

---

# TOLERANCIAS DIMENSIONALES

---

## INTRODUCCION

La fabricación de piezas en el taller no permite obtener estas con las dimensiones y formas geométricas exactas con que se definen en los dibujos. Siempre se produce una inexactitud, una pequeña discrepancia entre la pieza “teórica” o “ideal”, consignada en el plano y la pieza “real” obtenida en el taller por la máquina-herramienta. Estas divergencias pueden afectar a las dimensiones de la pieza, y a la forma, posición, orientación y calidad de sus superficies.

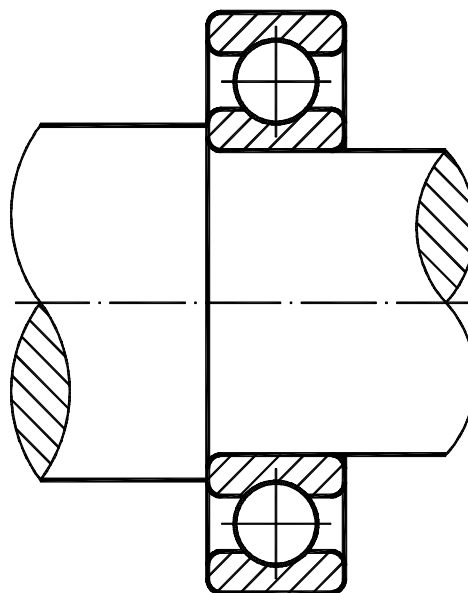
Cuanto más esmerada sea la fabricación, empleando aparatos de medida y máquinas-herramientas más precisas, y operarios más cualificados, menor será la diferencia entre la pieza “real” obtenida en el taller y la pieza “ideal” consignada en el dibujo.

## INTERCAMBIABILIDAD Y FUNCIONALIDAD

La fabricación de máquinas en serie precisa que las piezas de que se componen, construidas conjunta o independientemente, puedan montarse sin necesidad de un trabajo previo de acondicionamiento, al igual que las piezas desgastadas o deterioradas para que puedan sustituirse por otras de fabricación en serie, considerando que esta sustitución pueda efectuarse lejos de su lugar de fabricación. Esta característica de las piezas que componen los mecanismos se denomina “intercambiabilidad”.

A su vez, para que un mecanismo funcione correctamente, es necesario que las distintas piezas que lo forman estén acopladas entre sí, en condiciones bien determinadas. Esta característica se denomina “funcionalidad”.

Por ejemplo, el conjunto representado en la figura, compuesto por un árbol y un rodamiento, para conseguir un funcionamiento exento de vibraciones, ha de reunir, en lo que se refiere al acoplamiento de las piezas entre sí, la siguiente condición: cualquier rodamiento del tamaño adecuado deberá ser montado con una ligera presión, es decir, deberá quedar fijo en el árbol. Para conseguir esta condición es necesario que, antes del montaje de las piezas, el diámetro del árbol sea ligeramente mayor que el diámetro interior del rodamiento.



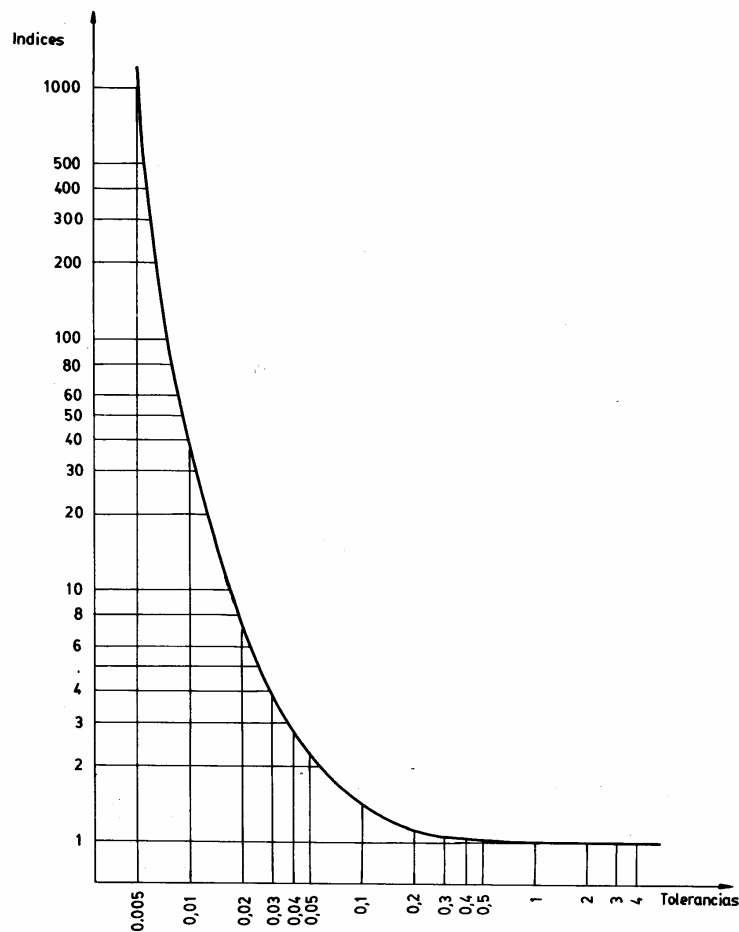
El ideal sería la fabricación de piezas exactamente iguales, pero como se ha indicado, esto resulta imposible de conseguir, por lo que se obliga a tolerar inexactitudes dimensionales, geométricas y superficiales comprendidas entre límites admisibles para que las piezas construidas sirvan como si se hubiesen fabricado expresamente para el mecanismo en el que se montan (intercambiabilidad) y, a su vez, puedan asegurar un correcto funcionamiento del mismo (funcionalidad). Estas inexactitudes admisibles se denominan *tolerancias*, y pueden ser: dimensionales, geométricas y superficiales, si se refieren, respectivamente, a irregularidades dimensionales, geométricas y superficiales.

