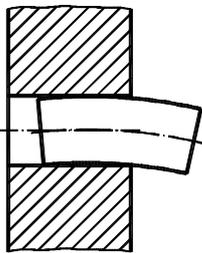

TOLERANCIAS GEOMETRICAS

INTRODUCCION

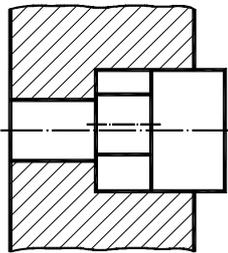
En determinadas ocasiones, como por ejemplo: mecanismos muy precisos, piezas de grandes dimensiones, etc., la especificación de tolerancias dimensionales puede no ser suficiente para asegurar un correcto montaje y funcionamiento de los mecanismos.

Las siguientes figuras muestran tres casos donde una de las piezas puede ser correcta desde el punto de vista dimensional (diámetros de las secciones dentro de tolerancia) y no ser apta para el montaje: en el primer caso tendríamos un defecto de rectitud, en el segundo caso tendríamos un defecto de coaxialidad, y en el tercer caso tendríamos un defecto de perpendicularidad.

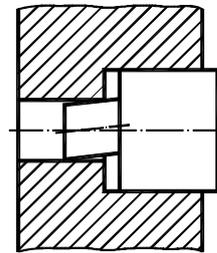
Vemos, pues, que en la fabricación se producen irregularidades geométricas que pueden afectar a la forma, posición y orientación de los diferentes elementos constructivos de las piezas.



DEFECTO DE RECTITUD



DEFECTO DE COAXIALIDAD



DEFECTO DE PERPENDICULARIDAD

Una tolerancia dimensional aplicada a una medida ejerce algún grado de control sobre desviaciones geométricas, por ejemplo: la tolerancia dimensional tiene efecto sobre el paralelismo y la planicidad. Sin embargo, en algunas ocasiones la tolerancia de medida no limita suficientemente las desviaciones geométricas; por tanto, en estos casos se deberá especificar expresamente una tolerancia geométrica, teniendo prioridad sobre el control geométrico que ya lleva implícita la tolerancia dimensional.

Podríamos definir la tolerancia geométrica de un elemento de una pieza (superficie, eje, plano de simetría, etc) como la zona de tolerancia dentro de la cual debe estar contenido dicho elemento. Dentro de la zona de tolerancia el elemento puede tener cualquier forma u orientación, salvo si se da alguna indicación más restrictiva.

El uso de tolerancias geométricas evita la aparición en los dibujos de observaciones tales como "superficies planas y paralelas", con la evidente dificultad de interpretación cuantitativa que conllevan; aún más, a partir de los acuerdos internacionales sobre símbolos para las tolerancias geométricas, los problemas de lenguaje están siendo superados.

Las tolerancias geométricas deberán ser especificadas solamente en aquellos requisitos que afecten a la funcionalidad, intercambiabilidad y posibles cuestiones relativas a la fabricación; de otra manera, los costes de fabricación y verificación sufrirán un aumento innecesario. En cualquier caso, estas tolerancias habrán de ser tan grandes como lo permitan las condiciones establecidas para satisfacer los requisitos del diseño.

El uso de tolerancias geométricas permitirá, pues, un funcionamiento satisfactorio y la intercambiabilidad, aunque las piezas sean fabricadas en talleres diferentes y por distintos equipos y operarios.

SIMBOLOS PARA LA INDICACION DE LAS TOLERANCIAS GEOMETRICAS

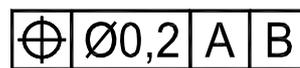
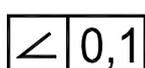
La siguiente tabla presenta los símbolos utilizados para la indicación de las tolerancias geométricas según UNE 1121.

