

---

---

*FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN*



**UNAM**  
CUAUTITLÁN

*DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA*



**UNAM**  
CUAUTITLÁN

*LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DE MATERIALES*

---

---

*LECTURAS DE INGENIERÍA 8*

***TOLERANCIAS GEOMÉTRICAS***

---

---



---

---

*M. en I. Felipe Díaz del Castillo Rodríguez.*

CUAUTITLÁN IZCALLI 2008

## **INTRODUCCIÓN**

El desarrollo de la Ciencia y Tecnología actuales implican la generación y aplicación del conocimiento en muchas áreas y consecuentemente el estudiante de Ingeniería debe estar al tanto de los mismos, sin embargo, debido a la actualización poco frecuente de los programas y planes de estudio y por las limitaciones propias de semestres de apenas cuatro meses de actividades académicas, es difícil la actualización del estudiante en dichos conocimientos, además, dejar trabajos de investigación no funciona de la manera deseada, ya que en muchas ocasiones se descargan de Internet y se imprimen sin siquiera leerlos, de ese modo, surge la idea de crear una serie de apuntes de temas básicos para el ingeniero actual como son: el endurecimiento superficial del acero, las fundiciones de hierro, la tribología y el desgaste, la superplasticidad, los avances en la industria siderúrgica, superaleaciones, etc.

En esta lectura, se estudian las tolerancias geométricas, su nomenclatura y su importancia dentro del diseño en Ingeniería.

Esperando como siempre que sea de utilidad e interés para los alumnos y personas interesadas en el tema, finalmente, cualquier comentario o corrección será bienvenido.

**ATTE.**

**Mtro. Felipe Díaz del Castillo Rodríguez.**

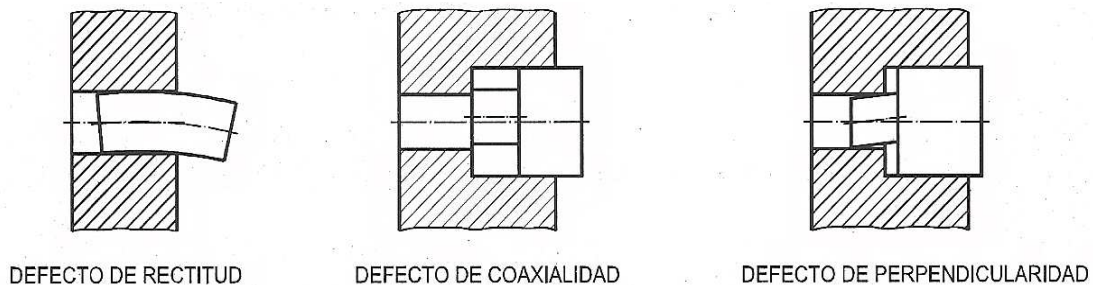
# **TOLERANCIAS GEOMÉTRICAS**

## **1. ¿QUÉ SON LAS TOLERANCIAS GEOMÉTRICAS?**

*En el diseño de cualquier pieza o herramienta se debe considerar cierta tolerancia para su fabricación.*

*Existen dos tipos de tolerancia; la tolerancia dimensional y la tolerancia geométrica. La primera controla las medidas o dimensiones de una pieza, no controla ni la forma, ni la posición, ni la orientación que tengan los elementos a los que se aplica la tolerancia dimensional.*

*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. En la figura 1.1 se 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.*



**Figura 1.1. Defectos de geometría**

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

*La tolerancia geométrica controla la forma, posición u orientación de los elementos a los que se aplican, pero no sus dimensiones, en otras palabras podríamos definir la tolerancia geométrica de un elemento, 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.*

*Las normas ANSI Y14.5M, ISO 8015 y la española UNE 1-149 establecen el Principio de independencia:*

*"Cada requisito dimensional o geométrico especificado sobre un dibujo debe ser respetado por sí mismo, al margen de otros que pueda haber, excepto en el caso en que esté especificada una relación particular. Por lo tanto, sin una relación particular especificada, la tolerancia geométrica se aplica sin tener en cuenta la medida del elemento, y ambos requisitos se consideran independientes".*

*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 especificarse 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.*

*El "Principio de tolerancias fundamentales"; establece el principio de relación entre tolerancias dimensionales y geométricas.*

- *El requisito de la envolvente.*
- *El principio de máximo material*
- *El de mínimo material.*

*El requisito de la envolvente exige que la envolvente de forma perfecta en condición de máximo material no se sobrepase. Afecta únicamente a tolerancias de forma y establece una forma límite del elemento para unos valores determinados de las tolerancias dimensionales (los que corresponden a máximo material) de manera que esta especificación determina la forma extrema que puede tener el elemento. Sólo afecta a tolerancias de forma del elemento.*

*El acoplamiento de dos elementos depende de; las medidas reales de las piezas (tolerancias dimensionales) y de los errores de forma y posición de los elementos a acoplar (tolerancias geométricas).*









*El objetivo fundamental del Principio de máximo material, es establecer condiciones de diseño que garanticen el montaje de dos piezas, que deben acoplar entre sí, teniendo en cuenta las tolerancias dimensionales de las piezas, y determinando en función de ellas, los valores de tolerancias geométricas necesarias para garantizar el montaje de las piezas y abaratar la fabricación y el proceso de verificación.*






