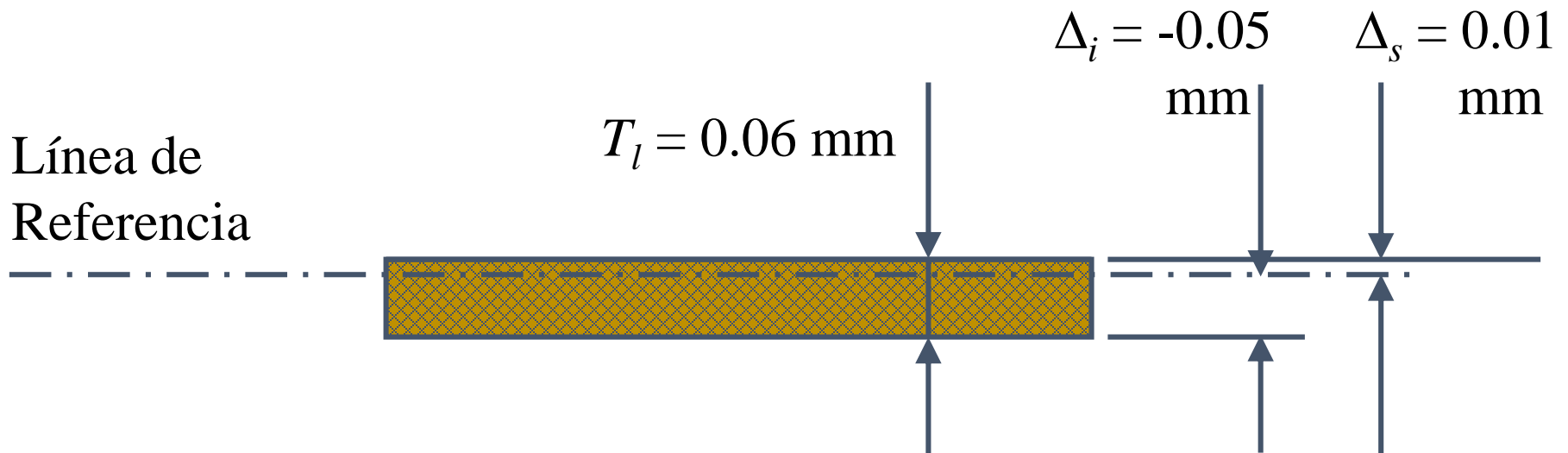
- **Línea de referencia o línea cero:** representa a la dimensión básica.



Desviación inferior:  $\Delta_i = -0.05$   
Desviación superior:  $\Delta_s = 0.01$   
Desviación fundamental:  $\Delta_f = 0.01$   
Tolerancia:  $T_l = 0.06$

Medidas en mm

# Tolerancias



**Representación de las zonas de tolerancia**



# Tolerancias

## Resumen

- ✓ **Dimensión básica ( $d_b$ ):** la que se elige para la fabricación
- ✓ **Dimensión máxima ( $d_{m\acute{a}x}$ ):** máxima medida permitida
- ✓ **Dimensión mínima ( $d_{m\acute{i}n}$ ):** mínima medida permitida
- ✓ **Tolerancia ( $T_l$ ):**  $d_{m\acute{a}x} - d_{m\acute{i}n}$
- ✓ **Desviación superior ( $\Delta_s$ ):**  $d_{m\acute{a}x} - d_b$
- ✓ **Desviación inferior ( $\Delta_i$ ):**  $d_{m\acute{i}n} - d_b$
- ✓ **Desviación fundamental ( $\Delta_f$ ):** la menor entre  $\Delta_s$  y  $\Delta_i$  (*al escoger no se considera el signo*)
- ✓ **Tolerancia unilateral:** la dimensión puede ser sólo mayor o sólo menor que  $d_b$
- ✓ **Tolerancia bilateral:** la dimensión puede ser mayor o menor que  $d_b$
- ✓ **Línea de referencia:** representa a  $d_b$