TIPO DE TOLERANCIA	CARACTERISTICAS	SIMBOLO
Forma	Rectitud	—
	Planicidad	
	Redondez	
	Cilindricidad	
	Forma de una línea	
	Forma de una superficie	
Orientación	Paralelismo	//
	Perpendicularidad	⊥
	Inclinación	
Situación	Posición	⊕
	Concentricidad y Coaxialidad	
	Simetría	≡
Oscilación	Circular	
	Total	

RECTANGULO DE TOLERANCIA

La indicación de las tolerancias geométricas en los dibujos se realiza por medio de un rectángulo dividido en dos o más compartimentos, los cuáles contienen, de izquierda a derecha, la siguiente información:

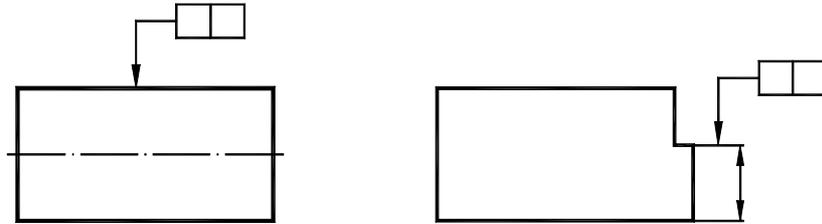
- Símbolo de la característica a controlar.
- Valor de la tolerancia expresada en las mismas unidades utilizadas para el acotado lineal. Este valor irá precedido por el símbolo \varnothing si la zona de tolerancia es circular o cilíndrica.
- Letra identificativa del elemento o elementos de referencia, si los hay.



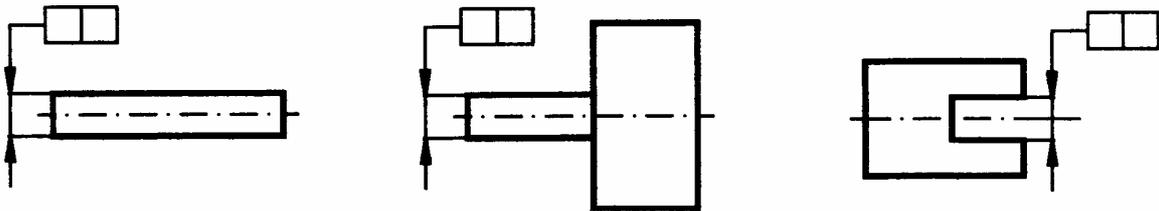
ELEMENTO CONTROLADO

El rectángulo de tolerancia se une al elemento controlado mediante una línea de referencia terminada en flecha, en la forma siguiente:

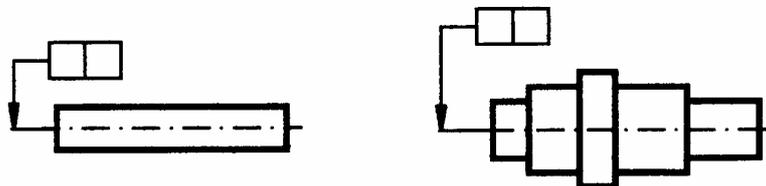
- Sobre el contorno del elemento o en su prolongación (pero no como continuación de una línea de cota), cuando la tolerancia se refiere a la línea o superficie en cuestión.



- Como prolongación de una línea de cota, cuando la tolerancia se refiere al eje o plano de simetría del elemento en cuestión.

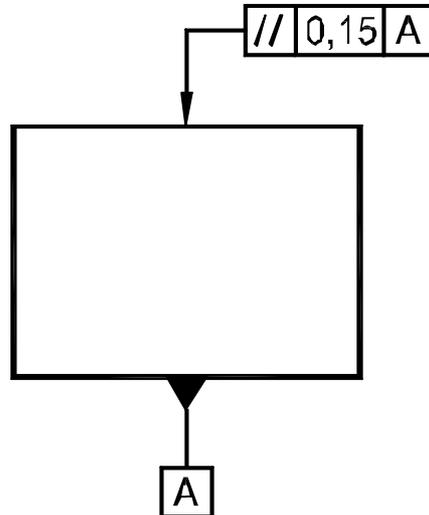


- Sobre el eje, cuando la tolerancia se refiere al eje o plano de simetría de todos los elementos que lo tienen en común.