*El Principio de máximo material establece unas condiciones de montaje específicas que corresponden a las más desfavorables: Condiciones de Máximo Material y errores de forma y posición máximos; para garantizar de esta forma que siempre se pueda realizar el montaje.*

*De esta forma, si las medidas efectivas de los elementos acoplados se alejan de los límites de máximo material, la tolerancia geométrica especificada puede incrementarse sin perjudicar las condiciones de montaje*

## 2. SÍMBOLOS PARA LA INDICACIÓN DE LAS TOLERANCIAS GEOMÉTRICAS.

La tabla 1.1 presenta los símbolos utilizados para la indicación de las tolerancias geométricas según las normas ANSI Y14.5M, ISO 8015 y la española UNE 1-149

| <b>TIPO DE TOLERANCIA</b> | <b>CARACTERÍSTICAS</b>         | <b>SÍMBOLO</b>  |
|---------------------------|--------------------------------|---|
| <b>Forma</b>              | <i>Rectitud</i>                | —   |
|                           | <i>Planicidad</i>              |    |
|                           | <i>Redondez</i>                |  |
|                           | <i>Cilindricidad</i>           |  |
|                           | <i>Forma de una línea</i>      |  |
|                           | <i>Forma de una superficie</i> |  |
| <b>Orientación</b>        | <i>Paralelismo</i>             |  |
|                           | <i>Perpendicularidad</i>       |  |
|                           | <i>Inclinación</i>             |  |

|                   |  |   |
|-------------------|--|---|
| <i>Situación</i>  | <i>Posición</i>                            |  |
|                   | <i>Concentricidad</i> y <i>Coaxialidad</i> |  |
|                   | <i>Simetría</i>                            |  |
| <i>Oscilación</i> | <i>Circular</i>                            |  |
|                   | <i>Total</i>                               |  |

### 3. RECTÁNGULO DE TOLERANCIA

*La indicación de las tolerancias geométricas en los dibujos se realiza por medio de un rectángulo dividido en dos o más compartimientos, figura 2, 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  $\square$  si la zona de tolerancia es circular o cilíndrica.*
- *Letra identidad del elemento o elementos de referencia, si los hay.*





Figura 2. División del rectángulo en 2 o más compartimientos

#### 4. 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 0 superficie en cuestión.*



Figura 3.

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

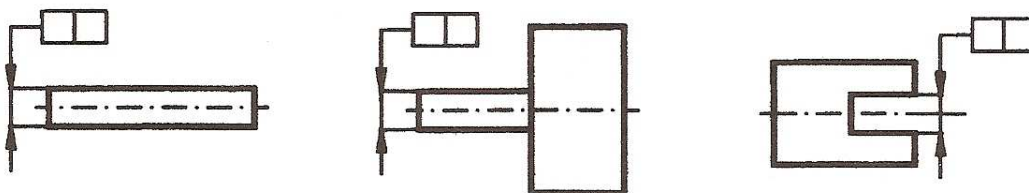


Figura 4.

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

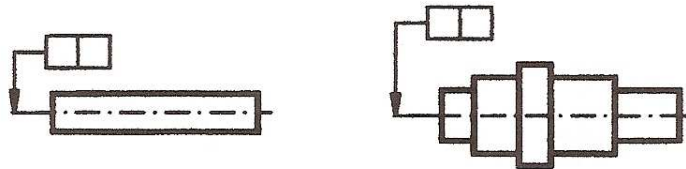


Figura 5.

## **5. 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.*

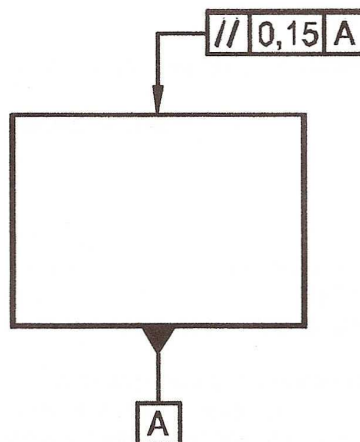


Figura 6.

*Si el rectángulo de tolerancia se puede unir directamente al elemento de referencia, la letra de referencia puede omitirse, figura 7.*

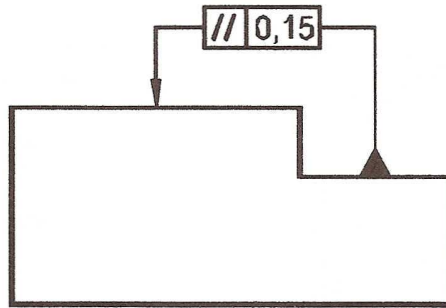


Figura 7.

*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 la superficie que define dicho contorno.*

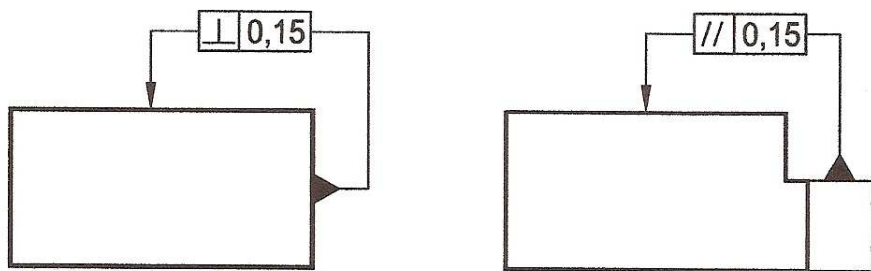


Figura 8.

