

TEMA 8. METROLOGÍA

Introducción

Las personas que se dedican a alguna rama de la técnica, en cualquiera de sus niveles y especialidades, tienen que medir longitudes con frecuencia: El carpintero mide el ancho y el largo de un tablero que le servirá para construir la superficie de una mesa, el tornero mide el diámetro del eje que ha de ajustar en un determinado cojinete, y, por supuesto, también el instalador, como técnico que es, mide en muchas ocasiones. Mide la distancia mínima entre un intercambiador de calor y la pared porque, de no hacerlo así, éste no funcionaría correctamente; también lo hace cuando tiene que reconstruir un determinado tramo de tubería, evitando que éste quede escaso o abundante.

¿Os imagináis un mundo en el que no existieran las medidas, si no que el concepto de "grande", "pequeño", "alto" o "bajo" dependiera de la percepción que cada persona tuviera de ello? La medida ha tomado tanta importancia en nuestro tiempo que es prácticamente imposible desarrollar cualquier técnica sin su uso y el de los instrumentos que nos la proporcionan.

Contenidos generales

A lo largo de esta unidad didáctica estudiarás las características de los distintos tipos de instrumentos de medida longitudinal, como son la regla, el metro flexible, el calibre pie de rey y el micrómetro. Podrás observar también la forma de manejarlos y de efectuar medidas con ellos correctamente.

También estudiarás dos instrumentos de medidas angulares, el transportador simple y el goniómetro, analizando sus características y realizando medidas de distintos ángulos con ellos.

1.Regla y metro flexible

Hemos dicho anteriormente que en el desarrollo de nuestra profesión tenemos que medir. ¿Crees que deberíamos exigirnos siempre la misma precisión en cada medida que efectuamos? ¿Medirías con la misma precisión la longitud de un largo pasillo que el diámetro de un pequeño tornillo? ¿Utilizarías el mismo instrumento de medida en ambos casos?

En ocasiones carecen de importancia unos pocos centímetros de error, mientras que en otras, unas pocas centésimas de milímetro adquieren una gran importancia. Si cuando medimos atendemos a la precisión requerida, utilizando el instrumento de medida adecuado, lograremos reducir de forma importante los errores en la fabricación y montaje de los elementos de las instalaciones, así como el tiempo empleado en ellas.

Se llama apreciación de un instrumento a la menor medida que se puede leer en él con exactitud.

Así, por ejemplo, las reglas de dibujo tienen su graduación dividida en milímetros; decimos entonces que su apreciación es 1 mm. Con las reglas de dibujo podemos efectuar medidas del tipo: 5 mm, 34 mm, 12 mm, o lo que es lo mismo, 0,5 cm, 3,4 cm, 1,2 cm.

Las cintas métricas que utilizan los sastres y modistas están graduadas en medios centímetros, por lo que su apreciación es 0,5 cm. Con ellas sólo podremos leer medidas del tipo: 5,0 cm, 32,5 cm; 44,5 cm.

Si con alguno de los instrumentos citados tratamos de obtener medidas con una precisión mayor que la que es capaz de apreciar, estaremos haciendo una medida por estimación. Supongamos que, en una regla graduada en milímetros, una determinada medida queda situada entre las rayas correspondientes a 2 y 3 mm. Por estimación podremos decir que la medida es aproximadamente 2,1 mm si está muy cerca de la raya de 2 mm, o diremos que son 2,5 mm si se sitúa aproximadamente en la mitad, pero no tendremos la certeza de tales medidas, ya que la regla no es capaz de proporcionar más exactitud.

Reglas graduadas

Las reglas graduadas de taller son instrumentos destinados a efectuar mediciones con una apreciación de 1 mm y, en ocasiones, de 0,5 mm. Se fabrican en acero inoxidable o aluminio y vienen graduadas en milímetros y medios milímetros. Su longitud oscila entre los 200 y los 500 milímetros. Algunas incluyen una graduación en milímetros en uno de sus bordes y una graduación en fracciones de pulgada en el otro. A diferencia de las reglas de dibujo, en las reglas de taller el cero coincide con el borde de la regla, lo que facilita la medición cuando la superficie de referencia no es accesible.



Fig. 1: Reglas metálicas de taller.

Al medir con reglas graduadas hemos de procurar la coincidencia del cero de la regla con la arista de la pieza. Esta coincidencia se logra por el simple contacto de la pieza y del extremo de la regla con la superficie de referencia, como sucede en la figura 2.

En otros casos la coincidencia debe lograrse visualmente, sin embargo sirve de gran ayuda utilizar un tope que haga contacto simultáneamente con la pieza y con el borde de la regla (fig. 3).



Fig. 2: Coincidencia del borde la regla con el de la pieza.



Fig. 3: Utilización de un tope para facilitar la coincidencia del cero de la regla con el borde de la pieza.

Para medir la distancia entre dos caras paralelas de una pieza hay que poner cuidado en situar la regla perpendicular a ambas caras; de no ser así, la longitud obtenida sería mayor que la que realmente separa a ambas superficies.

Las figuras 4 y 5 muestran la forma correcta e incorrecta de medir el ancho de la pieza.



Fig. 4: Forma correcta.



Fig. 5: Forma incorrecta.

Podremos obtener una mejor perpendicularidad con ayuda de una escuadra, tal y como muestra la figura 6.

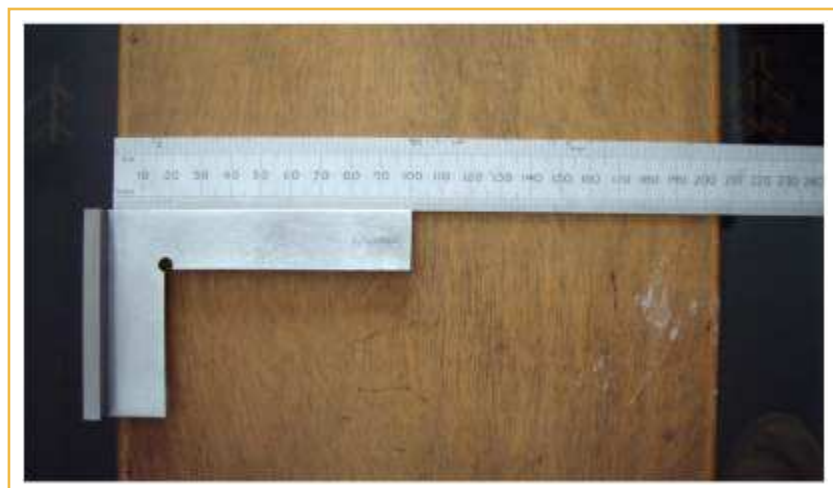


Fig. 6: Utilización de una escuadra para obtener la perpendicularidad de la regla durante la medida.

Metros flexibles

También reciben el nombre de flexómetros. Son láminas de acero flexible que se presentan enrolladas en un eje dentro de una carcasa. Están graduados en milímetros y su longitud oscila entre los 3 y los 10 metros. Al igual que en las reglas metálicas, el cero coincide con el extremo de la cinta.



Fig. 7: Metro flexible o flexómetro.

El flexómetro está provisto de un resorte que produce el enrollamiento de la cinta automáticamente, lo cual permite que, una vez efectuada la medición, la cinta se recoja por sí sola. La mayor parte de los modelos disponen de un freno que impide el enrollamiento de la cinta durante la medición.