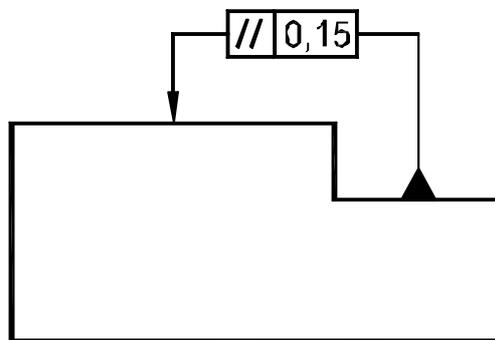


ELEMENTOS DE REFERENCIA

Cuando el elemento a controlar se relacione con una referencia, esta se identifica con una letra mayúscula colocada en un recuadro que va unido a un triángulo de referencia. La misma letra que identifica la referencia se repite en el rectángulo de tolerancia.

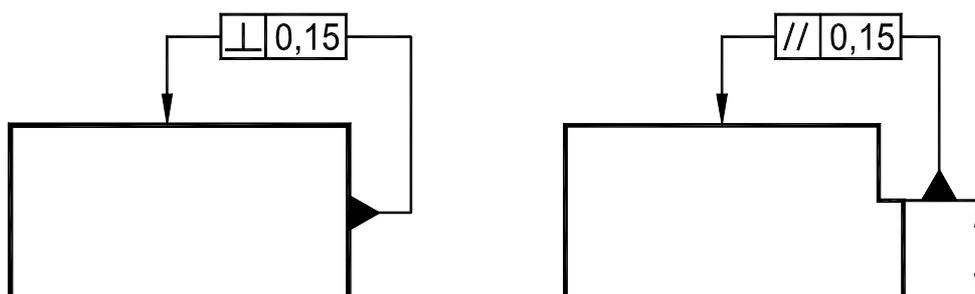


Si el rectángulo de tolerancia se puede unir directamente al elemento de referencia, la letra de referencia puede omitirse.

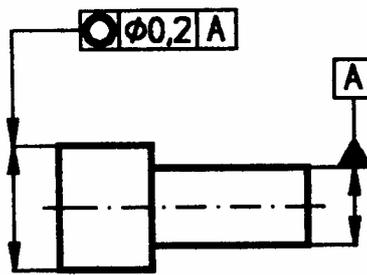


El triángulo y la letra de referencia se colocan:

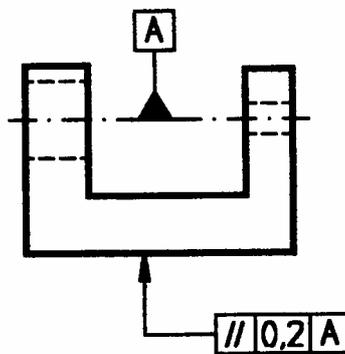
- Sobre el contorno del elemento o en una prolongación del contorno (pero claramente separada de la línea de cota), cuando el elemento de referencia es la propia línea o superficie que define dicho contorno.



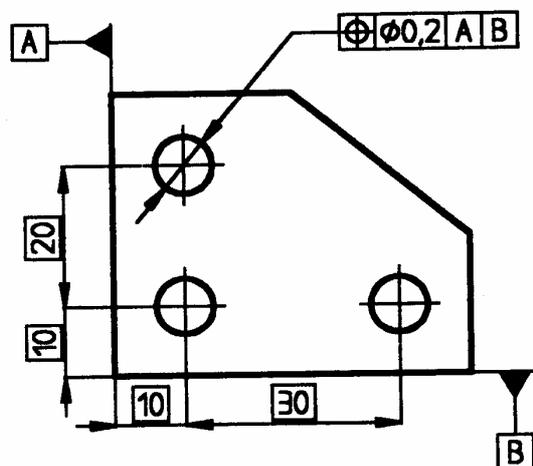
- Como una prolongación de la línea de cota cuando el elemento de referencia es el eje o plano de simetría del elemento en cuestión.



