



# PRODUCMÀTICA

## Metrologia

### Unidad 5 – Tema 5B





## OBJETIVOS

Se pretende que el alumno logre:

- Conocer e identificar los instrumentos de medición.
- Aprender la forma correcta del uso de los instrumentos de medición, aplicado a casos prácticos, que habitualmente se presentan en la realidad.
- Aprender a seleccionar el instrumento indicado para cada caso en particular, teniendo en cuenta, la precisión necesaria, la rapidez con la que se obtienen los resultados y el costo del instrumento.
- Interpretar correctamente el resultado de las mediciones.
- Conocer los cuidados y el mantenimiento que necesitan los instrumentos de medición.

## **TEMA 5B**

### **Instrumentos de medición.**

#### **Calibres de cursor.**

También llamados calibres de Vernier, estos usan la escala Vernier, que fue inventada por Petrus Nonius, matemático portugués; por ese motivo se le domino Nonius. El diseño actual de la escala deslizante debe su nombre al francés Pierre Vernier, quien la perfeccionó.

Dentro de los calibres de cursor con vernier, diferenciamos fundamentalmente tres grupos: Pie de rey, de altura y de profundidad.

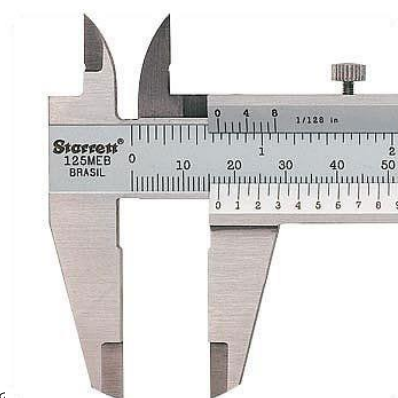
- **Calibres pie de rey**

El más común de los de su tipo, comúnmente usado en talleres mecánicos y metalúrgicos.

El mismo consta de un vernier o escala auxiliar, la que se desliza a lo largo de la escala principal, para permitir en estas, lecturas fraccionales exactas de la mínima división.

Para lograr lo anterior una escala vernier esta graduada en un número de divisiones iguales en la misma longitud que  $n-1$  divisiones de la escala principal; ambas escalas están marcadas en misma dirección.

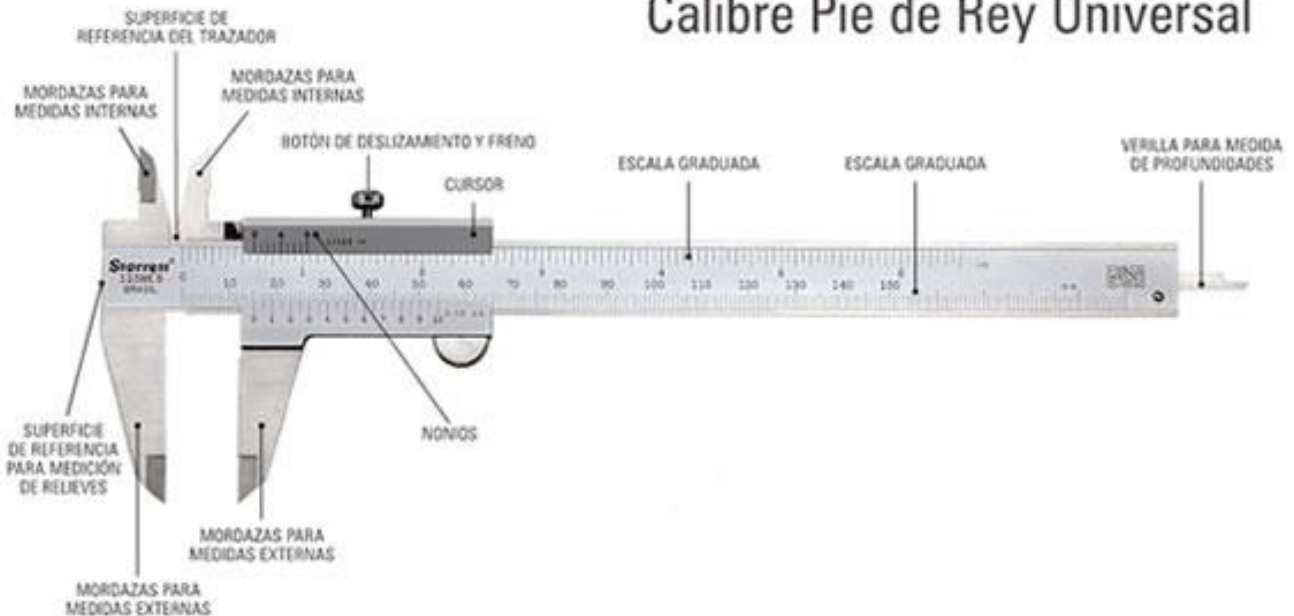
Una fracción de  $1/n$  de la mínima división de la escala principal pueden leerse, tal como se aprecia en la siguiente figura.