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

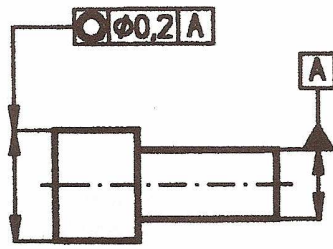


Figura 9.

- *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.*

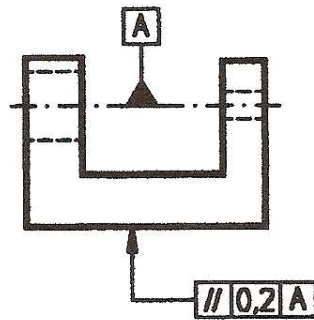


Figura 10

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

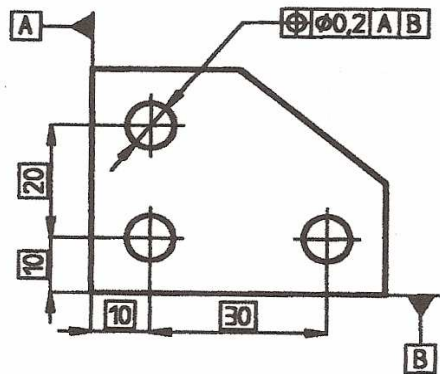


Figura 11

- *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.*

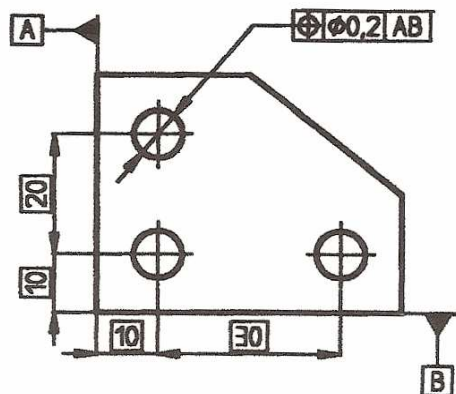


Figura 12.

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

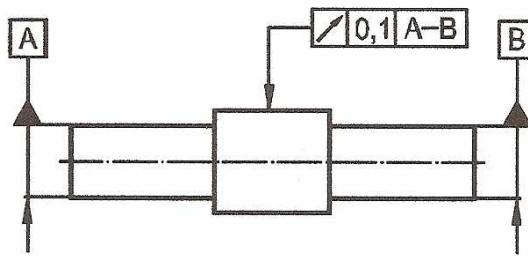


Figura 13.

## 6. ESPECIFICACIONES RESTRICTIVAS

*Indicaciones restrictivas sobre la forma del elemento dentro de la zona de tolerancia, deberían indicarse al lado del rectángulo de tolerancia, figura 14*



Figura 14.

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



Figura 15.

*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.*



Figura 16.

*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.*



Figura 17.

*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.*

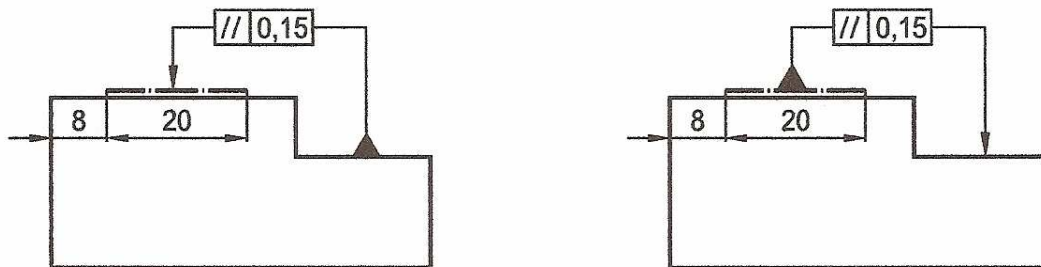


Figura 18.

## 7. COTAS TEÓRICAMENTE 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.*

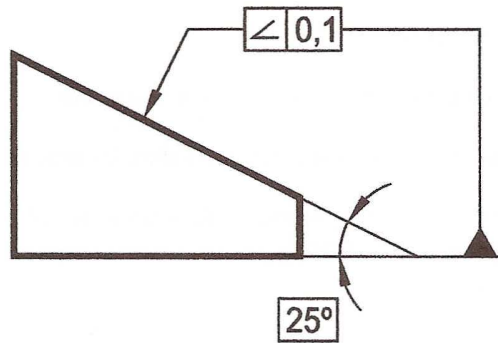


Figura 19.