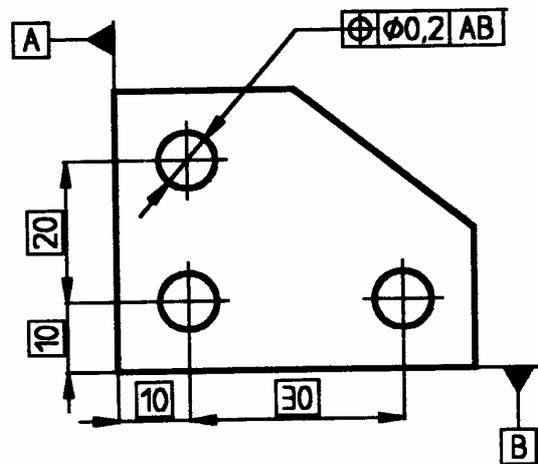
- Sobre el eje o plano de simetría cuando la referencia es el eje común o plano de simetría de todos los elementos que lo tengan en común.



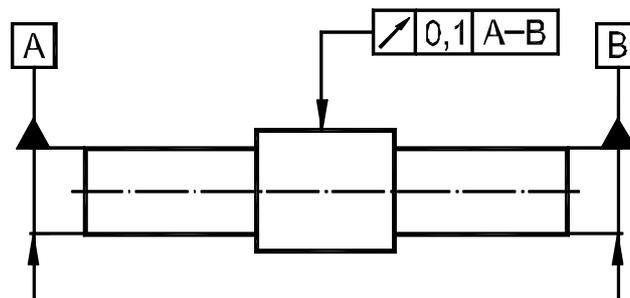
- Un sistema de referencias múltiples consiste en varios elementos de referencia. Si las referencias deben ser aplicadas en un determinado orden, las letras mayúsculas de referencia deberán ser colocadas en recuadros contiguos, en el mismo orden en que se tengan que aplicar.



- Si las referencias múltiples no deben ser aplicadas en un determinado orden, las letras mayúsculas de referencia deberán de colocarse juntas en el último recuadro del rectángulo de tolerancia.



- Una referencia común formada por dos elementos de referencia se identifica con dos letras separadas por un guión.



ESPECIFICACIONES RESTRICTIVAS

Indicaciones restrictivas sobre la forma del elemento dentro de la zona de tolerancia, deberán indicarse al lado del rectángulo de tolerancia.

\square 0,05 no cóncavo

\square 0,05 no convexo

Cuando sea necesario especificar más de una tolerancia a un elemento, se darán las especificaciones en rectángulos colocados uno sobre otro.

\circ 0,01
// 0,06 B

Cuando la tolerancia se aplica a una longitud parcial, en cualquier posición, el valor de dicha longitud debe añadirse detrás del valor de la tolerancia, separado por una barra inclinada. Igualmente, si en lugar de una longitud, se refiere a una superficie, se usa la misma indicación. En este caso la tolerancia se aplica a cualquier línea de la longitud indicada, en cualquier posición y cualquier dirección.

// 0,01/100 A

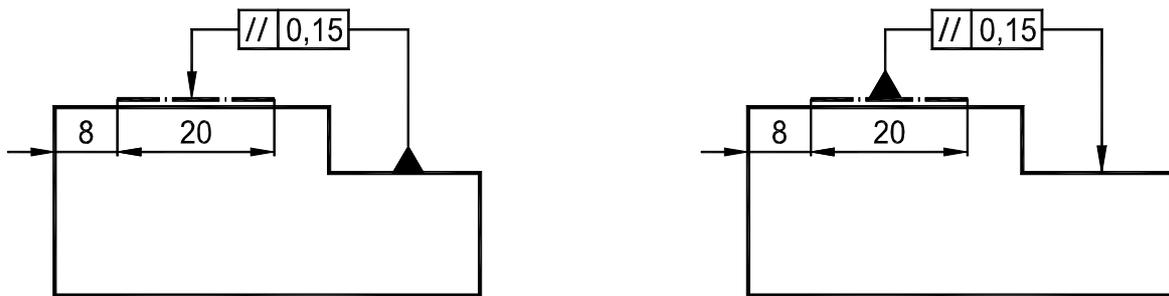
Cuando una especificación referida a un elemento completo deba ser complementada con otra referida a una parte de él, esta última deberá colocarse debajo de la anterior, en otro recuadro.