*Metrología Dimensional - UNID* ..... *stro - Ingeniería en*  
*Mecatrónica*

Actualizado por Ivan Saitcew

## Calibre Pie de Rey Universal

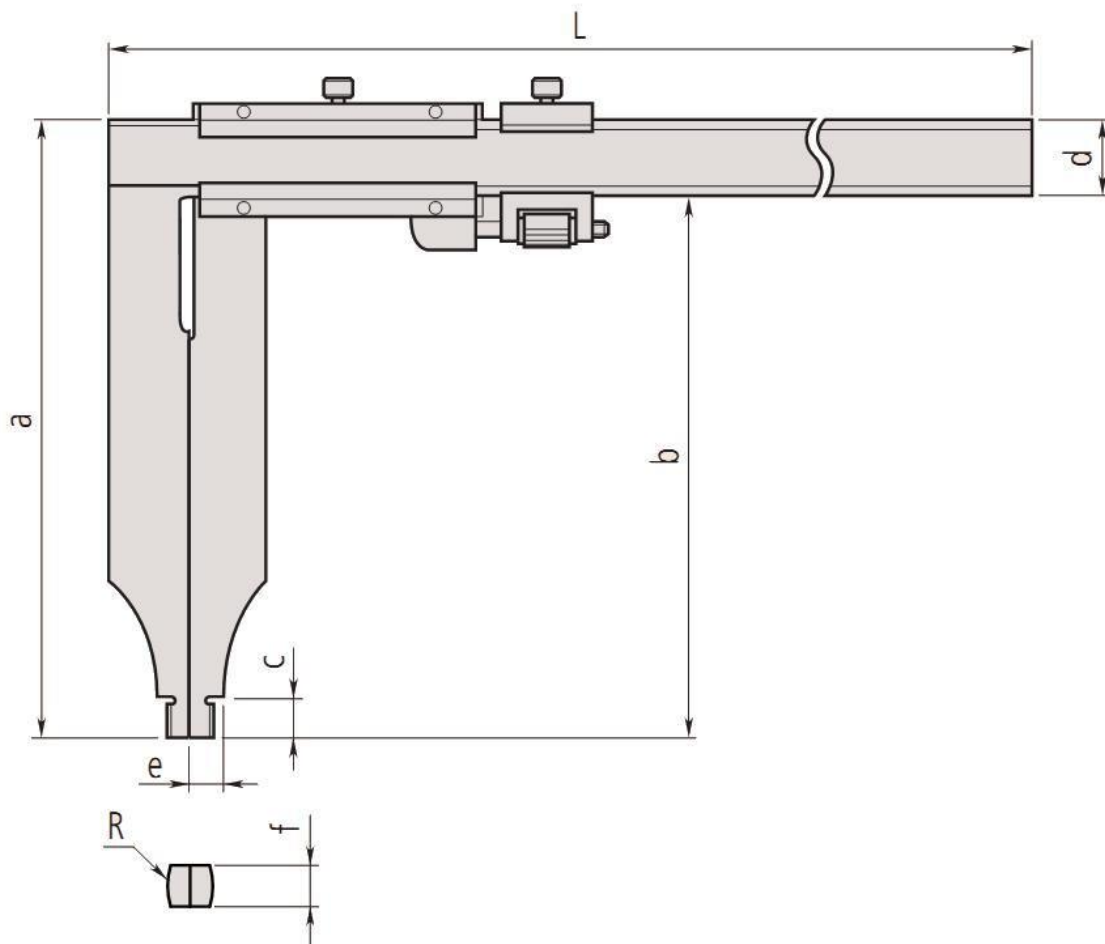


Estos calibres en milímetros tienen 20 divisiones que ocupan 19 divisiones de la escala principal, graduada cada 1mm. La apreciación en este caso es de 0.05mm. O 25 divisiones que ocupan 24 divisiones de la escala principal, graduada cada 0.5mm. En este caso la apreciación del instrumento será de 0.02mm.

Este tipo de calibres se fabrican generalmente para medir longitudes que existan dentro de los siguientes rangos: 0-150; 0-200 y 0-300mm. Y permite medir  $\varnothing$  exteriores, interiores, profundidades y en algunos casos escalones en piezas.

Otros modelos de calibres pueden medir solo  $\varnothing$  interiores y exteriores, no cuentan con la varilla para medir profundidades. Para los  $\varnothing$  interiores no cuentan con las mandíbulas superiores, como en el caso anterior, sino que lo hacen con los extremos de las mordazas de medición inferiores, los mismos son redondeados, como vemos en la siguiente figura.





Este tipo de construcción se da por lo general en calibres de 300, 500, 1000, 1500 y 2000mm. Ambos modelos de calibre comúnmente traen dos graduaciones en su escala principal, una inferior con sistema métrico y una superior en el sistema decimal inglés (en pulgadas).

### **Como leer en la escala Vernier**

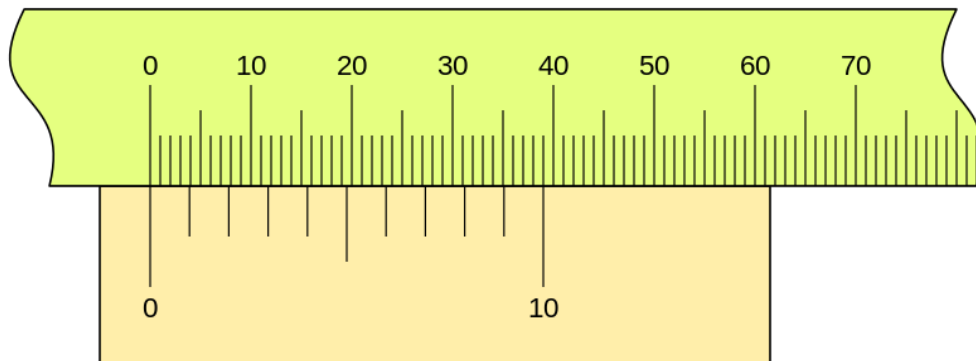
El vernier más comúnmente usado, tiene “**n**” divisiones iguales que ocupan la misma longitud que “**n-1**” divisiones sobre la escala principal. En la siguiente

*Metrología Dimensional - UNIDAD 5 - Producción - Ing Oscar Castro - Ingeniería en Mecatrónica*

Actualizado por Ivan Saitcew

imagen podemos ver la escala fija con 40 divisiones (40 mm) de 1 mm cada una (**a=1mm**); en el nonius tenemos 20 divisiones que equivalen a “**n-1**”

Escala fija n=40 divisiones



n-1= Nonius 20 divisiones

Ahora bien, para calcular la apreciación (A) del nonius anterior, dividimos la menor división de la escala principal (1mm.) por la cantidad de divisiones del vernier, en este caso 20.