## 8. ESPECIFICACIÓN DE LAS TOLERANCIAS GEOMÉTRICAS

### 8.1. 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.*

## 9. INDICACIÓN DE TOLERANCIAS GEOMÉTRICAS

*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        | —       |                         |                    | El eje del cilindro controlado deberá estar contenido en el interior de un cilindro de 0,1 mm, de diámetro.   |
|                    | Planicidad      |         |                         |                    | La superficie plana deberá estar contenida entre dos planos paralelos separados 0,05 mm.  |
|                    | Redondez        |         |                         |                    | El contorno circular de cualquier sección transversal deberá estar contenido entre dos circunferencias concéntricas cuya diferencia de radios es 0,05 mm. |
|                    | Cilindricidad   |         |                         |                    | La superficie cilíndrica deberá estar contenida entre dos cilindros coaxiales cuya diferencia de radios es 0,05 mm.                                       |

EJEMPLOS DE INDICACION E INTERPRETACION DE TOLERANCIAS GEOMETRICAS

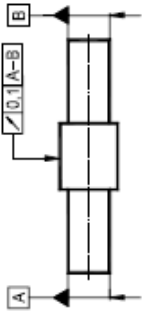
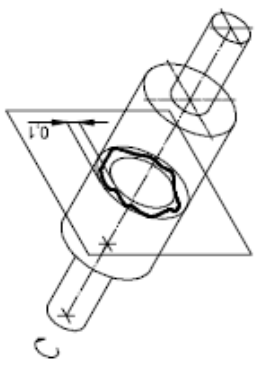
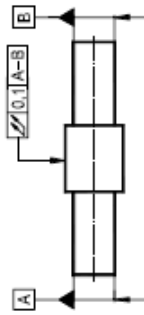
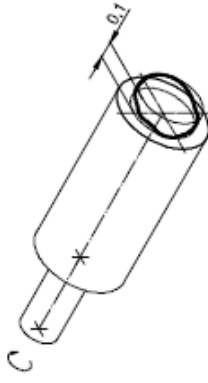
| TIPO DE TOLERANCIA | CARACTERISTICAS         | SIMBOLO | INDICACION EN EL DIBUJO | ZONA DE TOLERANCIA | INTERPRETACION   |
|--------------------|-------------------------|---------|-------------------------|--------------------|--|
| Forma              | Forma de una línea      |         |                         |                    | En cada sección paralela al plano de proyección, el perfil controlado deberá estar contenido entre dos envolventes de cilindros 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

| TIPO DE TOLERANCIA | CARACTERISTICAS              | SIMBOLO | INDICACION EN EL DIBUJO | ZONA DE TOLERANCIA | INTERPRETACION   |
|--------------------|------------------------------|---------|-------------------------|--------------------|--|
| Orientación        | Inclinación                  |         |                         |                    | El plano controlado deberá estar controlado entre dos planos paralelos separados 0,1 mm, e inclinados 25° con respecto al plano de referencia A.   |
| Situación          | Posición                     |         |                         |                    | 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 |         |                         |                    | 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                     |         |                         |                    | 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

(página 4 de 4)

| TIPO DE TOLERANCIA | CARACTERÍSTICAS | SIMBOLO | INDICACION EN EL DIBUJO  | ZONA DE TOLERANCIA  | INTERPRETACION  |
|--------------------|-----------------|---------|--|---|---|
|                    | Circular        | ↗       |   |  | <p><b>OSCILACION CIRCULAR RADIAL:</b><br/>                     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>  |
| Oscilación         | Total           | ↔↔      |  |  | <p><b>OSCILACION CIRCULAR AXIAL:</b><br/>                     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> <p><b>OSCILACION TOTAL RADIAL:</b><br/>                     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><b>OSCILACION TOTAL AXIAL:</b><br/>                     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> |

## **10. FALLAS EN LAS NORMAS ISO DE TOLERANCIAS GEOMÉTRICAS.**

*La definición funcional de las piezas conduce a resolver problemas no abordados por las normas ISO, por ejemplo determinar los radios de acuerdo de redondeos cóncavos o establecer referencias sobre superficies no identificadas por las normas ISO. Expuestos los problemas que encontraría el diseñador, se proponen posibles soluciones a los mismos. Palabras clave: radios de acuerdo, redondeos cóncavos, referencias, necesidades funcionales.*

*El primer problema se encuentra en la determinación de redondeos cóncavos*

*La resistencia a los esfuerzos, tanto de flexión como de torsión, de piezas de revolución es muy sensible a los defectos de forma y muy particularmente a las bruscas variaciones de sección. En la teoría de diseño mecánico se demuestra que es necesario aplicar coeficientes de concentración de esfuerzos, en función del valor de los radios de acuerdo de los redondeos cóncavos. En la determinación de estos coeficientes se supone que el redondeo cóncavo es perfectamente tangente a las superficies vecinas.*

*En la práctica industrial también se definen estos redondeos permitiendo una tolerancia en el valor del radio de curvatura del mismo y se expresaba según la figura. Esta forma de definición coincide con la teoría del diseño mecánico en tomar el radio como parámetro. Esta forma de definir, de tipo tolerancia dimensional, no está autorizada por la norma ISO 8015, que reserva este tipo de definición para elementos cilíndricos o de delimitados por planos paralelos.*

*La norma ISO 1101, relativa a las tolerancias geométricas, permiten definir para curvas y superficies cualesquiera, una zona de tolerancia dentro de la cual debe de encontrarse el elemento afectado de tolerancia de forma.*

*Suponiendo que la forma construida es una superficie tórica y que los valores máximo y mínimo de los radios de curvatura son, por ejemplo, los marcados en la*

figura 20, habría que determinar la anchura de la zona de tolerancia para dicha superficie teórica.