**//

0,1
0,01/100

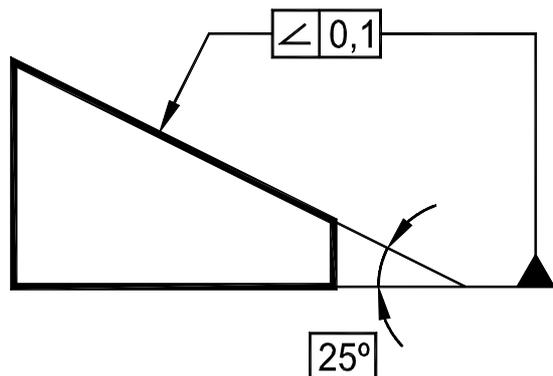
 A**

Si la tolerancia se aplica a una parte concreta del elemento, deberá dimensionarse con la ayuda de cotas y una línea gruesa de trazo y punto. Del mismo modo, cuando se toma como referencia solamente una parte de un elemento, deberá dimensionarse con la ayuda de cotas y una línea gruesa de trazo y punto.



COTAS TEORICAMENTE EXACTAS

En el caso de tolerancias de posición, orientación o forma de un perfil, las cotas que determinan respectivamente la posición, orientación o forma teóricamente exactas, no deben ser objeto de tolerancia. Tales dimensiones se colocan dentro de un recuadro.



ESPECIFICACION DE LAS TOLERANCIAS GEOMETRICAS

ZONAS DE TOLERANCIA

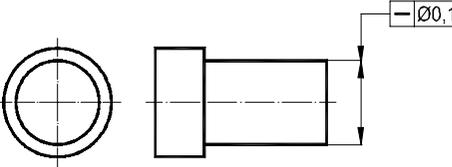
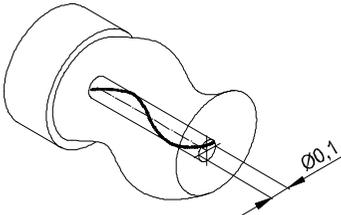
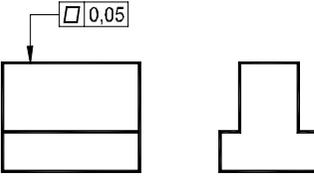
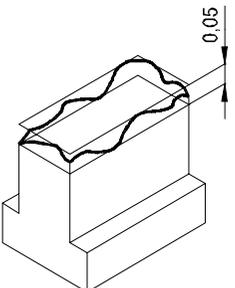
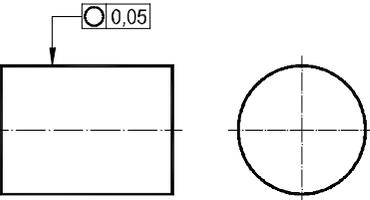
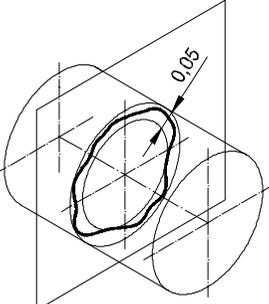
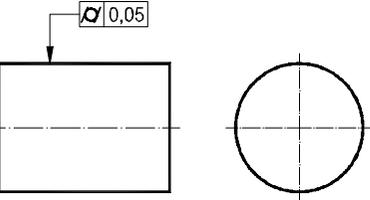
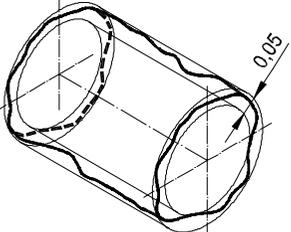
De acuerdo con la característica objeto de la tolerancia y de la forma en que esté acotada, la zona de tolerancia puede ser una de las siguientes:

- La superficie de un círculo.
- La superficie comprendida entre dos círculos concéntricos.
- La superficie comprendida entre dos rectas paralelas o dos líneas equidistantes.
- El espacio interior a un cilindro.
- El espacio comprendido entre dos cilindros coaxiales.
- El espacio comprendido entre dos planos paralelos o dos superficies equidistantes.
- El espacio interior a un paralelepípedo.