Las tolerancias se aplicarán únicamente a aquellas cotas y superficies que aseguren el montaje y la funcionalidad de la pieza.

## **TOLERANCIAS DIMENSIONALES**

La imposibilidad de poder obtener una dimensión exactamente igual a la correspondiente cota indicada en el plano de la pieza, puede ser debida a múltiples causas: falta de precisión de los aparatos de medida, errores cometidos por los operarios, deformaciones mecánicas, dilataciones térmicas, falta de precisión de las máquinas-herramientas, etc. Las tolerancias que limitan estas irregularidades dimensionales se denominan *tolerancias dimensionales*.

Para la fabricación de una pieza es conveniente que los límites entre los que pueden variar sus dimensiones, es decir, la tolerancia dimensional, sea lo más amplia posible, ya que siendo mínima esta tolerancia exigirá una mayor atención en la fabricación (máquinas más precisas, operarios más cualificados, etc.), lo cual, sin duda, encarecerá su coste. En el siguiente gráfico se puede observar la variación experimentada por los costes de fabricación en función de la precisión.



Por el contrario, generalmente la utilización de la pieza requiere que aquellas diferencias dimensionales sean mínimas para asegurar un mejor funcionamiento de la máquina o mecanismo a la que pertenecen.

En el proyecto de máquinas y mecanismos se estudiarán las circunstancias aludidas para resolver aquellos problemas de precisión y fabricación, consignando en los dibujos los valores máximo y mínimo admisibles de las dimensiones de las piezas.

#### **DEFINICIONES:**

**EJE.** Término convencionalmente empleado para designar cualquier medida exterior de una pieza, aunque ésta no sea cilíndrica (por ejemplo, la distancia entre dos planos paralelos).

**AGUJERO.** Término convencionalmente empleado para designar cualquier medida interior de una pieza, aunque ésta no sea cilíndrica (por ejemplo, la distancia entre dos planos paralelos).

**MEDIDA NOMINAL.** Es el valor indicado en el dibujo para una medida determinada, con respecto a la cual se evalúan los errores o desviaciones. Suele corresponder con la medida teórica o ideal obtenida por cálculo, según la experiencia, por una normalización, por una imposición física, etc. Puede ser un número entero o un número decimal.

**MEDIDA EFECTIVA.** Es la medida de un elemento obtenida como resultado de una medición efectuada una vez construida la pieza.

**MEDIDAS LIMITES.** Son aquellas que corresponden con las medidas extremas admisibles, dentro de cuyo intervalo debe encontrarse la medida efectiva para que la pieza no sea rechazada.