# Tolerancias

## Ejercicios

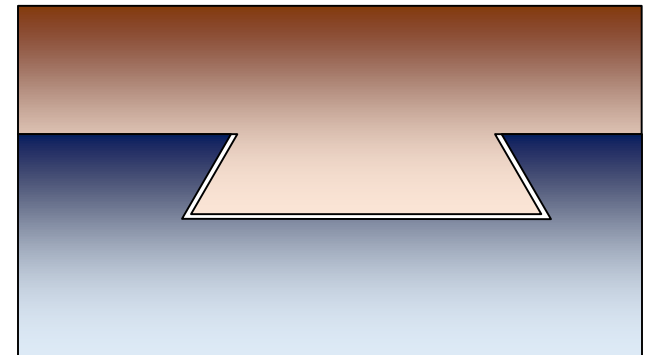
Representar las tolerancias de:

- (48.050 a 48.150) mm
- $20 \begin{matrix} - 0.050 \\ - 0.200 \end{matrix}$  mm
- (40.000 a 40.070) mm

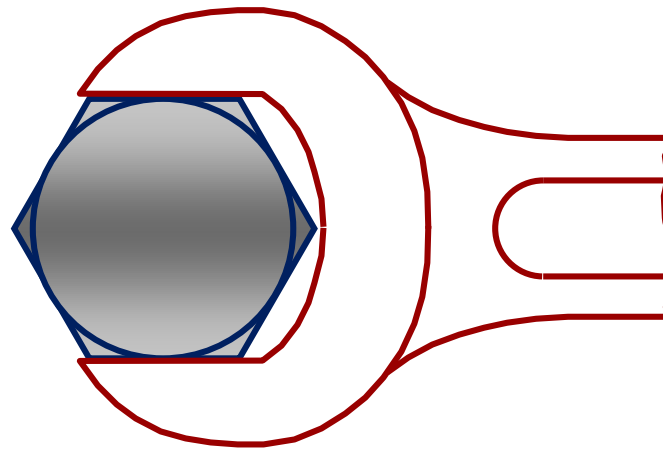
# AJUSTES

**Ajuste:** es el acoplamiento dimensional de dos piezas en la que una pieza encaja sobre la otra.

Ajuste de una  