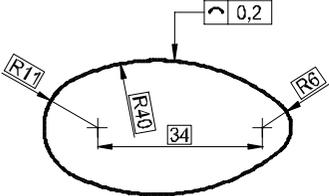
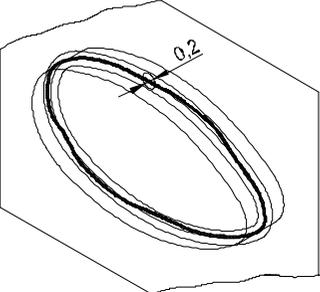
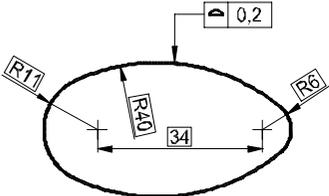
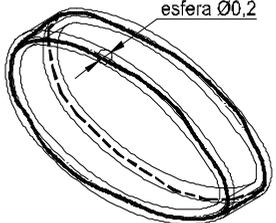
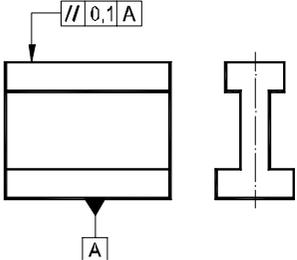
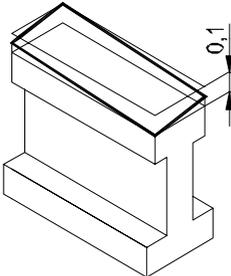
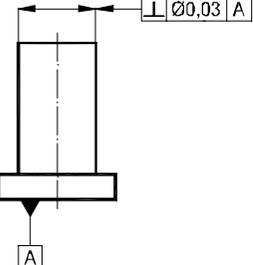
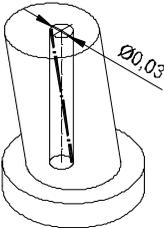
INDICACION DE TOLERANCIAS GEOMETRICAS

En las siguientes tablas se presentan una serie de ejemplos de indicación e interpretación de tolerancias geométricas.

EJEMPLOS DE INDICACION E INTERPRETACION DE TOLERANCIAS GEOMETRICAS

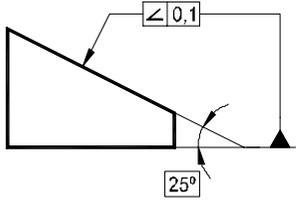
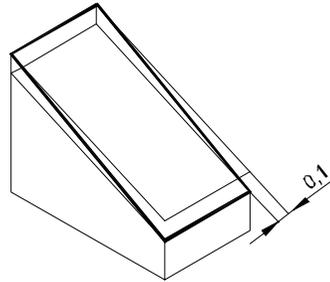
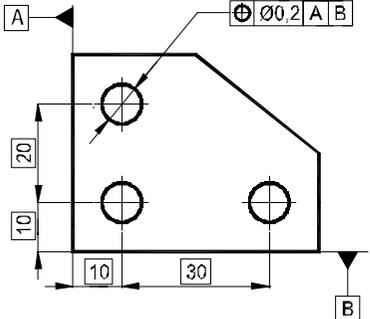
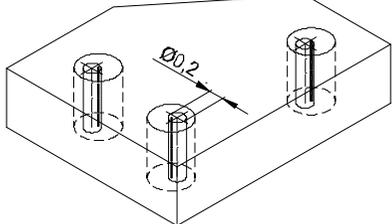
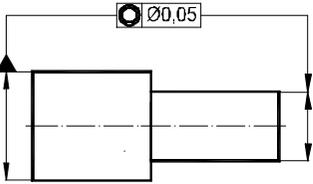
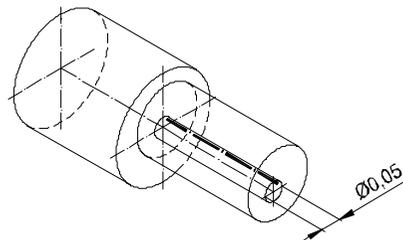
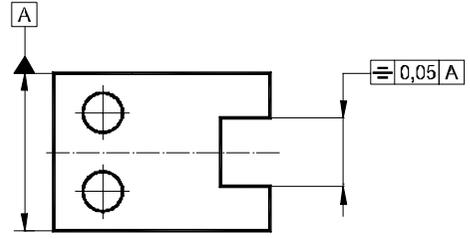
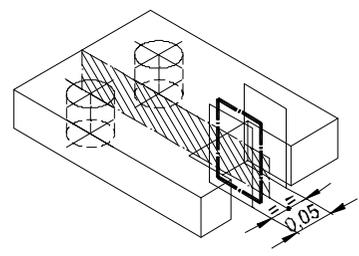
TIPO DE TOLERANCIA	CARACTERISTICAS	SIMBOLO	INDICACION EN EL DIBUJO	ZONA DE TOLERANCIA	INTERPRETACION
Forma	Rectitud	—			<p>El eje del cilindro controlado deberá estar contenido en el interior de un cilindro de 0,1 mm. de diámetro.</p>
	Planicidad	▭			<p>La superficie plana deberá estar contenida entre dos planos paralelos separados 0,05 mm.</p>
	Redondez	○			<p>El contorno circular de cualquier sección transversal deberá estar contenido entre dos circunferencias concéntricas cuya diferencia de radios es 0,05 mm.</p>
	Cilindricidad	⌀			<p>La superficie cilíndrica deberá estar contenida entre dos cilindros coaxiales cuya diferencia de radios es 0,05 mm.</p>