$$A = 1\text{mm} / 20\text{divisiones} = 0.05\text{mm.}$$

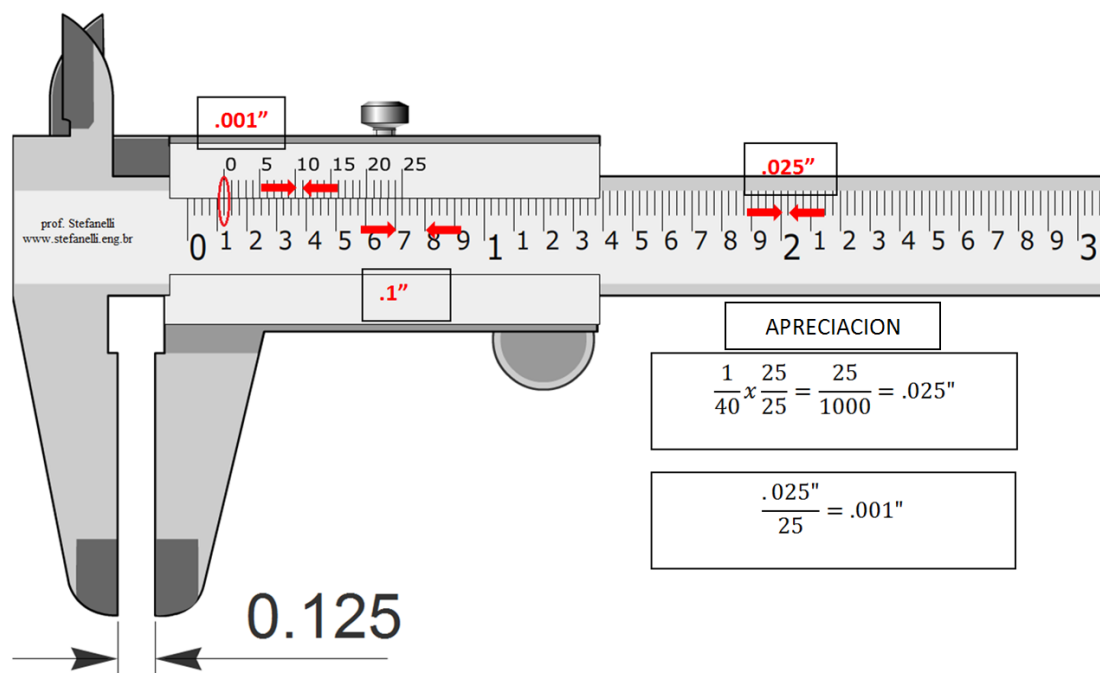
Veamos otro ejemplo en el que tenemos que calcular la apreciación (A) de un nonius, donde el vernier tiene 50 divisiones.

$$A = 1\text{mm} / 50\text{divisiones} = 0.02\text{mm.}$$

Veremos a continuación distintos tipos y modelos de calibres pie de rey, para aplicaciones muy específicas.

### Calibre pie de rey en pulgadas.

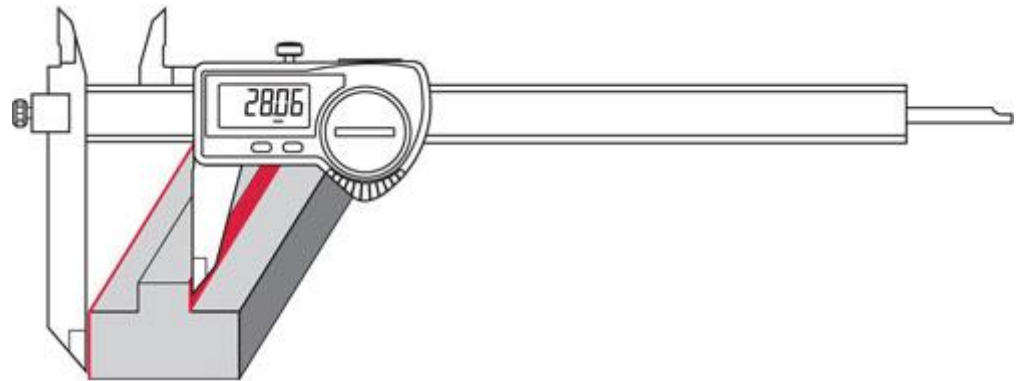
A continuación veremos un ejemplo de un instrumento con la escala en pulgadas, y el desarrollo para calcular su apreciación.



### Calibre pie de rey con puntas desiguales

Este calibre nos permite mover verticalmente la mordaza de medición correspondiente a la escala fija, lo que posibilita hacer mediciones en piezas con escalones, que no podrían efectuarse con un calibre estándar.





### **Calibre con puntas de medición largas**

### **Calibre con Mordazas Largas**

Este tipo de calibre nos permite medir agujeros muy profundos y  $\varnothing$  exteriores muy grandes que no pueden medirse con un calibre normal. En este tipo de calibre las mordazas de medición tienen una longitud de ~ 75mm. En longitudes de medición de 300mm. Y de 100 mm para longitudes de medición de 500mm.



### **Calibres con Comparador y Medición de Presión Constante**

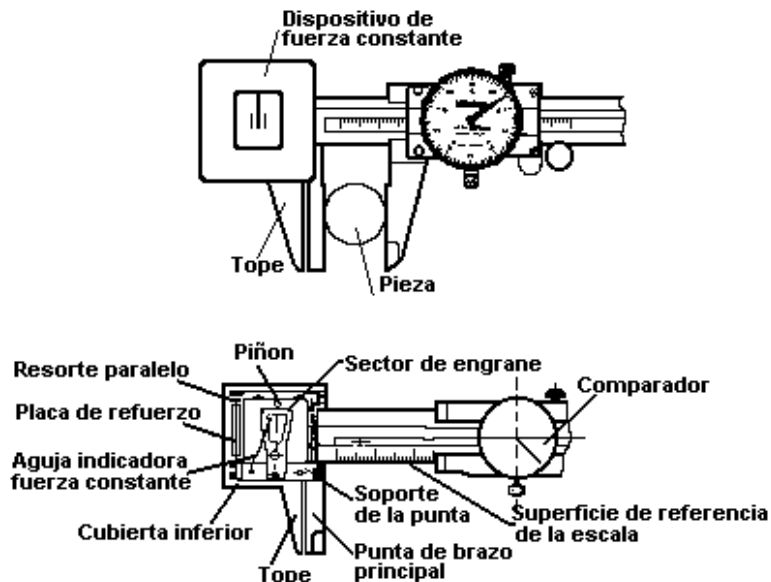
En la actualidad y debido a la gran proliferación de las piezas de plásticos en la industria, es necesario contar con instrumentos apropiados para no deformar las mismas por exceso de presión al ser medidas, como pasaría con los calibres y

*Metrología Dimensional - UNIDAD 5 - Producción - Ing Oscar Castro - Ingeniería en Mecatrónica*

Actualizado por Ivan Saitcew



micrómetros normales. Por este motivo se han construido calibres con comparadores (también llamados de carátula), y un indicador de presión (dinamómetro) en el extremo del calibre.