La cinta tiene en su extremo un gancho que facilita la coincidencia del cero con la arista de la pieza. Este gancho es desplazable para permitir el contacto del extremo de la cinta con la superficie de referencia en casos como el de la figura 8.



Fig. 8: El gancho se desliza para facilitar la coincidencia del cero con el borde de la pieza.

1 actividad

Para llevar a cabo esta actividad necesitarás una regla de dibujo de al menos 30 cm de longitud, una cinta métrica de modista y una hoja de papel de formato DIN A-4

Mide en primer lugar el largo y el ancho de la hoja utilizando la cinta de modista y anota los resultados.

Repite la medición utilizando ahora la regla de dibujo. Anota los resultados.

¿Has obtenido los mismos resultados? ¿Has podido obtener la medida con la misma exactitud en ambos casos?

2. Calibre pie de rey

En cierta ocasión, una persona que se encontraba haciendo una de esas labores de mantenimiento doméstico que absorben varias horas del fin de semana, observó que la tubería del agua de la lavadora era demasiado larga y arrastraba por el suelo. Pensó que sería buena idea sujetarla a la pared con una abrazadera, así que se dispuso a medir su diámetro para ir a la ferretería y adquirir una. Fue al tratar de medir el diámetro cuando se encontró con una dificultad estúpida pero insalvable: no sabía cómo hacerlo. ¿Abarcaría su diámetro con los dedos y llevaría la abertura sobre una regla? ¿Mediría su perímetro con una cinta métrica y luego dividiría el resultado entre el número Pi? Fue hasta la ferretería y le contó al dependiente el aprieto en el que se hallaba. Éste, sonriendo, hurgó en uno de los cajones del mostrador y le entregó el instrumento que solucionaría su problema: era un calibre pie de rey.

Partes principales del calibre

Las partes principales de un calibre pie de rey son las siguientes:

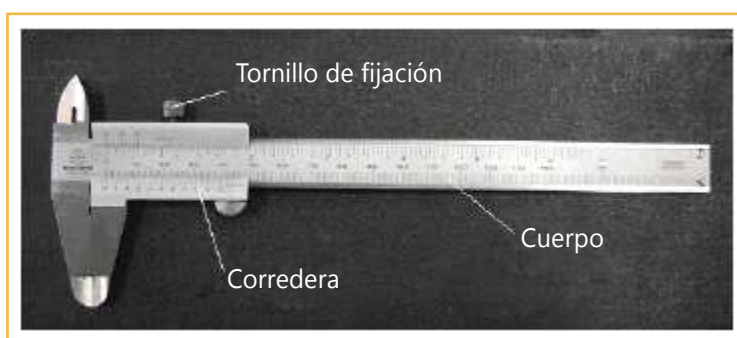


Fig. 9: Partes principales de un calibre pie de rey.

T Un cuerpo en forma de escuadra cuyo brazo más corto constituye la boca fija del calibre. En el brazo más largo se encuentra una regla con dos graduaciones: una en fracciones de pulgada (en el borde superior) y otra en milímetros (en el borde inferior).

- T Una corredera, que se desliza a lo largo de la regla y en la que hay una graduación llamada Nonio o Vernier que permite apreciar longitudes inferiores al milímetro.
- T Un tornillo de fijación, que inmoviliza la corredera en los casos en los que se desee mantener fija la abertura del calibre.

Los calibres pie de rey disponen, además, de tres elementos que permiten la adaptación del instrumento a la parte de la pieza que se va a medir.

Estos tres elementos son:

- T Las bocas de exteriores se utilizan para medir el diámetro de piezas cilíndricas, la distancia entre dos caras paralelas de una pieza, etc.
- T Las bocas de interiores se utilizan para medir el diámetro de los agujeros, el ancho de ranuras, etc.
- T La sonda o varilla de profundidades se utiliza para medir la distancia entre dos superficies planas paralelas que se encuentren a distinto nivel, como por ejemplo la profundidad de un agujero o la altura entre dos planos de una pieza escalonada.

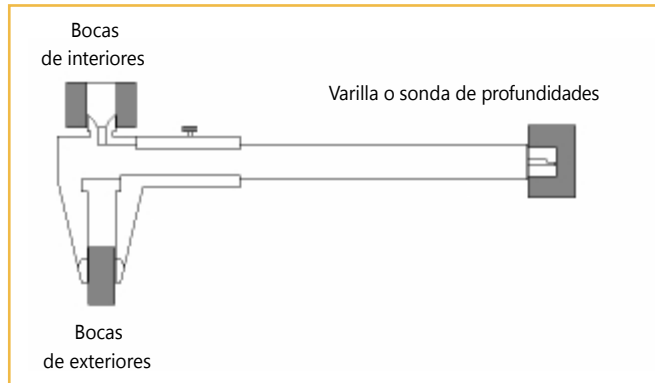


Fig. 10: Adaptación del calibre a distintas formas de piezas.

<http://www.youtube.com/watch?v=1gacv1ugTys>

2 actividad

Seguro que tienes en casa algún lápiz de cuerpo cilíndrico.

Trata de medir su diámetro utilizando solamente una regla de dibujo. ¿Has podido hacerlo? ¿Qué resultado has obtenido?

Intenta medir ahora el diámetro de alguna tubería visible de tu vivienda. ¿Has podido hacerlo? En caso afirmativo anota el resultado obtenido.

Anota las dificultades encontradas en cada caso.

Encuentra un procedimiento que te permita medir diámetros de objetos cilíndricos empleando tan solo útiles de dibujo.

El nonio y su apreciación

Un nonio o vernier consiste en una corredera graduada que se desliza sobre una regla, y cuya graduación permite dividir en partes iguales a cada división de la regla. Explicamos a continuación el fundamento de dicho sistema: si en una regla tomamos una longitud de 9 mm y la dividimos en 10 partes iguales, cada una de las partes medirá 0,9 mm. Eso es precisamente lo que se ha hecho en la figura. Observa que dicho nonio tiene una amplitud de 9 mm y se ha dividido en 10 partes.

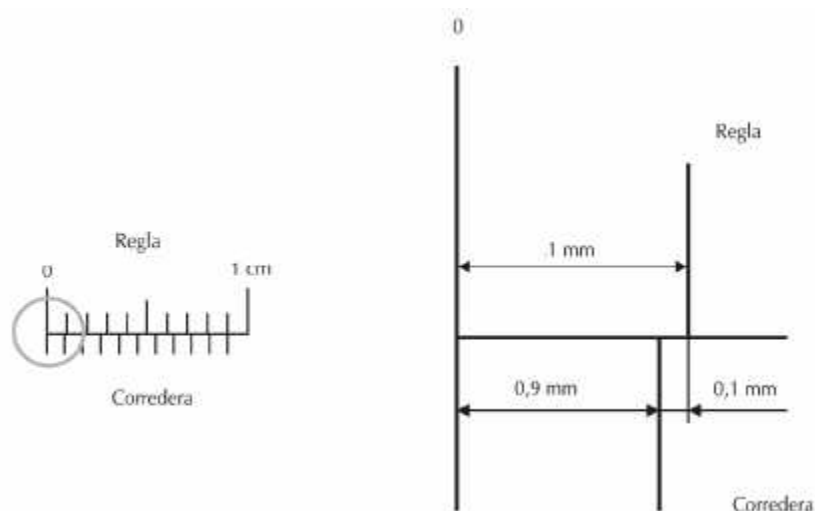


Fig. 11: Fundamento del nonio (nonio de apreciación 0,1 mm.).