EJEMPLOS DE INDICACION E INTERPRETACION DE TOLERANCIAS GEOMETRICAS

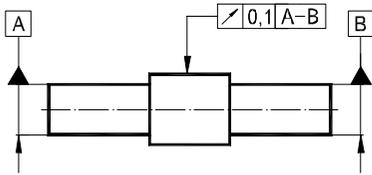
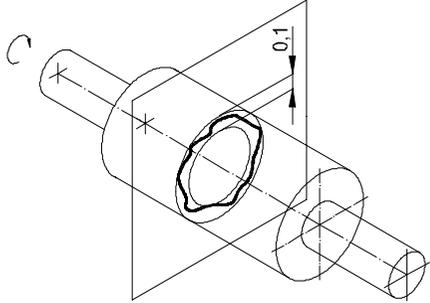
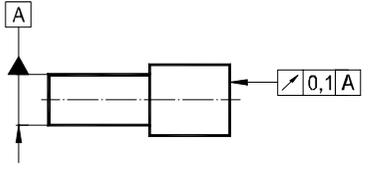
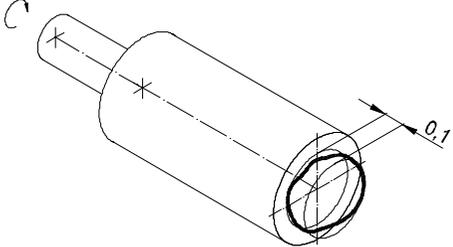
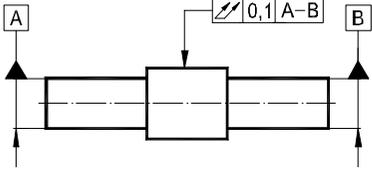
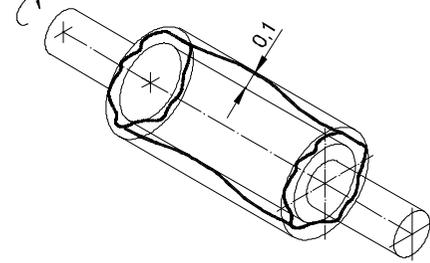
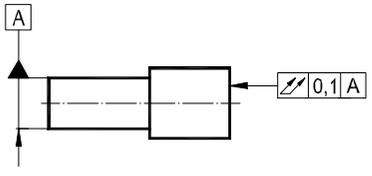
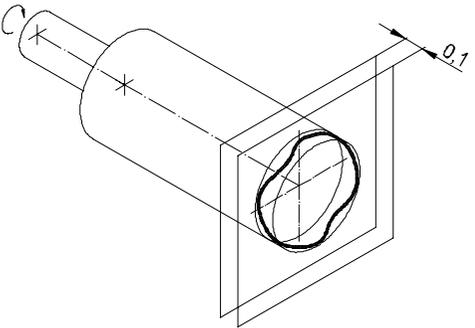
TIPO DE TOLERANCIA	CARACTERISTICAS	SIMBOLO	INDICACION EN EL DIBUJO	ZONA DE TOLERANCIA	INTERPRETACION
Forma	Forma de una línea				En cada sección paralela al plano de proyección, el perfil controlado deberá estar contenido entre dos envolventes de círculos de diámetro 0,2 mm., cuyos centros están situados sobre un perfil geoméricamente perfecto.
	Forma de una superficie				La superficie controlada deberá estar contenida entre dos superficies envolventes de esferas de diámetro 0,2 mm., cuyos centros están situados sobre una superficie geoméricamente perfecta.
Orientación	Paralelismo				El plano controlado deberá estar contenido entre dos planos paralelos separados 0,1 mm. y paralelos al plano de referencia A.
	Perpendicularidad				El eje del cilindro controlado deberá estar contenido dentro de un cilindro de diámetro 0,03 mm. y eje perpendicular al plano de referencia A.