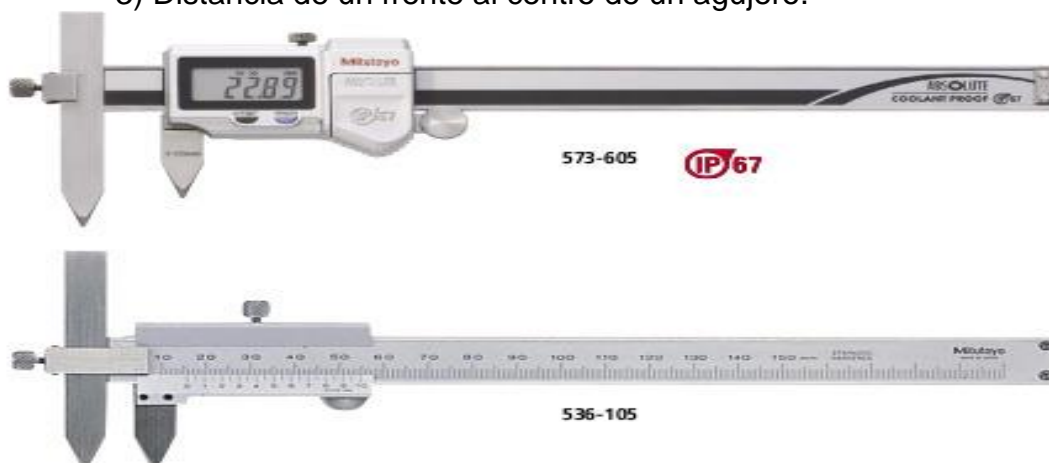


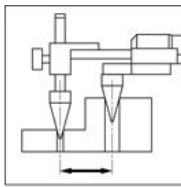
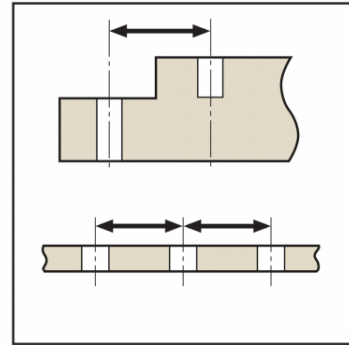
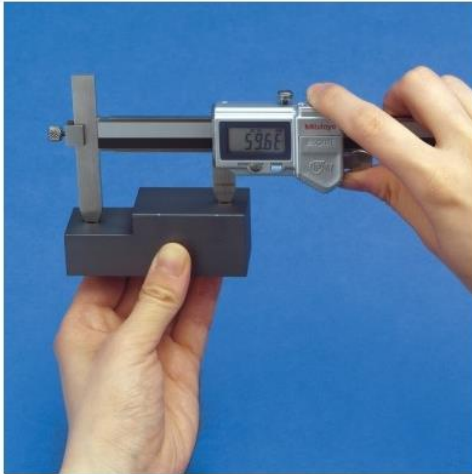
Este tipo de calibre también es utilizado en la medición de espesores, en las industrias papeleras, para controlar espesores de papel, cartulinas y cartones.

### **Calibre para Control de Distancias entre Centros de Agujeros**

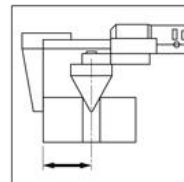
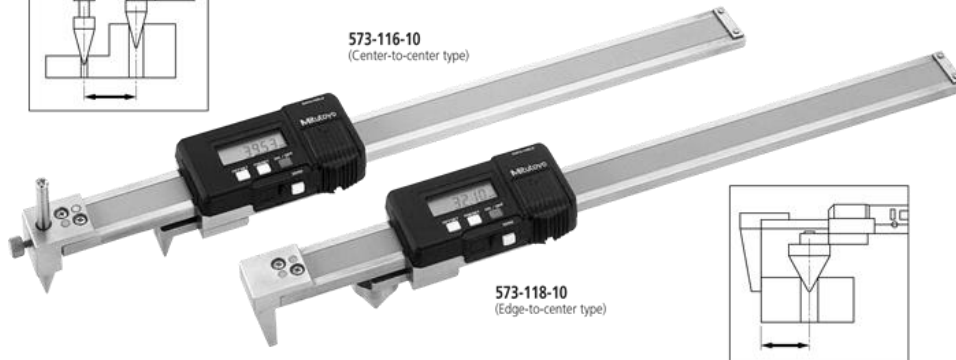
Este calibre tiene las mordazas de medición cónicas (ángulo del cono 40°) y se usa para medir:

- 1) Distancias entre centros de agujero de igual y de distintos  $\varnothing$ .
- 2) Distancias entre centros de agujeros de igual y de distintos  $\varnothing$  mecanizados en planos escalonados, esto lo puede hacer gracias a que la mandíbula de la escala principal se desplaza verticalmente y se fija con un tornillo.
- 3) Distancia de un frente al centro de un agujero.