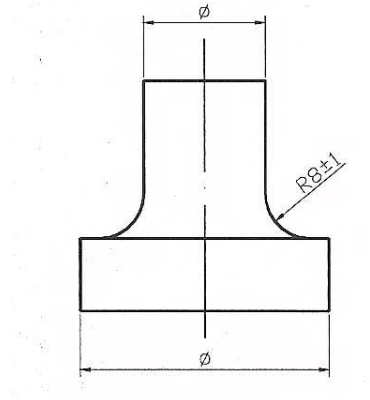


Figura 20.

De la figura 21 se deduce que para una variación posible de 2mm, la amplitud de la zona de tolerancia debe de ser de 0,34mm, según la fórmula:  $t = (R_{max}-R_{min})(\sqrt{2}-1)2$ . Aplicando la tolerancia de forma a la geometría creada por los redondeos cóncavos, encontramos que se puede hacer de dos formas diferentes; figuras 22a) y 22b).

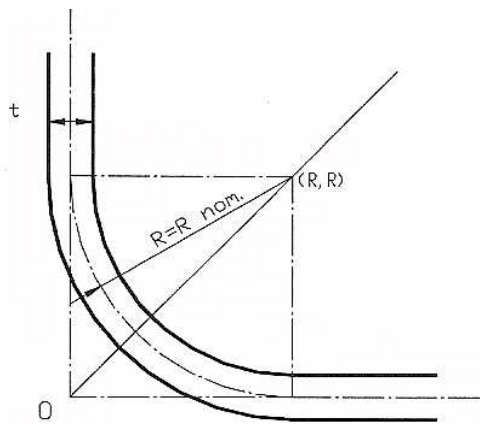


Figura 21.

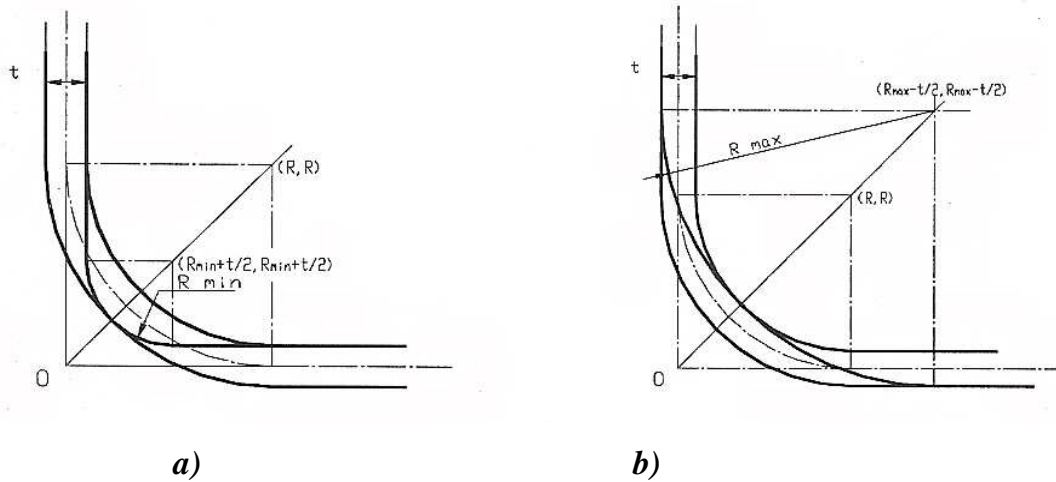
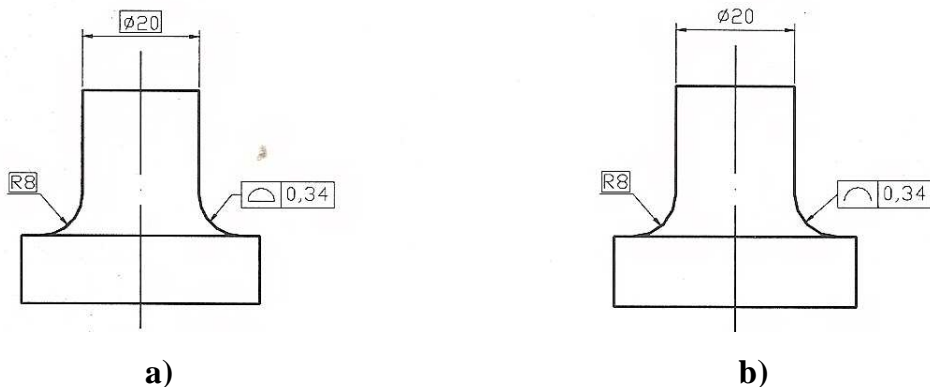


Figura 22.