EJEMPLOS DE INDICACION E INTERPRETACION DE TOLERANCIAS GEOMETRICAS

(hoja 3 de 4)

TIPO DE TOLERANCIA	CARACTERISTICAS	SIMBOLO	INDICACION EN EL DIBUJO	ZONA DE TOLERANCIA	INTERPRETACION
Orientación	Inclinación	\angle			El plano controlado deberá estar contenido entre dos planos paralelos separados 0,1 mm. e inclinados 25° con respecto al plano de referencia A.
Situación	Posición	\oplus			Cada uno de los ejes de los tres taladros deberá estar situado dentro de un cilindro de diámetro 0,2 mm., cuyo eje coincidirá con la posición teórica exacta de los ejes de dichos taladros, la cual ha sido establecida con respecto a los planos de referencia A y B.
	Concentricidad y Coaxialidad	\odot			El eje del cilindro controlado deberá estar situado dentro de un cilindro de diámetro 0,05 mm. y coaxial con el eje de referencia A.
	Simetría	\equiv			El plano de simetría de la ranura deberá estar situado entre dos planos paralelos separados 0,05 mm. y situados simétricamente con respecto al plano medio A de referencia.

EJEMPLOS DE INDICACION E INTERPRETACION DE TOLERANCIAS GEOMETRICAS

TIPO DE TOLERANCIA	CARACTERISTICAS	SIMBOLO	INDICACION EN EL DIBUJO	ZONA DE TOLERANCIA	INTERPRETACION
Oscilación	Circular	↗			<p>OSCILACION CIRCULAR RADIAL:</p> <p>En cualquier posición de medición radial, la oscilación máxima del contorno de la sección correspondiente está limitada por dos círculos concéntricos cuya diferencia de radios es 0,1 mm. y centro coincidente con el eje de referencia A-B, durante una revolución completa de la pieza alrededor de dicho eje.</p>
					<p>OSCILACION CIRCULAR AXIAL:</p> <p>En cualquier posición de medición axial, la oscilación máxima del contorno de la sección correspondiente está limitada por dos círculos paralelos separados 0,1 mm. y centro coincidente con el eje de referencia A, durante una revolución completa de la pieza alrededor de dicho eje.</p>
	Total	↗↘			<p>OSCILACION TOTAL RADIAL:</p> <p>En toda la superficie cilíndrica, la máxima oscilación radial que puede presentar la misma está limitada por dos cilindros coaxiales cuya diferencia de radios es 0,1 mm. y cuyos ejes coinciden con el eje de referencia A-B, durante varias revoluciones de la pieza alrededor de dicho eje y con desplazamiento axial del equipo de medida.</p>
					<p>OSCILACION TOTAL AXIAL:</p> <p>En toda la superficie especificada, la máxima oscilación axial que puede presentar la misma está limitada por dos planos paralelos separados 0,1 mm. y perpendiculares al eje de referencia A, durante varias revoluciones de la pieza alrededor de dicho eje y con desplazamiento radial del instrumento de medida.</p>