La diferencia entre una división de la regla y una del nonio es de 0,1 mm. Si deslizamos la corredera hasta hacer coincidir la primera raya del nonio con la raya de la regla correspondiente a 1 mm, habremos desplazado la corredera una longitud de 0,1 mm.

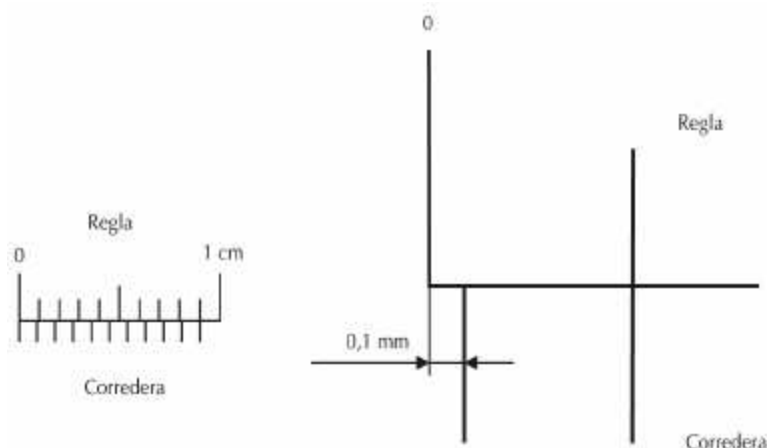


Fig. 12: La coincidencia de rayas permite la lectura de una décima de mm.

Deslizando ahora la corredera hasta que la segunda raya del nonio coincida con la raya de 2 milímetros, habremos obtenido un desplazamiento de 0,2 mm.

Es evidente que repitiendo el proceso se obtienen las restantes medidas hasta la correspondiente a 0,9 mm. Haciendo coincidir ahora la décima división del nonio, obtendremos la medida de 1 mm. Observa que cuando coincide la décima raya del nonio también lo hace la primera, iniciándose el proceso a partir de 1mm.

El número de divisiones del nonio indica el número de partes en que éste divide al milímetro. Así pues, para obtener la apreciación de un calibre basta con dividir 1 mm entre el número de divisiones del nonio.

Los nonios más habituales son:

- T Nonio de 10 divisiones: Cada división del nonio aprecia $1/10 = 0,1$ milímetros (una décima de milímetro).

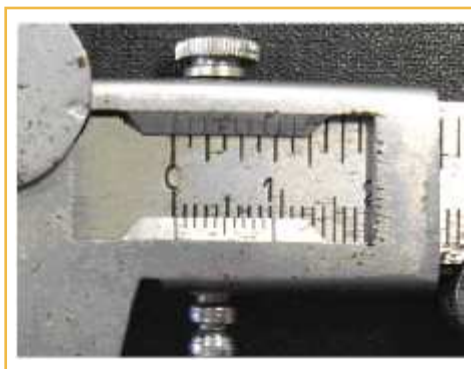


Fig. 15: Nonio de 10 divisiones.

- T Nonio de 20 divisiones: Cada división del nonio aprecia $1/20 = 0,05$ milímetros (media décima o cinco centésimas de milímetro). Existen dos versiones de este nonio, una "corta" y otra "larga". Estos nonios suelen presentar las divisiones agrupadas de dos en dos, ya que cada dos divisiones constituyen una décima de milímetro.

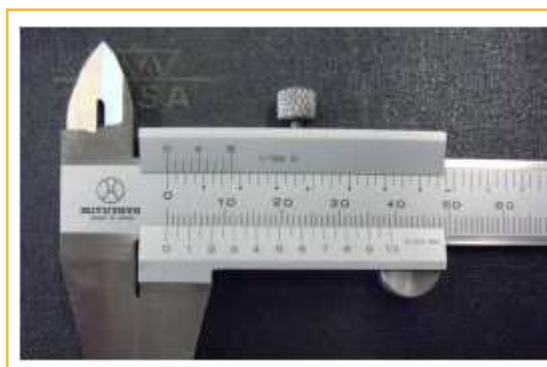


Fig. 16: Nonio de 20 divisiones versión larga.

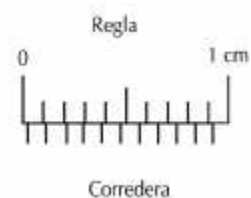


Fig. 13: Desplazamiento de 0,2 mm de la corredera.

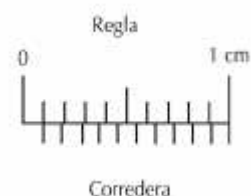


Fig. 14: Desplazamiento de un milímetro completo de la corredera.

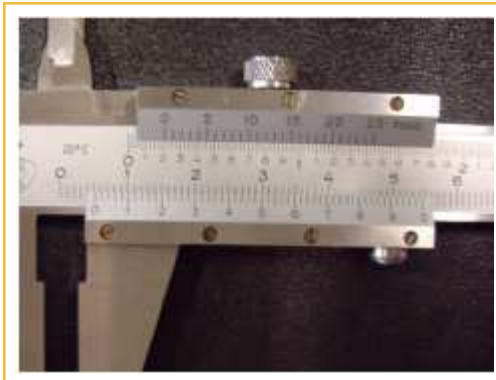


Fig. 17: Nonio de 50 divisiones.

T Nonio de 50 divisiones: Cada división del nonio aprecia $1/50 = 0,02$ milímetros (dos centésimas de milímetro). Cada cinco divisiones constituyen una décima, por lo que estos nonios suelen presentarse con las divisiones agrupadas de cinco en cinco.

3 actividad

Observa el calibre de apreciación 0,05 que aparece en la figura 16. ¿Sabrías obtener su apreciación mediante un razonamiento geométrico similar al empleado al inicio de este capítulo?

Mediciones con los distintos tipos de nonios

El nonio nos indica el valor de las medidas inferiores al milímetro mediante la coincidencia de una de sus divisiones con una cualquiera de las de la regla. Observemos los siguientes ejemplos aplicados a los diferentes tipos de nonios.

- T Medición con nonio de apreciación 0,1 milímetros: Primero se cuentan en la regla los milímetros enteros que hay antes del cero del nonio. En nuestro ejemplo hay 17 mm.

A continuación observamos en el nonio qué raya coincide con una cualquiera de las de la regla, la cual nos dará la medida en décimas de milímetro. En nuestro caso es la raya correspondiente a la división 7 del nonio. Tenemos, por tanto, 7 décimas de milímetro.

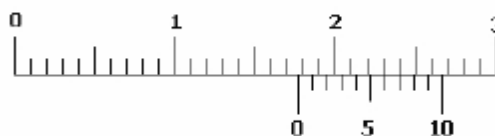


Fig. 18: Medición de 17,7 mm en el nonio de apreciación 0,1 mm

- T Medición con nonio de apreciación 0,05 milímetros: Primero se cuentan en la regla los milímetros enteros que hay antes del cero del nonio. En nuestro ejemplo hay 4 mm.

A continuación observamos en el nonio la raya coincidente con una cualquiera de las de la regla, la cual nos proporcionará la medida en décimas o medias décimas de milímetro. La raya coincidente es la que está entre la división 6 y la división 7, es decir, seis décimas y media, o bien 65 centésimas.

La medida efectuada es, entonces, 4,65 milímetros.