*En el primer caso, figura 22a), el elemento afectado de tolerancia es toda la superficie de un cuarto de la superficie teórica. En el segundo caso, figura 22b), los elementos afectados de tolerancia son todas las curvas meridianas de la superficie teórica, que son nominalmente circulares.*

*En los dos casos:*

- Las condiciones del acuerdo (tolerancia del radio de curvatura y tangencia con las superficies vecinas) no se deducen directamente de lo expresado por las figuras. 23a) y 23b).*
- la tolerancia del radio de acuerdo depende de que se cumpla la condición de tangencia de las superficies.*



**Figura 23.**

*De lo anterior se puede deducir que las especificaciones anteriores no se adaptan bien ni al diseñador, que debe traducir la variación del radio de curvatura en términos de anchura de tolerancia, ni mucho menos al fabricante ni al que efectúa el control.*

## **11. PROPUESTAS.**

*Para el control de la curvatura a todo lo largo del redondeo. En el apartado anterior, la curvatura se suponía constante a todo lo largo del redondeo cóncavo, pero esta suposición es algo que no viene especificado explícitamente en el dibujo de definición, figura 20. Una solución encontrada en algunos planos consiste en añadir a la especificación de forma para todo lo largo de redondeo, otra especificación más fina, que se aplicaría a longitudes dadas “l”, aplicadas a lo largo del redondeo. Figura 24*



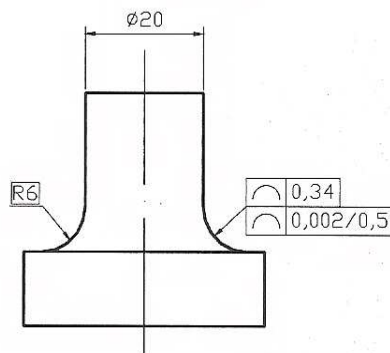


Figura 24.

### 11.1 Expresión de la condición de tangencia con las superficies vecinas.

*Para evitar defectos de forma tales como los que se presentan en la figura 25, es necesario, además de poder describir la forma precisa del redondeo cóncavo, poder asegurar una continuidad conveniente con las superficies entre las que se encuentra el redondeo. Este tipo de defectos son muy perjudiciales para la resistencia de la pieza.*

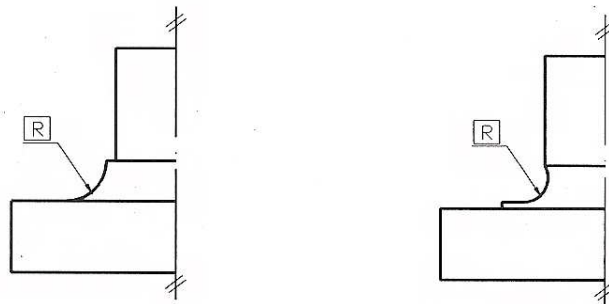


Figura 25.

*Para expresar esta condición de tangencia, se pueden utilizar soluciones de compromiso tales como las de la figura 26, consistente en añadir un comentario a la especificación de forma, indicando la exigencia de continuidad mediante las siglas: TCSA, que significa Tangentes Comunes a las Superficies de Acuerdo.*

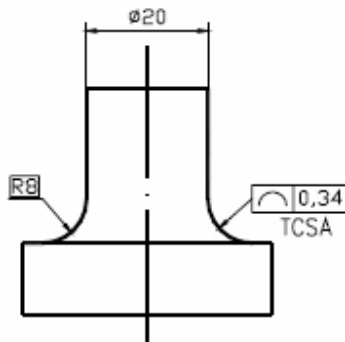


Figura 26.

*Otra posibilidad será añadir una tolerancia geométrica a una zona restringida que comprenda la superficie teórica y además, una corona circular y una zona cilíndrica a las que la zona teórica deba ser tangente. Figura 27.*

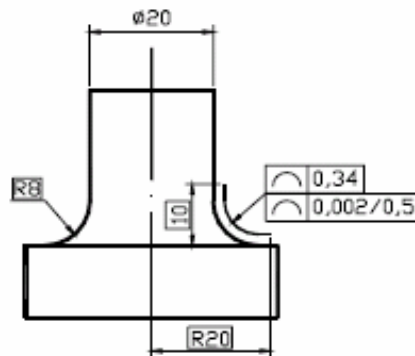


Figura 27.

*Consecuentemente, Las normas no permiten:*

- Expresar la necesidad de una tolerancia del radio de curvatura.*
- Expresar la necesidad de continuidad o tangencia entre las superficies.*

*De lo anterior se deduce que sería necesario desarrollar una herramienta o tipo de tolerancia que permita expresar las dos condiciones anteriores.*

## **BIBLIOGRAFÍA**

- 1. Valín Ortega, Antonio, Esandi Baztán, Marian, Álvarez Garrote, Santiago. *Acotación de redondeos cóncavos. Establecimiento de referencias sobre superficies no identificadas por la norma ISO*. Universidad de Valladolid, España. Págs. 1-7**
- 2. [http://www.fi.uba.ar/materias/6712M/tolerancias\\_geometricas.pdf](http://www.fi.uba.ar/materias/6712M/tolerancias_geometricas.pdf)**
- 3. <http://www.metalunivers.com/Arees/metrologiadimensional/tutorial/.htm>**
- 4. [http://www.gig.etsii.upm.es/gigcom/temas\\_di2/pmm\\_sp/Default.html](http://www.gig.etsii.upm.es/gigcom/temas_di2/pmm_sp/Default.html)**