unión en cola de  
milano

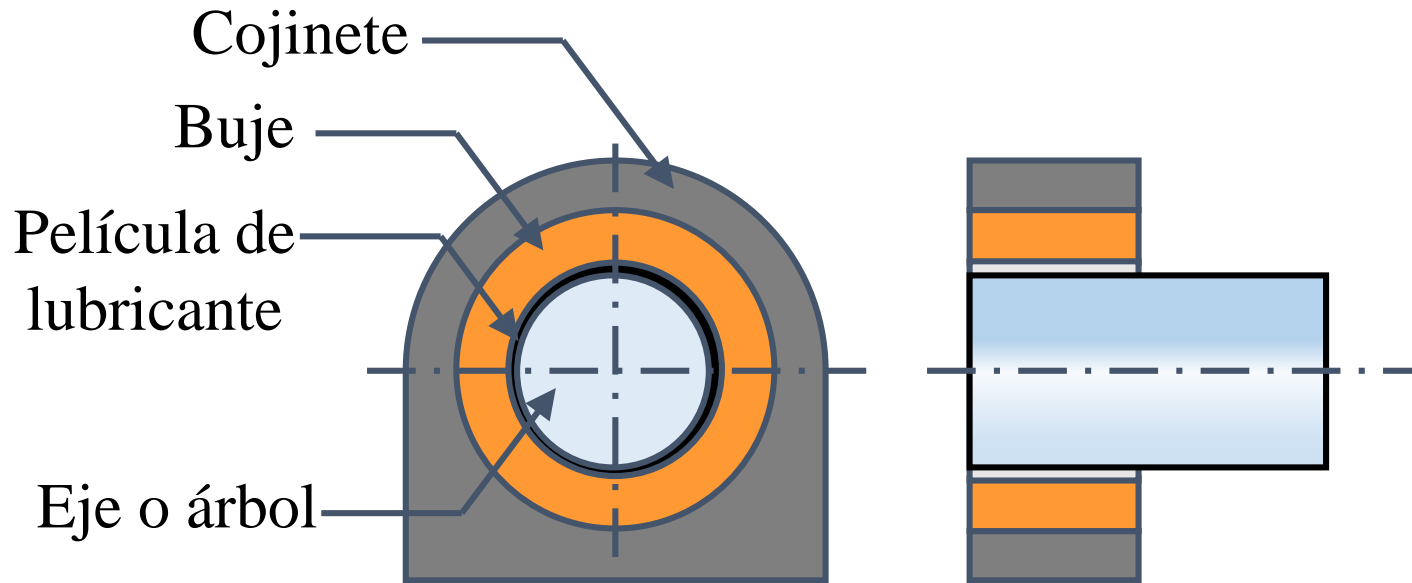


# Ajustes



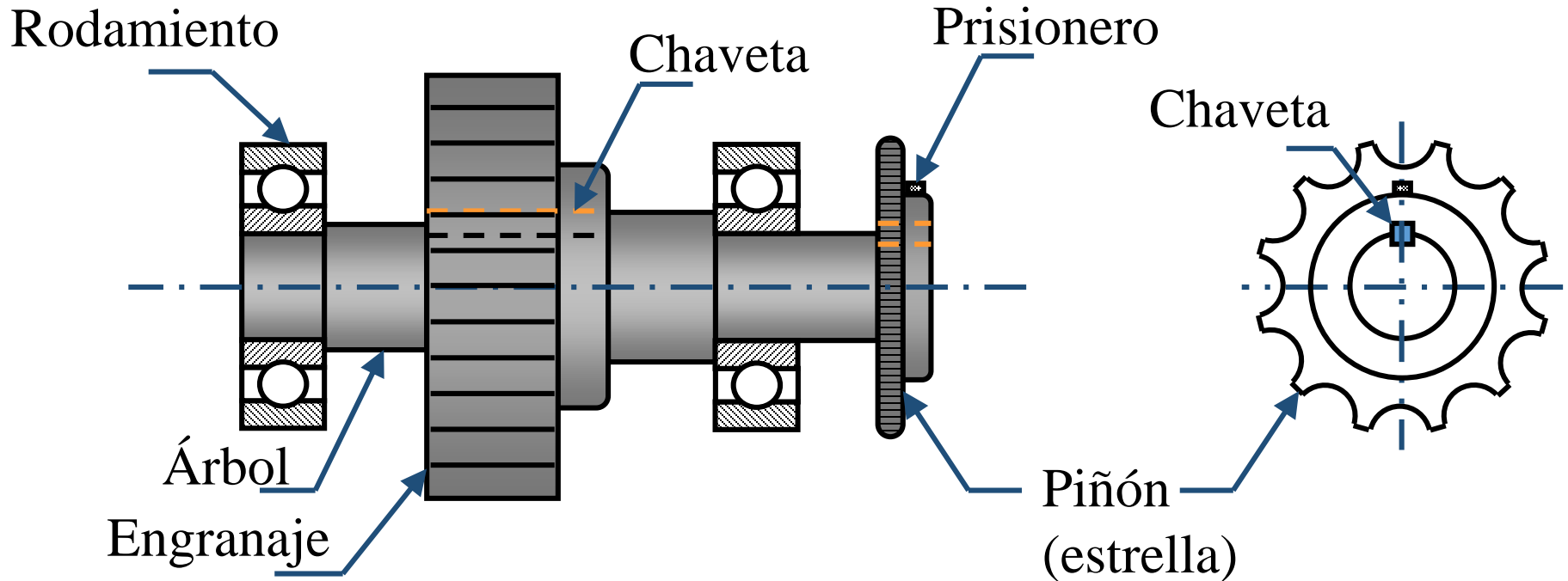
Ajuste entre una llave boca fija y la cabeza de un tornillo

# Ajustes



Ajuste entre un cojinete de contacto deslizante y el extremo de un eje o árbol. Observe el espacio para el lubricante