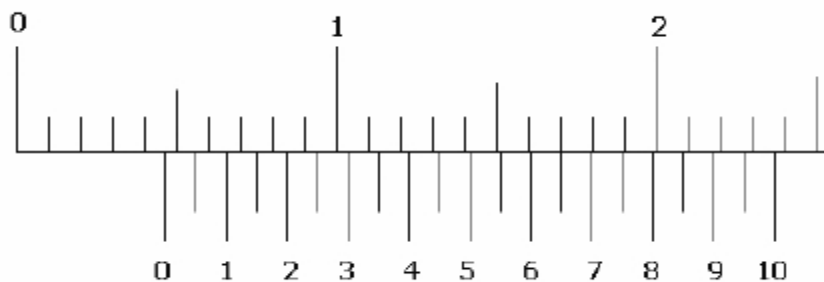


Fig. 19: Medición de 4,65 mm con el nonio de apreciación 0,05 mm.

T Medición con nonio de apreciación 0,02 milímetros: Primero se cuentan en la regla los milímetros enteros que hay antes del cero del nonio. En nuestro ejemplo hay 43 mm.

A continuación observamos en el nonio la raya coincidente con una cualquiera de las de la regla, la cual nos proporcionará la medida en décimas o centésimas. En nuestro caso es la cuarta raya después de la división de 1 décima, que corresponde a 8 centésimas (recuerda que cada división del nonio equivale a 2 centésimas de milímetro).

Así pues, tendremos 43 milímetros, más 1 décima, más 8 centésimas. La medida efectuada es, entonces, 43,18 milímetros.

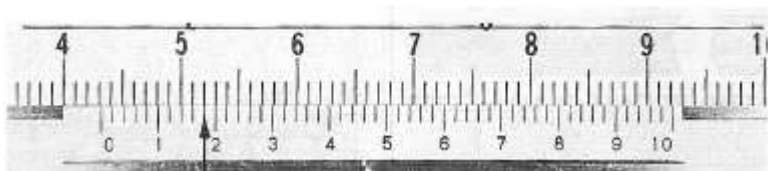


Fig. 20: Medición de 43,18 mm con nonio de apreciación 0,02 mm

Calibres con reloj comparador

Con la intención de hacer más fácil la lectura, existen en el mercado los calibres pie de rey que sustituyen el nonio por un reloj comparador, de forma que la lectura de los centímetros se efectúa en la regla y la de los milímetros y divisiones inferiores en el reloj. Existen en el mercado modelos con distintas apreciaciones, siendo las más comunes las de 0,1, 0,05 y 0,02 mm. En la figura se muestra un calibre de este tipo, de 0,1 milímetros de apreciación, efectuando una medida de 14,0 mm. Estos calibres están siendo sustituidos por los digitales, cuya lectura es más sencilla.



Fig. 21. Calibre con comparador.

Calibres digitales

Estos calibres cuentan con una pantalla digital en la que se muestra directamente el valor de la lectura, lo que representa una gran ventaja respecto a los calibres convencionales, ya que disminuye considerablemente la posibilidad de cometer errores en la lectura. Su apreciación es del orden de 0,01 mm (una centésima).



Fig. 22: Calibre digital.

Estos calibres cuentan además con estas otras posibilidades, como utilizar indistintamente milímetros o pulgadas como unidades de medida, registrar la medida máxima y la mínima dentro de una serie de medidas efectuadas, o poner el lector a cero en cualquier posición de la corredera para efectuar lecturas por comparación respecto a una posición cero elegida.

Manejo del calibre

Normalmente, cuando se mide con un calibre, se sujeta éste con una mano y se deja la otra libre para sujetar la pieza a medir. El calibre se sujeta entre los dedos por la parte de la regla, desplazando la corredera con el pulgar, como se muestra en la figura 23.

Al medir hemos de procurar que el calibre haga contacto con la pieza sin deslizar sobre ella; para ello abrimos el calibre a una medida ligeramente superior a la de la pieza, y colocamos ésta en la zona media de las bocas de exteriores. A continuación cerramos el calibre hasta que las bocas hagan contacto con la pieza, y en esa posición efectuamos la lectura de la medida. No es conveniente retirar el calibre de la pieza para efectuar la lectura, ya que las bocas deslizarían forzadas sobre la superficie de la pieza produciéndose a la larga su deterioro.

Al utilizar la sonda de profundidades procuraremos que la base del calibre haga buen contacto con la superficie de referencia de la pieza, asegurando así la verticalidad de la sonda.



Fig. 23: Forma de sujetar el calibre para medir.



Fig. 24: Midiendo una altura con la sonda de profundidades.

3. Micrómetro

Toma una regla de dibujo y observa la longitud que representa 1 milímetro; es algo realmente pequeño, ¿verdad? Pues bien, en el capítulo anterior hemos podido apreciar longitudes 10, 20 y hasta 50 veces más pequeñas que el milímetro. ¿Podríamos ir más allá? ¿Sería posible apreciar longitudes aún más pequeñas? Y, de ser así, ¿tendría eso alguna utilidad?

El técnico de mantenimiento de una empresa de refrigeración reparaba en cierta ocasión un compresor en el que las camisas de los cilindros habían resultado dañadas a causa de un agarrotamiento. Al tratar de introducir las nuevas camisas en los cilindros se encontró con que éstas no entraban a pesar de que, según aseguraba, eran del mismo diámetro que las anteriores, pues lo había comprobado repetidas veces con el calibre. Fue al medir éstas con mayor precisión cuando pudo comprobar que el diámetro de las nuevas camisas era ¡3 centésimas de milímetro más grande! El instrumento utilizado por el técnico no era otro que un micrómetro.

El micrómetro es un instrumento destinado a efectuar mediciones que requieran mayor precisión que la que se puede obtener con el calibre. Existen micrómetros de exteriores, de interiores y de profundidades, así como otros tipos con funciones muy específicas, como los micrómetros para medir engranajes, roscas, etc. Todos ellos tienen en común el tornillo micrométrico y la graduación, tanto del casquillo como del tambor, por lo que la forma de medir es común a todas las variedades.



Fig. 2: Micrómetro de interiores.



Fig. 26: Micrómetro sonda para profundidades.

Los micrómetros para exteriores, también llamados pálmer, se fabrican con capacidades que pueden llegar hasta los 1.500 mm (metro y medio). Los utilizados para medir piezas pequeñas se comercializan con capacidades que abarcan intervalos de 25 en 25 mm; así, por ejemplo, para cubrir todas las medidas entre 0 y 100 mm es necesario un juego de cuatro micrómetros: 0-25, 25-50, 50-75 y 75-100.



Fig. 27: Micrómetros de 0 a 25 mm y de 25 a 50 mm

4 actividad

¿Crees que podrías medir el espesor de una hoja de papel utilizando tan solo una regla de dibujo?

Trata de encontrar un procedimiento que te permita hacerlo con un error menor que 1 centésima de milímetro.

Partes del micrómetro

En la figura reproducimos un micrómetro para exteriores, llamado también pálmer.