## GLOSARIO

| <b>Término</b>                   | <b>Definición</b>  |
|----------------------------------|--|
| <b>Alcance Circular</b>          | (circular runout) Tolerancia geométrica bidimensional que controla la forma, orientación y ubicación de múltiple cortes transversales de una pieza cilíndrica conforme gira.   |
| <b>Alcance Total</b>             | (total runout) Tolerancia geométrica tridimensional que controla la forma, orientación y ubicación de la longitud completa de un pieza cilíndrica conforme gira.   |
| <b>Angularidad</b>               | (angularity) Tolerancia geométrica tridimensional que controla cuánto una superficie, eje o plano puede desviarse del ángulo descrito en las especificaciones del diseño.  |
| <b>Área de Tolerancia</b>        | (tolerance zone) Zona imaginaria en la cual una característica de la pieza debe ser completamente contenida para que la pieza pase la inspección.  |
| <b>Asme</b>                      | (ASME) Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (American Society of Mechanical Engineers). ASME es una organización que publica materiales técnicos y fija estándares industriales y de manufactura.                                  |
| <b>Calibrador Funcional</b>      | (functional gage) Calibrador para una pieza específica que rápidamente revisa su forma y ajuste de una manera similar a su uso proyectado.   |
| <b>Característica de Datum</b>   | (datum feature) Característica física que actúa como sustituto aceptable para un datum. Las características de datum relacionan las diversas características de la pieza entre sí.   |
| <b>Características</b>           | (features) Características físicas de una pieza que naturalmente contienen variaciones e imperfecciones. Una esquina, un borde, una superficie plana o un agujero son ejemplos de posibles características.                              |
| <b>Cilindricidad</b>             | (cylindricity) Tolerancia geométrica tridimensional que controla cuánto una característica puede desviarse de un cilindro perfecto.  |
| <b>Circularidad</b>              | (circularity) Tolerancia geométrica bidimensional que controla cuánto una característica puede desviarse de un círculo perfecto.   |
| <b>Concentricidad</b>            | (concentricity) Tolerancia geométrica tridimensional que controla cuánto los puntos medios de múltiples diámetros pueden desviarse del eje especificado del datum.   |
| <b>Concéntricos</b>              | (concentric) Que comparten el mismo centro.  |
| <b>Condición Material Máxima</b> | (maximum material conditions) Punto en el cual una característica contiene la mayor cantidad de material dentro de sus límites de tamaño aceptables. El agujero aceptable más pequeño y el eje aceptable más grande son ejemplos de MMC. |
| <b>Condición Material Mínima</b> | (least material condition) Punto en el cual una característica contiene la menor cantidad de material dentro de su límite aceptable de tamaño. El agujero aceptable más grande y el eje aceptable más pequeño son ejemplos de LMC.       |
| <b>Corte Transversal</b>         | (cross section) Sección de una característica que se forma por un plano imaginario que interseca.  |
| <b>Datum Primario</b>            | (primary datum) Característica de datum que primeramente sitúa la pieza dentro del marco de referencia del datum. El datum primario es la primera característica que contacta un posicionador o superficie durante el ensamble.          |

|   |  |
|---|--|
| <b>Datum Secundario</b>                                   | (secondary datum) Característica de datum que sitúa la pieza dentro del marco de referencia de datum después del datum primario. El datum secundario es la segunda característica que contacta un posicionador o superficie durante el ensamble. |
| <b>Datum Terciario</b>                                    | (tertiary datum) Característica de datum que sitúa la pieza dentro del marco de referencia de datum después del datum secundario.  |
| <b>Datums</b>   | (datums) Figuras o formas geométricas imaginarias y perfectas. Un punto, línea, plano liso, círculo o cilindro perfectos son ejemplos de posibles datums.  |
| <b>Dimensionamiento Y Tolerancias Geométricas</b>         | (geometric dimensioning and tolerances) Estándar internacional para comunicar instrucciones acerca del diseño y manufactura de piezas. GD&T utiliza símbolos universales y enfatiza la función de la pieza.                                      |
| <b>Independientemente Del Tamaño De La Característica</b> | (regardless of feature size) Modificador que indica que la tolerancia enunciada para una característica aplica independientemente de su tamaño real dentro de un límite aceptable de tamaño. RFS no permite tolerancia adicional.                |
| <b>Iso</b>  | (ISO) Organización Internacional para la Estandarización (International Organization for Standardization). ISO es una organización establecida en Suiza, que desarrolla y publica estándares para su membresía internacional                     |
| <b>Máquina Para Medir Redondez</b>                        | (roundness measuring machine) Dispositivo sofisticado de inspección con un husillo de precisión que mide diversas características circulares o cilíndricas.  |
| <b>Marco De Control De Característica</b>                 | (feature control frame) Serie de compartimentos que contiene símbolos y valores que describen la tolerancia de una característica. El orden y propósito de estos compartimentos sigue un estándar consistente.                                   |
| <b>Marco De Referencia De Datum</b>                       | (datum reference frame) Tres planos imaginarios perpendiculares entre sí que son proyectados en la pieza para relacionar sus características entre sí.   |
| <b>Modificador De Condiciones Materiales</b>              | (material condition modifier) Uno de los tres modificadores que definen adicionalmente la tolerancia de una característica en relación a sus límites aceptables de tamaño.   |
| <b>Paralelismo</b>  | (parallelism) Tolerancia geométrica tridimensional que controla cuánto una superficie, eje o plano puede desviarse de una orientación paralela al datum especificado.  |
| <b>Perfil</b>   | (profile) Contorno de una característica de la pieza dentro de un plano dado.  |
| <b>Perfil de Ángulo</b>                                   | (angle plate) Dispositivo preciso de medición que se utiliza para establecer una superficie vertical exacta de 90°.  |
| <b>Perfil de Una Línea</b>                                | (profile of a line) Tolerancia geométrica bidimensional que controla cuánto el contorno de una característica puede desviarse del perfil verdadero.  |
| <b>Perfil De Una Superficie</b>                           | (profile of a surface) Tolerancia geométrica tridimensional que controla cuánto una superficie puede desviarse del perfil verdadero.   |
| <b>Perfil Verdadero</b>                                   | (true profile) Perfil perfecto e imaginario descrito por las especificaciones del diseño.  |
| <b>Perpendicularidad</b>                                  | (perpendicularity) Tolerancia geométrica tridimensional que controla cuánto una superficie, eje o plano puede desviarse de un ángulo de 90 grados.   |
| <b>Placa de Superficie De Granito</b>                     | (granite surface plate) Placa precisa y plana hecha de granito que se utiliza para establecer un datum plano para inspección. Las placas de superficie de granito vienen en grados estandarizados.   |
| <b>Planitud</b>   | (flatness) Tolerancia geométrica tridimensional que controla cuánto una característica puede desviarse de un plano liso.   |