**MEDIDA MAXIMA.** Es la mayor medida admisible de un elemento.

**MEDIDA MINIMA.** Es la menor medida admisible de un elemento.

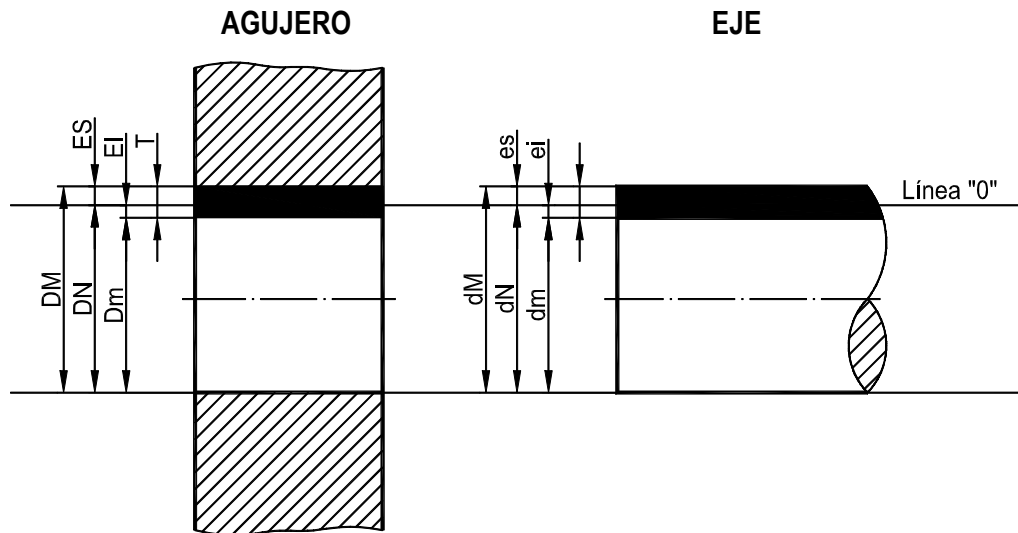
**DESVIACION.** Diferencia algebraica entre una medida y la medida nominal correspondiente. Se consideran positivas cuando la medida es superior a la nominal y negativas en caso contrario.

**DESVIACION SUPERIOR.** Es la diferencia algebraica entre la medida máxima y la medida nominal correspondiente.

**DESVIACION INFERIOR.** Es la diferencia algebraica entre la medida mínima y la medida nominal correspondiente.

**LINEA CERO.** En la representación gráfica de tolerancias y ajustes es la línea a partir de la cuál se representan las desviaciones. Es la línea de desviación nula y se corresponde con la medida nominal.

**TOLERANCIA.** Es el error que se admite en la fabricación, es decir, la diferencia entre las medidas máxima y mínima. También se puede definir como la diferencia algebraica entre las desviaciones superior e inferior. La medida práctica del elemento ha de quedar dentro de la zona de tolerancia para que la pieza no sea rechazada. El concepto de tolerancia representa la consideración de dimensiones sumamente pequeñas, utilizándose la micra como unidad de medida para expresarlas ( $1\mu=0,001$  mm.).



$$T = DM - Dm$$

$$ES = DM - DN$$

$$EI = Dm - DN$$

$$T = ES - EI \text{ (diferencia algebraica)}$$

DN: medida nominal del agujero.  
 DM: medida máxima del agujero.  
 Dm: medida mínima del agujero.  
 ES: desviación superior del agujero.  
 EI: desviación inferior del agujero.  
 T: tolerancia del agujero.

$$t = dM - dm$$

$$es = dM - dN$$

$$ei = dm - dN$$

$$t = es - ei \text{ (diferencia algebraica)}$$

dN: medida nominal del eje.  
 dM: medida máxima del eje.  
 dm: medida mínima del eje.  
 es: desviación superior del eje.  
 ei: desviación inferior del eje.  
 t: tolerancia del eje.

## DIFERENTES POSICIONES DE LA TOLERANCIA

Una vez que se fija la magnitud de la tolerancia (error máximo admitido en la construcción), cabe preguntar: ¿la cota nominal ha de estar comprendida dentro de la zona de tolerancia?, ¿la cota real ha de ser inferior a la cota nominal?, ¿puede la cota real exceder a la cota nominal?.

A la tolerancia se le puede fijar una posición, con lo cual se obtendrían cotas, aún estando dentro de la tolerancia, que tendrían límites distintos. Esta posición de la tolerancia la determina la característica de juego o aprieto que deba tener el ajuste.

Las diferentes posiciones que la tolerancia puede ocupar con respecto a la línea cero son las siguientes:

**TOLERANCIA COMPLETAMENTE SITUADA POR ENCIMA DE LA LINEA CERO.** En este caso las medidas máxima y mínima son superiores a la medida nominal, en consecuencia, las desviaciones superior e inferior son positivas.

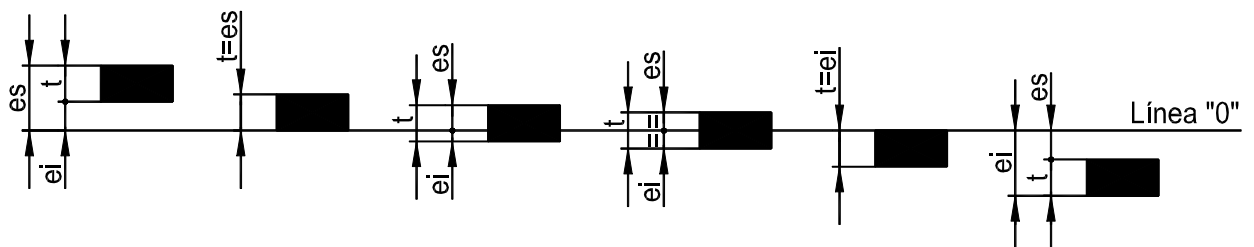
**TOLERANCIA SITUADA POR ENCIMA DE LA LINEA CERO Y APOYADA SOBRE LA MISMA.** En este caso la medida máxima es superior a la medida nominal, y la medida mínima coincide con la medida nominal, en consecuencia, la desviación superior es positiva y la desviación inferior es nula. El valor de la tolerancia es igual al valor de la desviación superior.