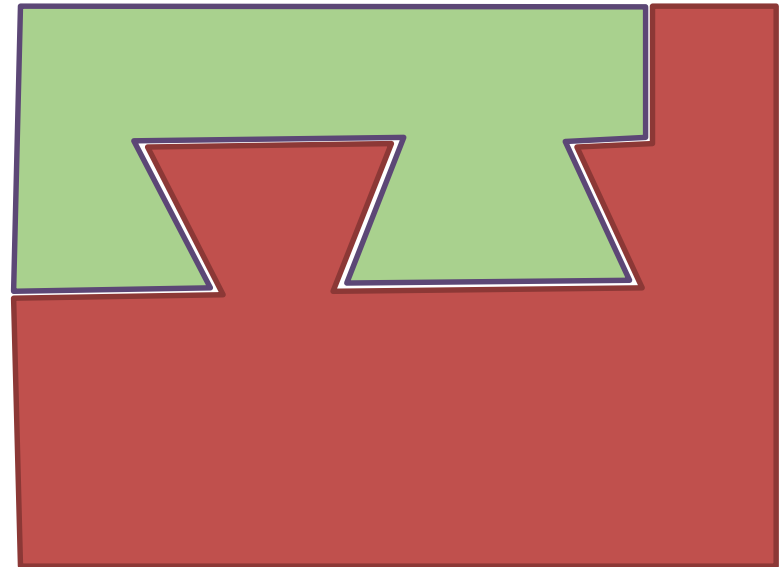
# Ajustes



El engranaje, los rodamientos de bolas y la estrella ajustan a presión sobre el árbol. Las chavetas ajustan (generalmente con juego) sobre el árbol y los piñones

# Ajustes

- **Eje:** es cada una de las partes de una pieza constitutiva de un ajuste, que presenta contactos externos (parte contenida).
- **Agujero:** es cada una de las partes de una pieza constitutiva de un ajuste, que presenta contactos internos (parte que contiene).



# Ajustes

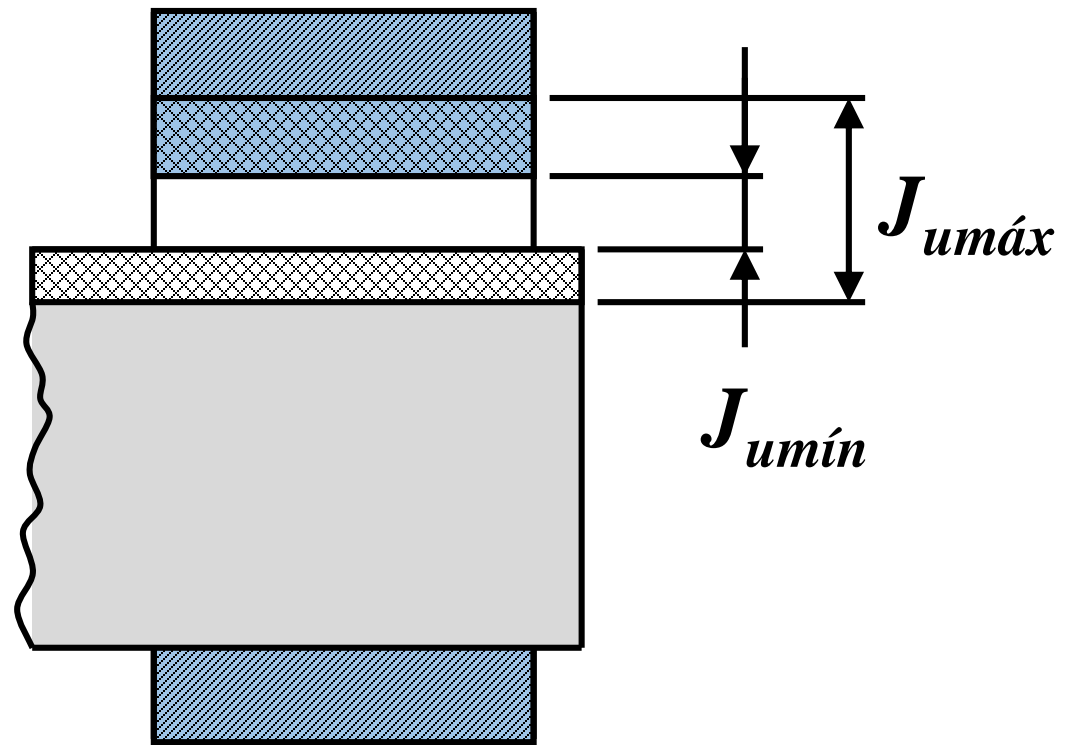
- **Juego ( $J_u$ ):** es la diferencia entre la medida del agujero y la del eje, cuando la medida del eje es menor que la del agujero.
- **Juego mínimo ( $J_{umín}$ ):** es la diferencia entre la medida mínima admisible del agujero y la máxima admisible del eje.
- **Juego máximo ( $J_{umáx}$ ):** es la diferencia entre la medida máxima admisible del agujero y la mínima admisible del eje.