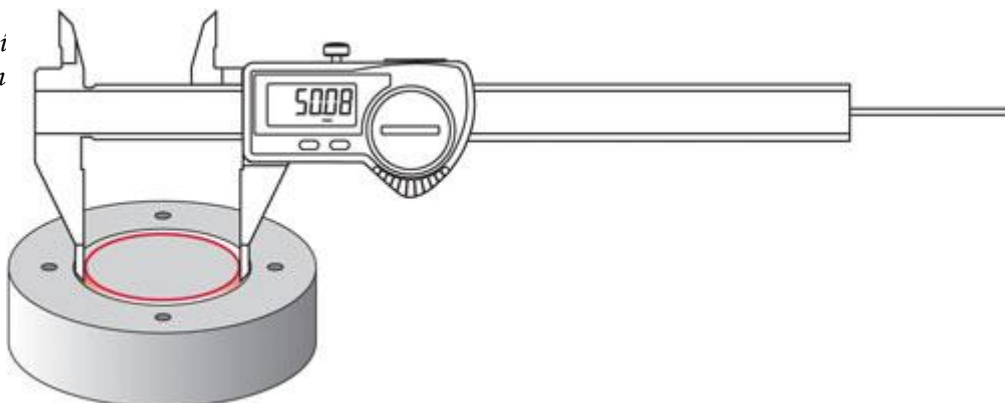
**SPC** **ABSOLUTE**



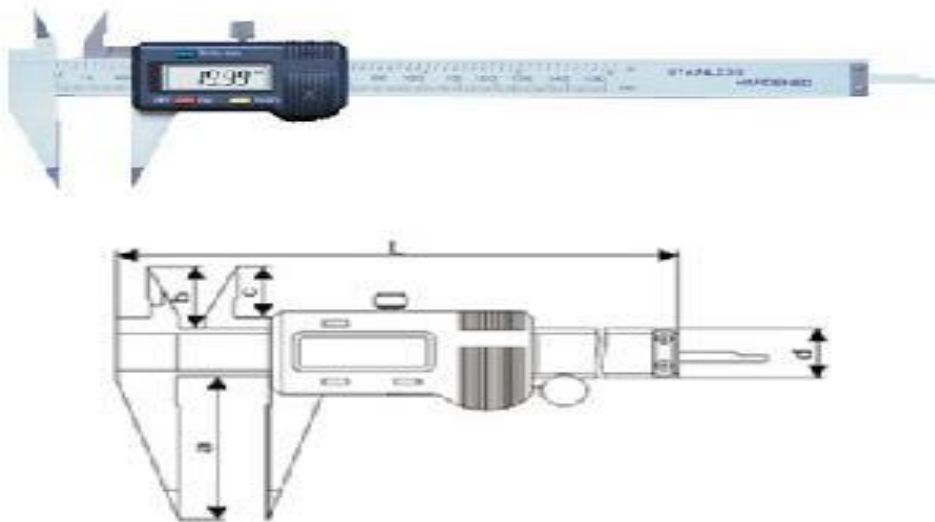
Existen además una serie de calibres especiales para mediciones tales como:

- A) Calibres de puntas cónicas, para medición de distancias entre ranuras cuyos anchos sean pequeños, ya que la punta de la mordaza de medición tiene 0,3mm.

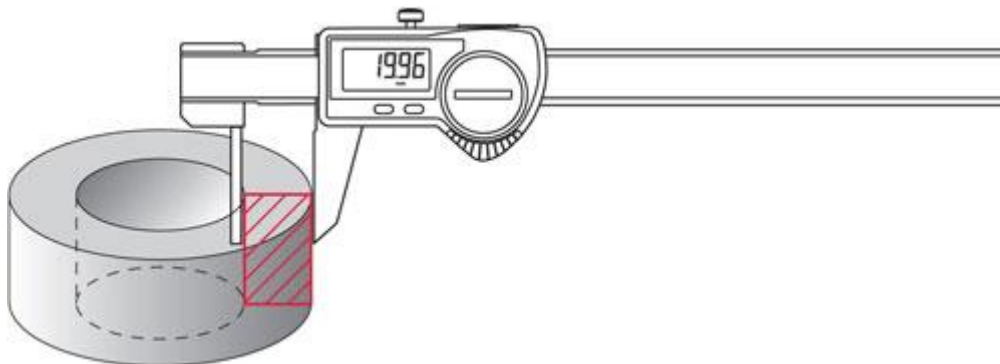
*Metrología  
Mecatrón*



- B) Calibres con puntas en cuchilla para medición en ranuras estrechas, las mandíbulas de medición son de poco espesor para poder entrar en ranuras de poco ancho.

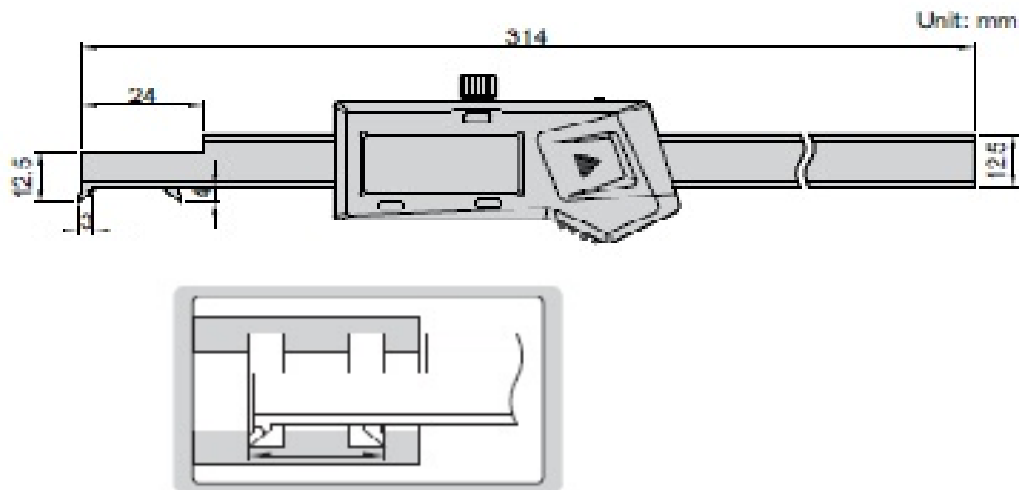


- C) Calibre para control de espesores de tubo, la mandíbula de medición de la escala fija es cilíndrica de  $\varnothing 3\text{mm}$ .