El usuario podrá distinguir en él los siguientes elementos:

- T Cuerpo: Tiene forma de herradura y va cubierto con placas de material aislante, normalmente baquelita, a ambos lados para evitar deformaciones por efecto del calor de la mano.
- T Palpadores: Uno es fijo, y el otro se desplaza en la dirección del eje del tornillo cuando giramos el tambor. Los extremos de ambos topes son de un material llamado metal duro, que es un acero de gran dureza y resistencia al desgaste.
- T Freno: Sirve para inmovilizar el giro del tambor en el caso de que queramos mantener fija una medida determinada. Puede tener forma de anillo o de palanca, dependiendo de los modelos.
- T Cilindro graduado: Es un casquillo que tiene grabada en su periferia una regla graduada en medios milímetros. Con ayuda de una pequeña llave de uña se puede girar este casquillo sobre sí mismo para la puesta a cero del micrómetro.
- T Tambor: Es el elemento sobre el que actuamos cuando vamos a medir. Su giro produce la apertura o cierre de los palpadores. Tiene una graduación que divide cada vuelta del tambor en partes iguales en partes.
- T Atacador: Es el elemento que hemos de utilizar cuando los palpadores hagan contacto con la pieza. Tiene un dispositivo que hace que la presión sobre la pieza sea constante.



Fig. 28: Micrómetro de exteriores y sus partes.

Principio de funcionamiento del micrómetro

El principio del micrómetro está basado en el mecanismo tornillo-tuerca (figura 29). Si hacemos girar un tornillo una vuelta completa en el interior de una tuerca, comprobaremos que éste se desplaza en la dirección del eje una determinada longitud. Esa longitud es igual al paso del tornillo, es decir, a la distancia entre dos crestas consecutivas de la rosca.

Si dividimos la vuelta en partes iguales, por ejemplo mediante marcas en la cabeza del tornillo, habremos dividido también el paso -el desplazamiento- en el mismo número de partes.

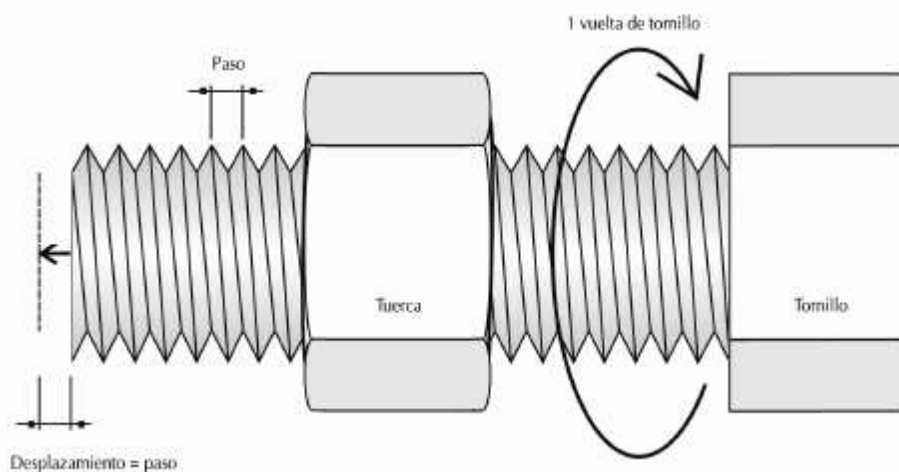


Fig. 29: Principio de funcionamiento del micrómetro.

El tornillo de un micrómetro tiene un paso de 0,5 milímetros (medio milímetro), por eso la regla del cilindro está graduada en medios milímetros. Su cabeza, el tambor, tiene 50 divisiones.

Sabemos que por cada vuelta de tambor el tornillo se desplaza axialmente 0,5 milímetros; como cada vuelta está dividida en 50 partes, la apreciación del micrómetro será: $0,5 / 50 = 0,01 \text{ mm}$.

¿Qué precisión obtendríamos con un micrómetro cuyo tornillo tiene un paso de 1 mm y el tambor está dividido en 20 divisiones?

Medición

Como se observa en la figura 31, la regla del micrómetro está graduada en milímetros y medios milímetros. El borde del tambor deja al descubierto en la regla la medida efectuada. La graduación del tambor nos proporciona las centésimas mediante la raya coincidente con la línea de referencia.

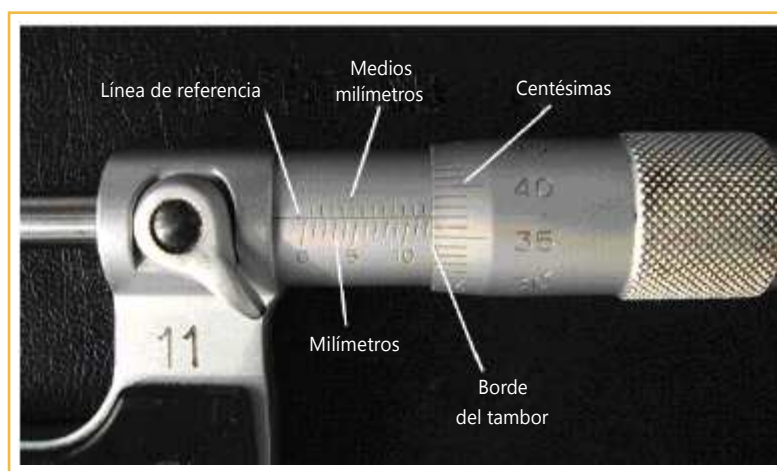


Fig. 30: Detalle de la graduación de un micrómetro.

Veremos a continuación en que consiste cada uno de ellos.

Para efectuar la lectura de la medida procederemos del modo siguiente:

- T Leemos los milímetros enteros que deja al descubierto el borde del tambor.
En nuestro ejemplo 12 mm.
- T Si aparece también la raya de medio milímetro añadiremos 0,5 mm. a la lectura anterior.
En nuestro ejemplo no aparece, por lo que no añadiremos 0,5 mm.
- T Leemos directamente en la graduación del tambor las centésimas, dadas por la raya que coincide con la línea de referencia.
En nuestro ejemplo 37 centésimas, o lo que es lo mismo, 0,37 mm.
- T La medida realizada será la suma de los tres apartados anteriores.
La medida realizada por el micrómetro de nuestro ejemplo es $12 + 0,37 = 12,37$ mm.

Otros ejemplos de medición



Fig. 31. Micrómetro efectuando una medida de 3,20 mm.

- T El borde del tambor ha dejado al descubierto 3 mm.
- T No asoma la raya del medio milímetro siguiente.
- T En el tambor se leen 20 centésimas.
- T La medida es: $3 + 0,20 = 3,20$ mm.



Fig. 32: Ejemplo de medición.

- T El borde del tambor ha dejado al descubierto 7 mm.
 - T Asoma la raya de medio milímetro, por lo que añadiremos 0,5 mm a la lectura anterior.
 - T En el tambor se leen 33 centésimas.
- La medida es: $7 + 0,5 + 0,33 = 7,83$ mm

http://www.youtube.com/watch?v=FjGV6ve-Nxg&feature=mfu_in_order&list=UL

Micrómetros digitales

Actualmente existen en el mercado micrómetros que proporcionan la medida en una pantalla digital con decimales hasta el orden de la milésima de milímetro, facilitando considerablemente la medición al evitar posibles errores en la lectura.



Fig. 33: Micrómetro digital.

Manejo del micrómetro

Al igual que sucede con el calibre, al efectuar una medición con micrómetro hemos de evitar el roce de los palpadores con la superficie de la pieza, pues esto ocasionaría a la larga el deterioro del instrumento. La forma de proceder es la siguiente:

Abrimos el micrómetro de forma que la pieza a medir se sitúe entre los palpadores sin rozarlos.

Cerramos el micrómetro actuando sobre la superficie moleteada del tambor o bien sobre el atacador.