|                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| <b>Posición</b>                   | (position) Tolerancia geométrica tridimensional que controla cuánto la ubicación de una característica puede desviarse de su posición verdadera.   |
| <b>Posición Verdadera</b>         | (true position) Posición imaginaria y perfecta de una característica descrita por las especificaciones del diseño.   |
| <b>Posicionador</b>               | (fixture) Dispositivo dedicado para sujeción de trabajo que se utiliza para ubicar y sostener una pieza durante el maquinado o inspección.   |
| <b>Punto Medio</b>                | (median point) Punto que se encuentra exactamente a la misma distancia entre dos puntos exteriores.  |
| <b>Rectitud</b>                   | (straightness) Tolerancia geométrica bidimensional que controla cuánto una característica puede desviarse de una línea recta.  |
| <b>Simetría</b>                   | (symmetry) Tolerancia geométrica tridimensional que controla cuánto los puntos medios entre dos características pueden desviarse de un eje o plano central especificados.  |
| <b>Tolerancia Adicional</b>       | (bonus tolerance) Tolerancia adicional que aplica a una característica conforme su tamaño cambia de una condición material dada. Tanto el MMC como el LMC permiten la tolerancia adicional.  |
| <b>Tolerancia Bidimensional</b>   | (two-dimensional tolerance) Tolerancia que controla una figura que tiene solamente longitud y ancho.   |
| <b>Tolerancia De Coordenadas</b>  | (coordinate tolerancing) Sistema para describir el diseño de una pieza y que compara sus características a distancias a lo largo de tres ejes lineales. Estos ejes crean una cuadrícula rectangular imaginaria.                      |
| <b>Tolerancia Individual</b>      | (individual tolerance) Tolerancia que no requiere de un datum especificado.  |
| <b>Tolerancia Relacionada</b>     | (related tolerance) Tolerancia que requiere de un datum especificado.  |
| <b>Tolerancia Tridimensional</b>  | (three-dimensional tolerance) Tolerancia que controla una figura que tiene longitud, ancho y profundidad.  |
| <b>Tolerancias</b>                | (tolerances) Desviaciones no deseadas, pero aceptables en una dimensión dada. Las tolerancias indican la diferencia permisible entre la característica física y su diseño proyectado.  |
| <b>Tolerancias de Alcance</b>     | (runout tolerances) Grupo de tolerancias geométricas que simultáneamente limitan la forma, ubicación y orientación de piezas cilíndricas. Las tolerancias de alcance son tolerancias relacionadas que requieren de un eje del datum. |
| <b>Tolerancias de Forma</b>       | (form tolerances) Grupo de tolerancias geométricas que limitan la cantidad de error en la figura de una característica. Las tolerancias de forma son tolerancias independientes.   |
| <b>Tolerancias de Orientación</b> | (orientation tolerances) Grupo de tolerancias geométricas que limitan la dirección u orientación de una característica en relación a otras características. Las tolerancias de orientación son tolerancias relacionadas.             |
| <b>Tolerancias de Perfil</b>      | (profile tolerances) Grupo de tolerancias geométricas poderosas que controlan el tamaño, ubicación, orientación y forma de una característica. Las tolerancias de perfil pueden ser independientes o relacionadas.                   |
| <b>Tolerancias de Ubicación</b>   | (location tolerances) Grupo de tolerancias geométricas que limitan la ubicación o colocación de características. Las tolerancias de ubicación son tolerancias relacionadas.  |