# Ajustes

## Ajuste móvil o con juego:

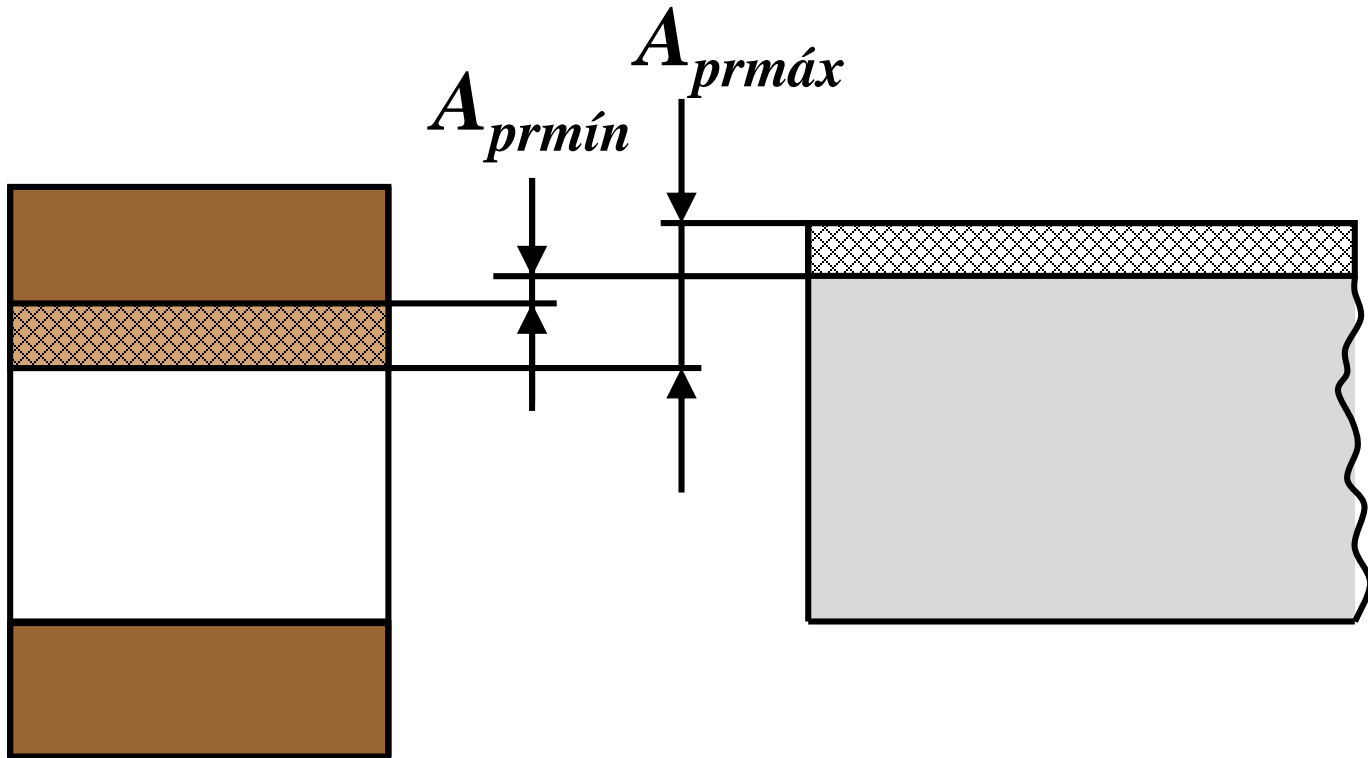
siempre presenta juego (holgura).