Poco antes de hacer contacto con la pieza, actuar sobre el atacador haciéndolo girar lentamente hasta que los palpadores hagan contacto con la pieza.

Continuar girando el atacador dos o tres vueltas para asegurar el perfecto contacto de los palpadores con la pieza. El atacador patina, asegurando de esta forma que la presión ejercida sea siempre la misma en cada medida.

Es un error gravísimo pensar que cuanta más presión ejerzamos sobre el tambor mejor será la medida. Por el contrario, al forzar de esa manera su mecanismo, falsearemos la medida y provocaremos su deterioro.



Fig. 34: Medición con micrómetro. Observa cómo la mano derecha actúa sobre el atacador.

4. Instrumentos de medidas angulares

Hasta ahora hemos estudiado instrumentos que miden longitudes con más o menos precisión, pero en el taller de mecanizado surge en ocasiones la necesidad de mecanizar, conformar o verificar piezas cuyas caras forman entre sí ángulos determinados. Satisfacer esta necesidad exige el uso de instrumentos capaces de medir ángulos con una precisión aceptable.

Transportador simple

El transportador simple es un instrumento destinado a efectuar medidas angulares con una apreciación de 1° . Se fabrican en acero inoxidable o aluminio y constan de las siguientes partes:

Un semicírculo dividido en 180° y una regla que gira en torno al centro de dicho semicírculo. La regla tiene un indicador en uno de sus extremos; este indicador señala sobre la graduación del semicírculo la medida efectuada. La mayoría de los transportadores permiten efectuar la lectura de los dos ángulos suplementarios que se forman a ambos lados de la regla. El transportador dispone de un tornillo de fijación en el centro, que permite inmovilizar la regla en la posición deseada.



Fig. 35: Transportador simple.



Fig. 36: Ángulos suplementarios medidos por un transportador.

o Medición con transportador simple

Para medir el ángulo que forman entre sí dos caras de una pieza, apoyaremos el lado recto del semicírculo en una de las caras (figura 37-a), y giraremos la regla hasta que haga contacto con la otra superficie (figura 37-b). Una vez se haya producido el contacto, podremos leer el ángulo señalado por el extremo de la regla sobre la graduación. Normalmente la graduación incluye dos lecturas: una corresponde al ángulo medido y la otra a su suplementario (figura 37-c).

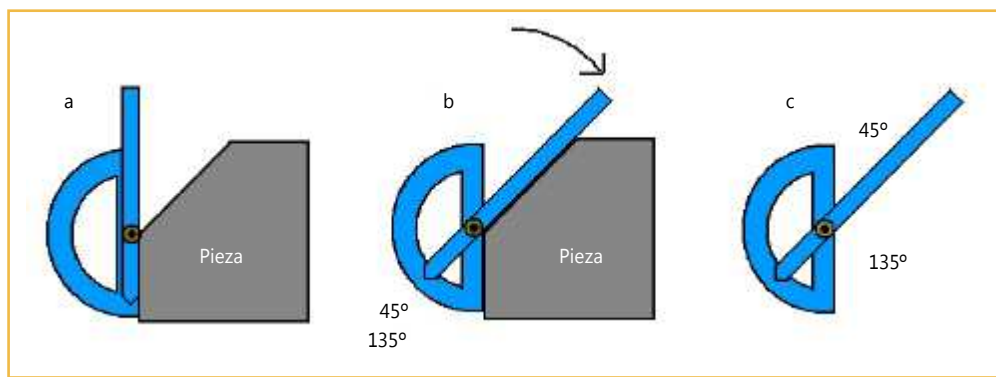


Fig. 37: Medición con transportador simple.

Goniómetro

Este aparato permite medir ángulos con mayor precisión que el transportador simple, debido a que incluye un nonio circular. En la figura 38 se muestran dos posiciones distintas de este instrumento. Observa que la regla es desplazable, sobresaliendo más o menos del cuerpo del aparato en función de la forma de la pieza a medir.



Fig. 38: Dos posiciones del goniómetro.



Fig. 39. Detalle del nonio de un goniómetro de apreciación 5'.

En la figura 39 se puede observar el detalle de la graduación del cuerpo principal y la del nonio circular.

o Medición con goniómetro

El goniómetro posee un nonio que permite obtener la medida del ángulo con una apreciación mayor que el transportador simple (figura 40). No es nuestra intención exponer aquí la forma de medir con los distintos nonios circulares, pues difícilmente el técnico en instalaciones se verá en la necesidad de manejar apreciaciones más pequeñas que 1°. Sin embargo, este instrumento se adapta muy bien a formas de piezas muy variadas, gracias a la posibilidad que tiene la regla de desplazarse en toda su longitud, lo que le posibilita la medición de ángulos de piezas que por su forma no se pueden medir con el transportador simple.

Para medir con el goniómetro, aflojaremos el tornillo de fijación y apoyaremos una de las caras de la pieza sobre la parte plana del cuerpo. Al igual que se hizo en la medición con transportador simple, giraremos la regla hasta que haga contacto con la otra cara de la pieza. Apretaremos ahora el tornillo de fijación para efectuar la lectura sin que la regla se mueva de su posición. Al igual que sucedía en el calibre, el cero del nonio señala la medida en grados sobre la graduación.

En la figura 40 se muestra un ejemplo de medición. La lectura directa de 60° corresponde al ángulo que forma la cara inclinada de la pieza respecto a su base. En la parte inferior se obtiene el suplementario del ángulo dado por la lectura, es decir, $180^\circ - 60^\circ = 120^\circ$

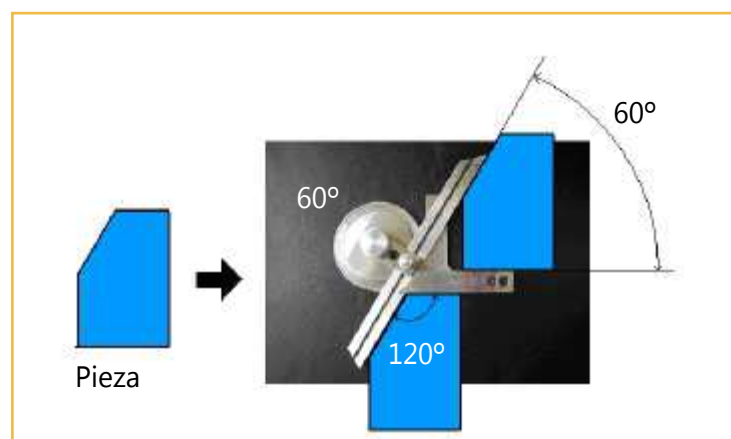


Fig. 40: Ejemplo de medición con goniómetro.

<http://www.youtube.com/watch?v=LsYDj6LRuaU>

6 actividad

La máxima pendiente en la carretera que atraviesa el puerto de Pajares, es del 17%. Esto significa que por cada 100 unidades de longitud medidas horizontalmente, la carretera asciende 17 unidades.

Para que tengas una idea gráfica de la inclinación de este tramo de carretera, dibuja en un papel un triángulo rectángulo cuyos catetos midan 100 y 17 mm respectivamente, y sitúalo de forma que el cateto de 100 mm quede horizontal. En esta posición, la carretera tendría la inclinación de la hipotenusa.

Con un transportador de dibujo, mide el ángulo que forma la carretera con la horizontal y anota el resultado obtenido.