- D) Calibre para medición de ranuras dentro de  $\varnothing$  interiores de más de 30mm.



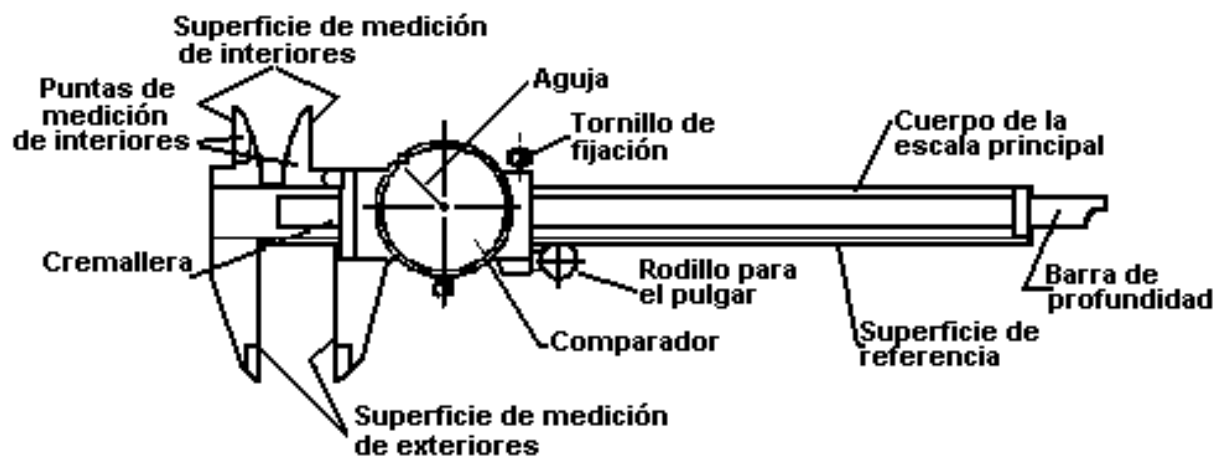


### Calibres con Comparador o Indicador de Cuadrante

Debido a que el mecanismo del comparador está basado en cremallera y piñón, este calibre ofrece lecturas fáciles, pero al mismo tiempo, esta característica requiere de una mayor y especial atención en su manejo, que no se requiere en el del calibre con vernier.

En la figura siguiente podemos ver un calibre con comparador:

Estos calibres vienen con las siguientes escalas:



1) Comparador que en un giro completo equivale a 5 mm, con 100 divisiones. Apreciación 0,05mm.

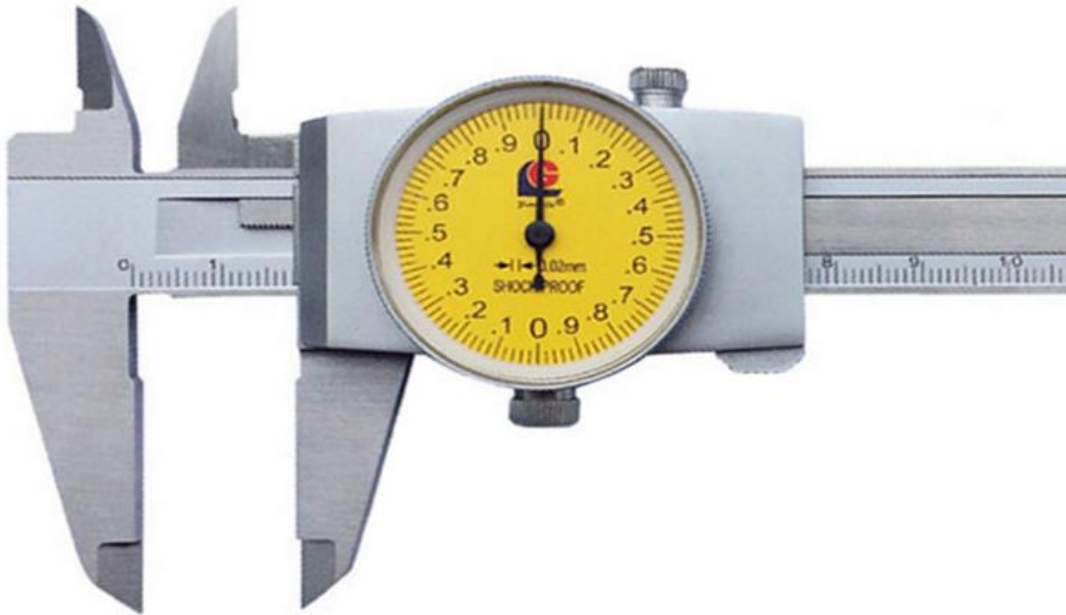
*Metrología Dimensional - UNIDAD 5 - Producción - Ing Oscar Castro - Ingeniería en Mecatrónica*

Actualizado por Ivan Saitcew



$$\text{Aprec.} = \frac{5}{100} = 0,05\text{mm.}$$

2) Comparador que en un giro completo equivale a 2mm, con 100 divisiones.  
Apreciación 0,02 mm.