**TOLERANCIA SITUADA POR ENCIMA Y POR DEBAJO DE LA LINEA CERO.** En este caso la medida máxima es superior a la medida nominal, y la medida mínima es inferior a la medida nominal, en consecuencia, la desviación superior es positiva y la desviación inferior es negativa.

**TOLERANCIA SITUADA SIMETRICAMENTE CON RESPECTO A LA LINEA CERO.** En este caso la medida máxima es superior a la medida nominal, y la medida mínima es inferior a la medida nominal, en consecuencia, la desviación superior es positiva y la desviación inferior es negativa, pero con la particularidad de que el valor absoluto de ambas desviaciones coinciden. El valor de la tolerancia es el doble del valor de una de las desviaciones.

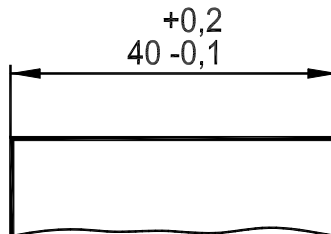
**TOLERANCIA SITUADA POR DEBAJO DE LA LINEA CERO Y COINCIDENTE CON LA MISMA.** En este caso la medida máxima coincide con la medida nominal, y la medida mínima es inferior a la medida nominal, en consecuencia, la desviación superior es nula y la desviación inferior es negativa. El valor de la tolerancia es igual al valor absoluto de la desviación inferior.

**TOLERANCIA COMPLETAMENTE SITUADA POR DEBAJO DE LA LINEA CERO.** En este caso las medidas máxima y mínima son inferiores a la medida nominal, en consecuencia, las desviaciones superior e inferior son negativas.

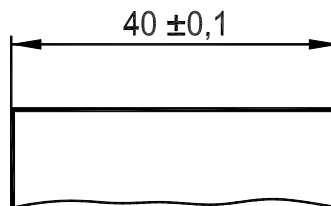


## INDICACION DE LAS TOLERANCIAS DIMENSIONALES

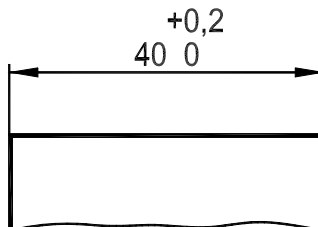
**CASO GENERAL.** Una cota con tolerancia dimensional se indicará con su medida nominal seguida de las desviaciones. La desviación superior se indicará encima de la desviación inferior. Ambas desviaciones se indicarán con su signo correspondiente y en las mismas unidades que la medida nominal.



**TOLERANCIAS SITUADAS SIMÉTRICAMENTE CON RESPECTO A LA LINEA CERO.** Si la tolerancia está situada simétricamente con respecto a la línea cero, solamente se anotará una vez el valor de las desviaciones, precedida del signo  $\pm$ .

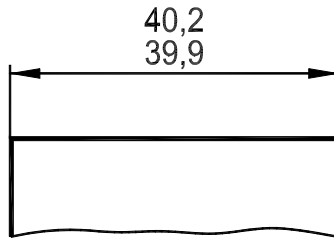


**UNA DE LAS DESVIACIONES ES NULA.** Si una de las desviaciones es nula, ésta se expresará por la cifra 0.

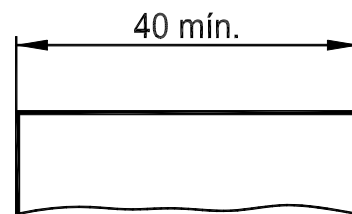
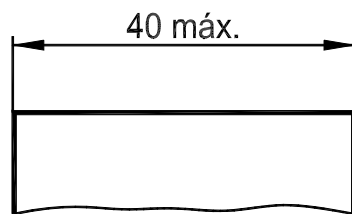


Pueden darse algunos casos particulares:

**MEDIDAS LIMITES.** Las medidas límites pueden también indicarse, situando la medida máxima encima de la medida mínima.



**MEDIDAS LIMITADAS EN UN SENTIDO.** Si la medida está limitada solamente en un sentido, deberá indicarse a continuación de la misma la palabra "mín." o "máx."



**TOLERANCIAS DE MEDIDAS ANGULARES.** Las notaciones admitidas para la indicación de las tolerancias de las medidas lineales se aplican igualmente a las medidas angulares.