7 actividad

La rampa de un garaje salva un desnivel de 3 metros de altura en una longitud horizontal de 10 metros. ¿Sabrías obtener en grados la inclinación de dicha rampa?

¿Qué instrumento o instrumentos de medida utilizarías para medir los objetos que se enumeran en la tabla? Por una cruz donde corresponda.

	REGLA METÁLICA DE TALLER	FLEXÓMETRO	CALIBRE PIE DE REY	MICRÓMETRO DE EXTERIORES	TRANSPORTADOR O GONIÓMETRO
Altura de una mesa					
Altura del hueco de una ventana					
Ángulo entre dos superficies					
Diámetro de una tubería de agua					
Espesor de una lámina de chapa					
Longitud de un tornillo					
Profundidad de un agujero taladrado					
Diámetro del eje de un motor					
Anchura de un perfil de aluminio					
Ángulo del filo de un cortafríos					
Perímetro de una bombona de butano					

5. Comparadores

Los comparadores son unos útiles que tienen una medida fija y conocida o que se puede fijar, de esta manera se compara la pieza con el útil y sabemos si es igual o presenta alguna variación; en este tema vamos a ver los siguientes:

- Escuadras.
- Galgas de espesores.
- Calibres de diámetros.
- Calibres pasa no pasa.
- Galgas para radios.
- Peines de rosca y plaquetas de rosca.
- Mármol.

Escuadras

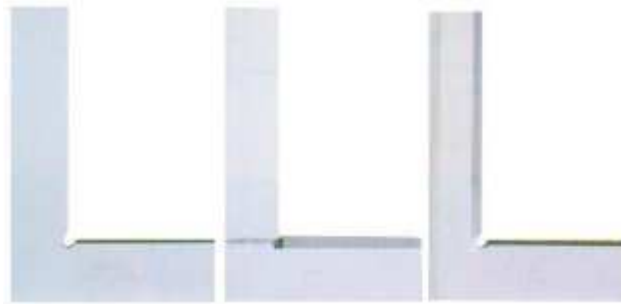
Las escuadras son útiles de medida indirecta o por comparación; se utiliza para comparación de ángulos.

Se utiliza colocando el ángulo de la pieza que queremos comparar sobre la pieza, mirando al trasluz para observar si algún rayo de luz pasa entre la pieza y la escuadra; si esto ocurre, la pieza no tiene el ángulo que queremos comparar.

Figura 16. Juego de escuadra universal.



Figura 17. Escuadra de precisión.



Galgas de espesores

Son láminas de distintos espesores (0,05; 0,10; 0,15; 0,20; 0,25; etc.); se usan para la medición indirecta por comparación de la separación o huecos que hay entre dos superficies o piezas.

Se hacen pasar las galgas por el hueco a medir, aumentando su espesor hasta que encontramos una que no es capaz de pasar, entonces sabremos que la medida del hueco es superior a la última que pasa e inferior a la que no pasa.

Figura 18. Juego de Calibres para Espesores.



Calibres de diámetros

Son un juego de varillas calibradas; se usan para medir diámetros de agujeros muy pequeños, por ejemplo agujeros de pulverizadores de gasóleo, pasos de válvulas de expansión, etc.

Calibres pasa no pasa

Es un útil de medida indirecta por comparación. Son piezas calibradas que sirven para medir diámetros; es una pieza que tiene dos separaciones a medidas muy precisas, se busca la pieza que comparándola con la barra o el tubo se obtiene que una pasa y la otra no, de esa manera sabremos que la medida está entre las dos de referencia.

Calibres para radios

Es un útil de medida indirecta por comparación. Son un juego de plantillas de semicírculos. Sirve para determinar el radio de tubos y agujeros.

Figura 19. Calibre radios.



Peines de rosca y plaquetas de rosca

Es un juego de útiles de medida indirecta por comparación. Consta de una serie de peines de acero que tienen indicado el tipo de rosca a la que corresponden.

Podremos encontrarnos con los que miden las roscas tipo métrica (60°) de paso en mm. (6 x 100) y los tipo whithworth (55°) y paso en pulgadas 20G.

Figura 20. Juego de Calibres para Roscas.



Mármol

El mármol, sirve para trazar y para comprobar la planitud de una pieza; se fabrican en dos tipos de material diferente, en granito y en hierro fundido.

Figura 21. Mármol.

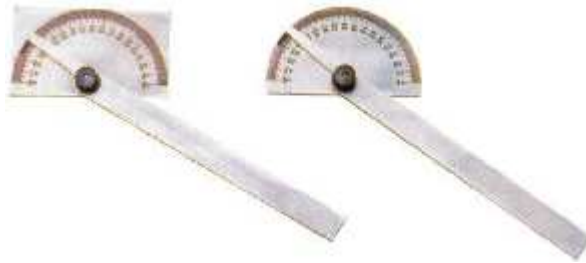


Transportador de ángulos

Es una herramienta que permite fijar un ángulo manualmente o bien cogerlo de otra pieza; para ello se apoya sobre la pieza muestra y se aprieta el tornillo, con lo cual el ángulo queda fijado.

Una vez fijado podemos comparar con otra pieza, leer el ángulo obtenido o trazar ese ángulo en otro sitio.

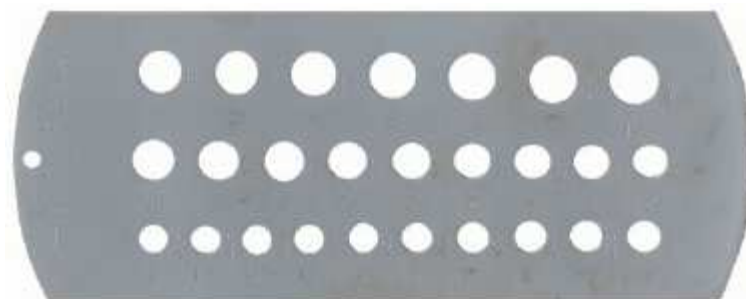
Figura 22. Transportador de ángulos.



Comprobador de diámetros de brocas

Es una herramienta de medición indirecta por comparación; consiste en una placa metálica que tiene realizados los diámetros más usuales de brocas y marcados sobre la misma; haciendo pasar la broca sabremos cuál es su medida que corresponderá a la más grande por la que puede pasar.

Figura 23. Comprobador diámetro brocas.



6. Unidades de longitud en el sistema anglosajón: la pulgada

Es posible que la palabra pulgada no sea ajena a tu vocabulario. “La pantalla de este ordenador es de 17 pulgadas” puede ser una frase que hayas empleado o hayas leído en algún catálogo de ordenadores. También el tamaño de las pantallas de televisión se define de esa manera, y, como ya sabrás, es la longitud de su diagonal expresada en esa unidad de medida anglosajona. Pero, ¿se limita su uso exclusivamente a definir el tamaño de las pantallas? ¿Qué interés puede tener para un instalador esta unidad de medida?

La pulgada sigue manteniendo cierta vigencia en el campo de las instalaciones de agua, gas y climatización. “Tubo de media pulgada” o “rosca gas de tres cuartos de pulgada” son ejemplos de expresiones de uso común, tanto en catálogos técnico-comerciales como en el vocabulario de uso corriente, por lo que es recomendable conocer, aunque sea de someramente, este sistema de medición.