3) Comparador que en un giro completo equivale a 1mm, con 100 divisiones.  
Apreciación 0,01mm.

$$\text{Aprec.} = \frac{1}{100} = 0,01\text{mm.}$$



### **Calibres Electrodigitales**

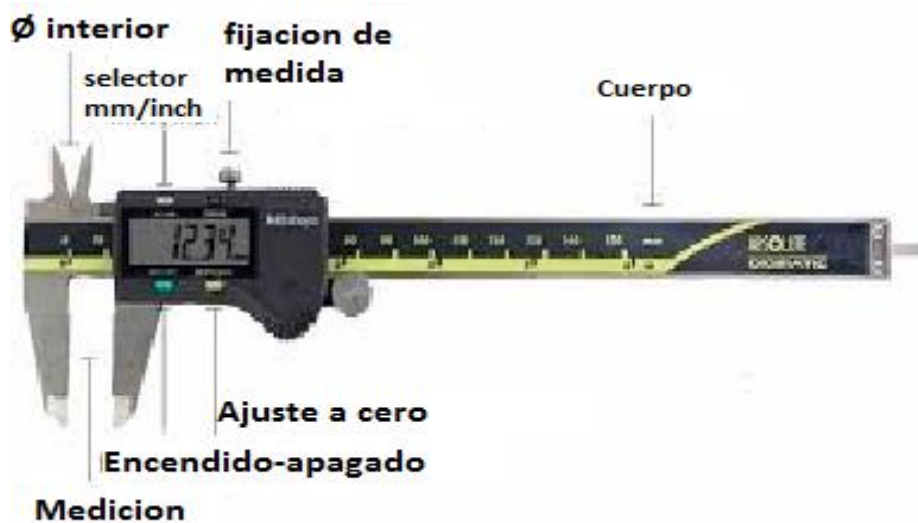
Este calibre funciona con un sistema de detección de desplazamiento del tipo capacitancia y es casi del mismo tamaño y peso que el calibre vernier convencional del mismo rango de medición.

El uso de estos actualmente, se ha extendido gracias a sus ventajas; fácil lectura y operación y funcionalidad mejorada; que se lograron gracias al sistema digital.

Estos calibres vienen normalmente en longitudes de medición de 100-150-

200- 300-450-600 y 1000 mm y todos ellos tienen conector de salida para procesamiento de datos estadísticos.

Son de fácil lectura, puesto que los valores medidos pueden verse en una pantalla de cristal líquido (LCD) con cinco dígitos (con una apreciación de 0,01 mm) que es fácil de leer, y libre de errores de lectura



### **Calibres de Altura**

Este tipo de calibres es utilizado para medir la altura de piezas o las diferencias de altura entre planos diferentes, también es muy utilizado para el trazado de piezas.



Está compuesto por una base horizontal, donde está colocada una columna perfectamente vertical, sobre esta columna que está graduada y la llamaremos escala principal, se desplaza un vernier para realizar mediciones rápidas y exactas, cuenta con un solo palpador (trazador) y la superficie sobre la cual descansa el calibre de altura (generalmente una mesa de granito o de fundición), actúa como plano de referencia para realizar las mediciones.

Podemos citar cuatro tipos de calibres según su sistema de medición:

Con vernier.

Con comparador (Indicador de cuadrante).

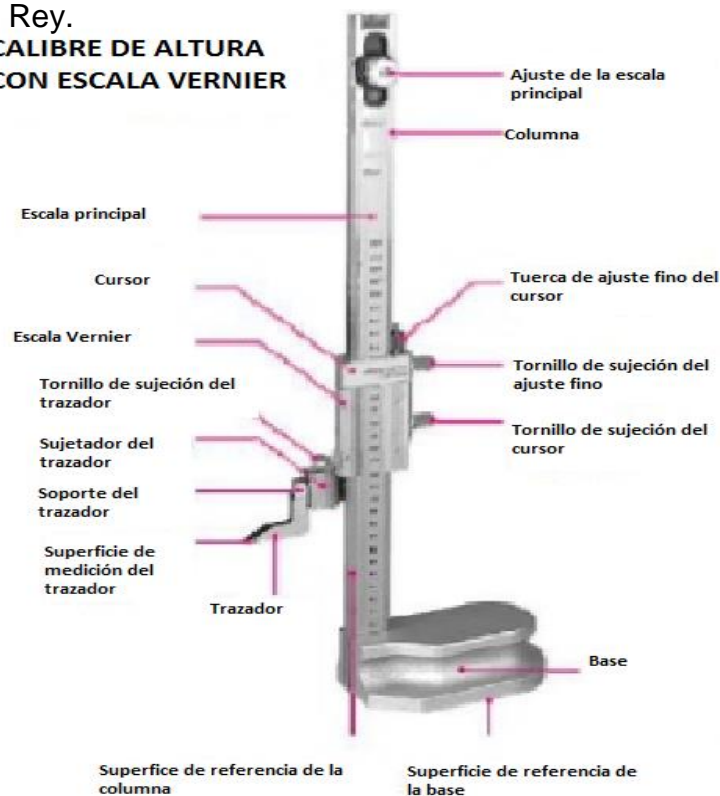
Con comparador y contador.

Electrodigital.

En la figura siguiente se muestra la construcción básica del calibre de altura con vernier, también se puede ver el mecanismo de ajuste fino y el mecanismo para el movimiento vertical de la escala principal, lo que permite ajustar fácilmente el cero del calibre.

Las apreciaciones que usualmente traen estos calibres son 0,02 mm y 0,05 mm y los vernier usados son similares constructivamente y en su lectura a los que traen los calibres Pie de Rey.

#### **CALIBRE DE ALTURA CON ESCALA VERNIER**



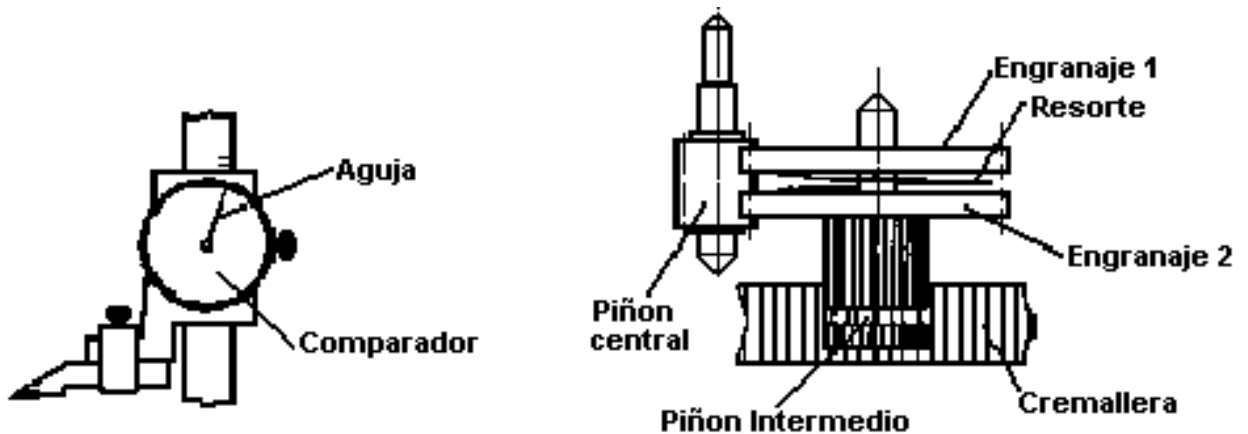
*Metrología Dimensional - U*  
*Mecatrónica*