# Ajustes

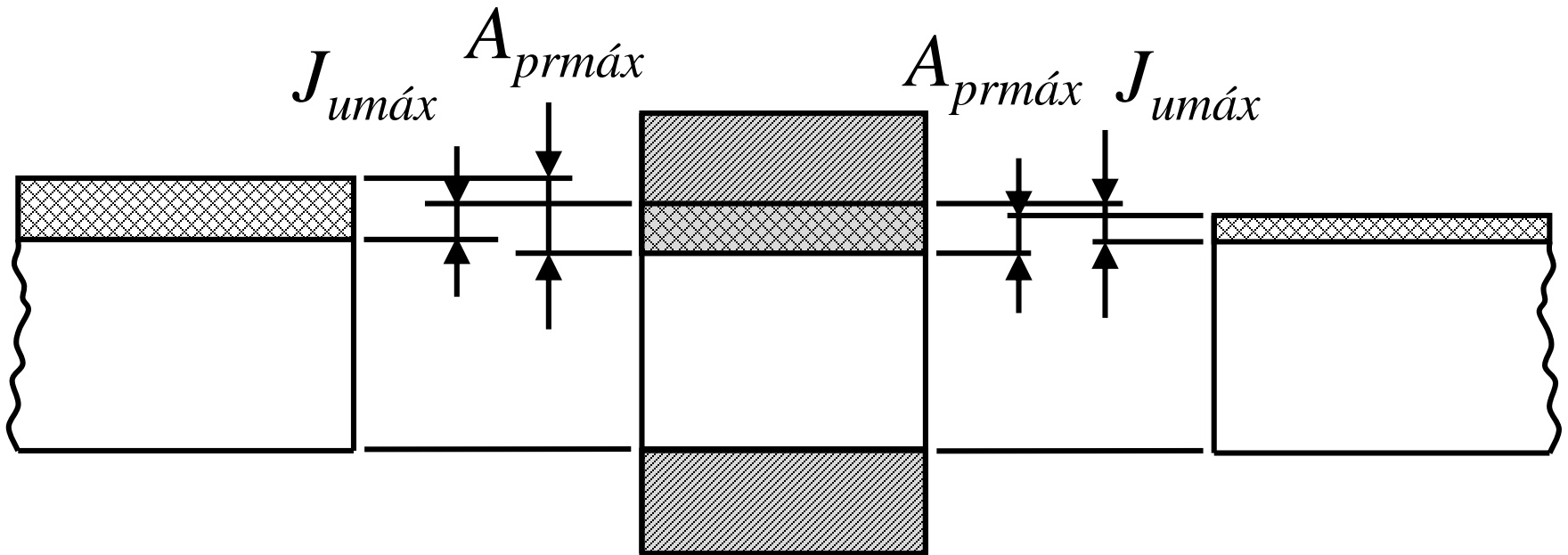
- **Aprieto ( $A_{pr}$ ):** es la diferencia entre la medida del agujero y la del eje, cuando la medida del eje es mayor que la del agujero (ha de absorberse una interferencia) (aprieto = juego negativo).
- **Aprieto máximo ( $A_{pr\text{m}\acute{a}x}$ ):** es la diferencia entre la medida máxima admisible del eje y la mínima admisible del agujero.
- **Aprieto mínimo ( $A_{pr\text{m}\acute{i}n}$ ):** es la diferencia entre la medida mínima admisible del eje y la máxima admisible del agujero.