Una pulgada es, en nuestro sistema de unidades, una longitud de 25,4 milímetros. Algo así como esto:



Diremos entonces que el segmento de la figura mide una pulgada. Expresándolo numéricamente: 1". Las dos comillas después de la cifra indican precisamente eso: pulgadas ("inch" en inglés)

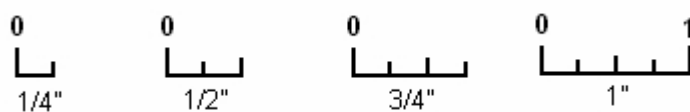
Si dividimos el segmento en dos mitades obtendremos dos segmentos de media pulgada ($1/2''$):



Dividiendo ahora cada mitad en dos partes, habremos dividido la pulgada en cuartos



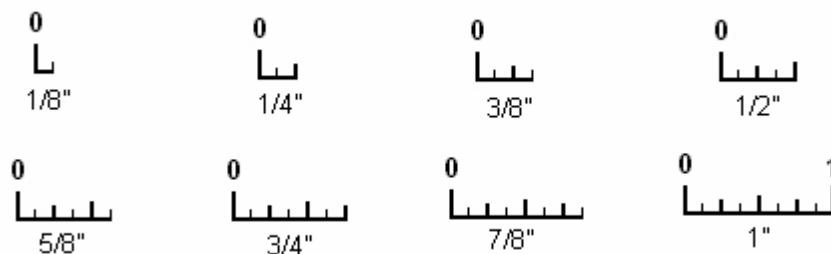
Las longitudes que podemos apreciar con la pulgada dividida en cuartos son respectivamente, $\frac{1}{4}$ ", $\frac{1}{2}$ ", y $\frac{3}{4}$ ". (Observa que decimos $\frac{1}{2}$ " y no $\frac{2}{4}$ ")



Dividiendo ahora cada cuarto en dos partes, obtendremos los octavos de pulgada:

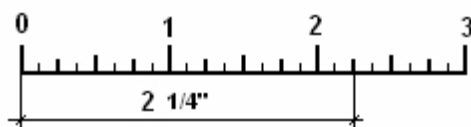


Fíjate en las medidas que se pueden obtener con esta división de la pulgada en 8 partes:



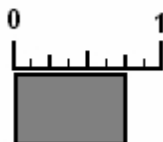
Todas las fracciones están simplificadas, y por eso no decimos $\frac{2}{8}$ ", sino $\frac{1}{4}$ ". Tampoco decimos $\frac{4}{8}$ ", sino $\frac{1}{2}$ ".

¿Y más allá de la pulgada? Cuando la medida sea mayor que 1" contaremos las pulgadas enteras y a continuación anotaremos las fracciones de pulgada que hay hasta la medida. Así, por ejemplo, en la figura tenemos acotada una medida que comprende 2 pulgadas enteras más $\frac{1}{4}$ de pulgada. Dicha medida se escribe $2 \frac{1}{4}$ ":



Ejemplo de medición

A modo de ejemplo comentaremos dos formas distintas de razonar al medir con una regla en fracciones de pulgada. Observa el ejemplo de la figura:



Una forma de razonar al efectuar la lectura sería: La pulgada está dividida en 8 partes. El lado del rectángulo tiene una longitud de 6 partes, es decir $6/8"$. Simplificando la fracción obtengo $3/4"$.

Otra forma de razonar sería: El lado tiene una longitud que hemos de medir en cuartos, ya que va desde el cero hasta una raya de cuartos. Prescindimos de las divisiones inferiores (las borramos imaginariamente) y contamos solo los cuartos: el lado mide $3/4"$.

Transformación de uno a otro sistema

Podríamos explicarlo así:

T Paso de pulgadas a milímetros:

Puesto que una pulgada es igual a 25,4 mm, para pasar a milímetros una cantidad dada en pulgadas, la multiplicaremos por 25,4.

Ejemplo

- ¿Cuántos milímetros son 3"? $3" \times 25,4 = 76,2 \text{ mm}$
- ¿Cuántos milímetros son $2 \frac{1}{2}"$?
 $2 \frac{1}{2}"$ puede expresarse como $2" + \frac{1}{2}" = 5/2"$; $5/2" \times 25,4 = 63,5 \text{ mm}$.

T Paso de milímetros a pulgadas:

Para pasar de milímetros a pulgadas hemos de dividir entre 25,4 mm.

Ejemplo

- Expresar en pulgadas 100 mm. $100 : 25,4 = 3,9$ pulgadas

No siempre es posible transformar esta expresión en otra con parte entera y parte fraccionaria cuya fracción sea del orden de las estudiadas ($1/2''$, $1/4''$, etc.).

9 actividad

Efectuando sucesivas divisiones en una pulgada (25,4 mm), ¿sabrías decirnos en cuántas divisiones habría que dividir la pulgada para que la longitud apreciada fuera inferior a 1mm?

Medición en pulgadas con el calibre

El instalador se encontrará en ocasiones con la necesidad de medir el diámetro de una tubería o accesorio dimensionado en pulgadas. Para ello deberá utilizar la graduación en pulgadas del calibre, la cual suele estar grabada en la parte superior de la regla. Los diámetros de racores y tuberías suelen ser fracciones de la pulgada que raramente van más allá de los dieciseisavos (pulgada dividida en 16 partes), por lo que no será necesario recurrir al nonio.

A continuación mostramos algunos ejemplos de medición en pulgadas con un calibre cuya regla viene dividida en dieciseisavos, es decir, una división de la regla es igual a $1/16''$.



Fig. 41. Calibre efectuando una medida de $1/2''$.



Fig. 42: Calibre efectuando una medida de $1\frac{1}{16}''$.

Para hacer transformaciones de pulgadas a milímetros, y también a la inversa, puede utilizarse directamente el calibre. En la figura siguiente podemos comprobar directamente cómo 1" (leída en la parte superior de la regla) es igual a 25,4 mm (leída en la parte inferior):

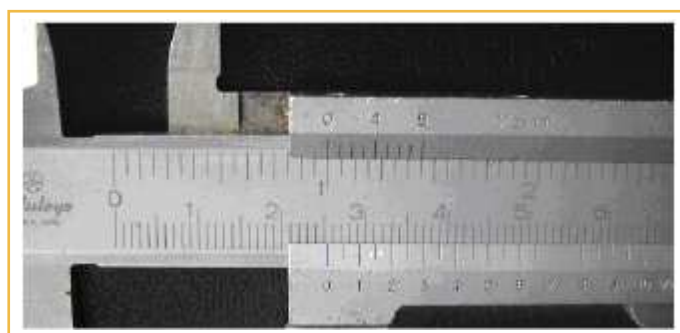


Fig. 43. Calibre efectuando una medida de $1'' = 25,4 \text{ mm}$.

7. CALIBRACIÓN DE APARATOS DE MEDICIÓN

Calibrar un aparato de medición consiste en realizar la comprobación de su fiabilidad; para eso necesitamos unas herramientas patrón o unas medidas patrón.

Las herramientas patrón son las que han sido comprobadas rigurosamente por un laboratorio especializado en la materia y están certificadas. Se realiza la medida con la herramienta patrón y después con la herramienta a comprobar; si no hay variación, se determina que la herramienta funciona correctamente, si el error es inadmisibile, entonces se desechará o mandará a reparar la herramienta.

Otra forma de comprobar es con medidas patrón; son útiles que están certificados y conocemos su medida exacta; medimos con la herramienta y si nos da la esperada, está en condiciones de uso, si no es así, se procederá de la manera anterior.