# Ajustes



**Ajuste fijo o con aprieto:**  
siempre presenta aprieto (interferencia)

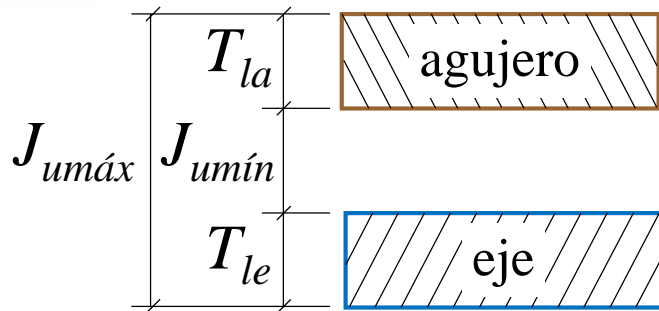
# Ajustes



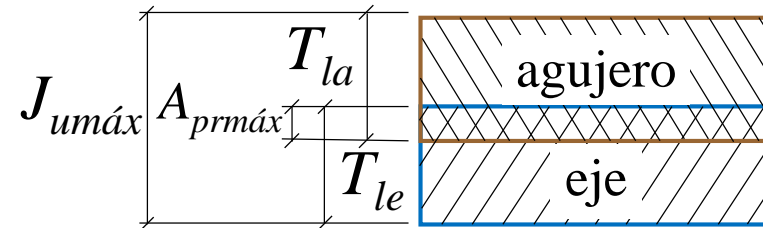
**Ajuste indeterminado o de transición:**  
puede quedar con juego o con aprieto

# Ajustes

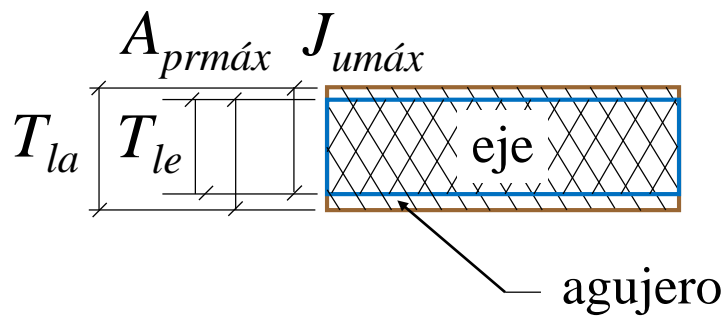
## Representación de ajustes



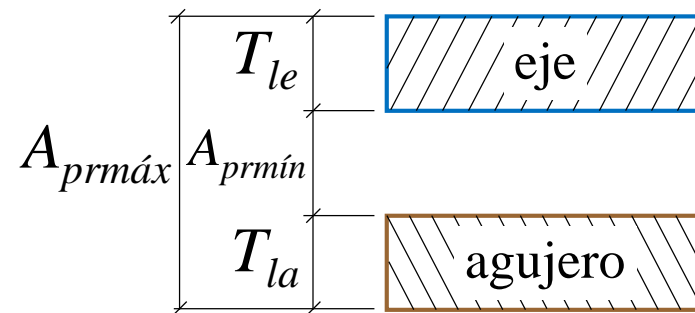
Ajuste con juego



Ajuste indeterminado



Ajuste indeterminado



Ajuste con aprieto

# Ajustes

## Resumen

- ✓ **Ajuste:** acople entre dos piezas; una pieza encaja sobre la otra
- ✓ **Eje:** partes de una pieza que presenta contactos externos
- ✓ **Agujero:** partes de una pieza que presenta contactos internos
- ✓ **Juego:**  $d_a - d_e$  (cuando  $d_a > d_e$ )
  - ✓  $J_{um\acute{a}x} = d_{m\acute{a}x a} - d_{m\acute{m}n e}$
  - ✓  $J_{um\acute{m}n} = d_{m\acute{m}n a} - d_{m\acute{a}x e}$
- ✓ **Aprieto** =  $d_e - d_a$  (cuando  $d_e > d_a$ )
  - ✓  $A_{pr m\acute{a}x} = d_{m\acute{a}x e} - d_{m\acute{m}n a}$
  - ✓  $A_{pr m\acute{m}n} = d_{m\acute{m}n e} - d_{m\acute{a}x a}$
- ✓ **Ajuste libre, m3vil o con juego:** siempre presenta juego
- ✓ **Ajuste a presi3n, forzado, con aprieto o interferencia:** siempre presenta aprieto
- ✓ **Ajuste indeterminado:** puede presentar juego o aprieto

# Ajustes

## Ejercicios

Representar los siguientes ajustes:

- eje: (48.050 a 48.150) mm  
agujero: (47.980 a 48.040) mm
- eje:  $20 \begin{matrix} - 0.050 \\ - 0.100 \end{matrix} \text{ mm}$   
Agujero:  $20 \begin{matrix} + 0.070 \\ - 0.000 \end{matrix} \text{ mm}$