Act

### Calibres de Altura con Comparador y con Comparador y Contador

Estos calibres son fabricados con el mismo principio constructivo que el de vernier, la diferencia radica que en el primero de ellos (con comparador) los milímetros se leen en la escala principal y las décimas y centésimas en un comparador que actúa con una cremallera y piñón.

En el segundo de modelos (con comparador contador) los milímetros los leemos en un contador digital mecánico y las décimas y centésimas con un comparador. Este tipo de calibres son más precisos que el de vernier pues eliminamos los errores de lectura por paralaje







De construcción similar a los anteriores calibres de altura; pueden trabajar con un codificador rotatorio para detectar movimientos; su construcción es de doble columna, el otro sistema utilizado es un detector de desplazamiento tipo capacitancia en este caso su construcción es de una sola columna de sección rectangular.

Las características fundamentales de estos calibres son:

*Metrología Dimensional - UNIDAD 5 - Producción - Ing Oscar Castro - Ingeniería en Mecatrónica*

Actualizado por Ivan Saitcew

1) Los valores medidos son visualizados fácil y rápidamente en un visor, por lo tanto las lecturas son rápidas y libres de error.

2) Tienen resolución de 0,01mm.

3) Tienen una función para fijar el cero en cualquier punto, esto elimina los cálculos en las mediciones de diferencias de altura, lo cual es conveniente cuando hacemos mediciones con muchos escalonamientos.

4) Es factible; con la función prefijado; fijar cualquier valor sobre el plano de referencia.

5) Tienen conectivo de salida a un procesador para datos estadísticos. Ambos modelos se pueden ver en las siguientes figuras

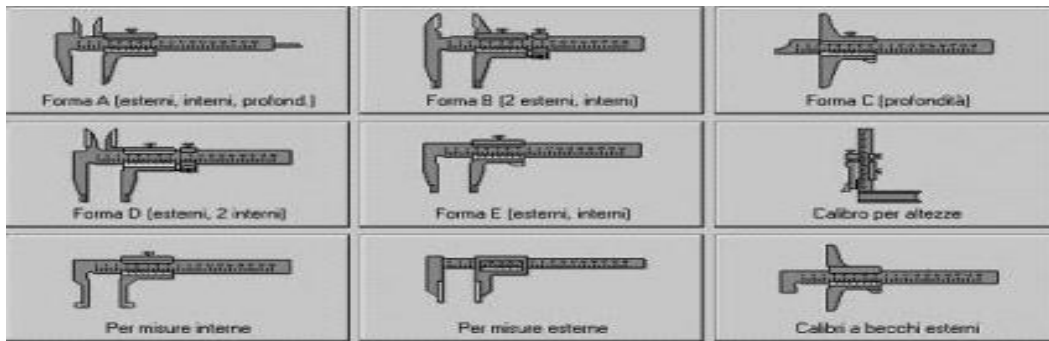


Actualizado por Ivan Carmona



### Precauciones a Tener en Cuenta en el Uso de Calibres Pie de Rey.

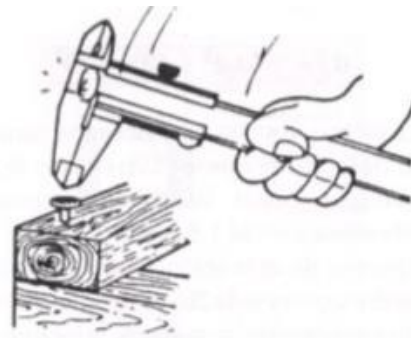
1- Seleccione el calibrador que mejor se ajuste a sus necesidades. Asegúrese que el tipo, rango de medición, y otras especificaciones del calibrador son apropiados para la aplicación.



2- **No** aplique excesiva fuerza al calibre.

**No** deje caer ni golpee el calibre.

**No** use el calibre como martillo.



3- Sea cuidadoso y **No** dañe las puntas de medición para interiores.

**No** use las puntas como compás o trazador



4- Elimine cualquier clase de polvo del calibrador antes de usarlo. Limpie totalmente las superficies deslizantes y las caras de contacto. Use sólo papel o trapo que no desprenda pelusa.

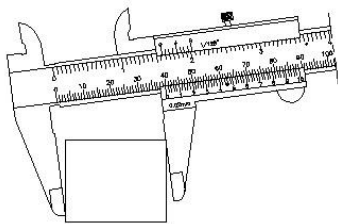


**5-** Revise que el cursor se mueva suavemente. No debe sentirse flojo o con juego. Corrija cualquier problema que encuentre ajustando los tornillos de presión y de fijación

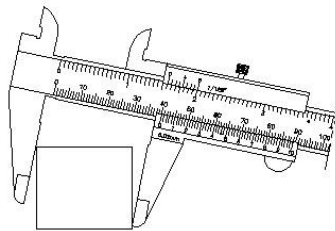


**6-** Medición de exteriores.

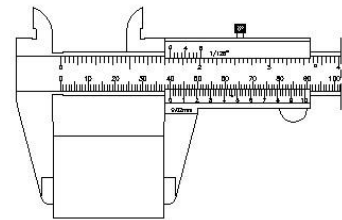
Mantenga y mida la pieza de trabajo en una posición tan cercana a la superficie de referencia como sea posible. Asegúrese que las caras de medición exterior hagan buen contacto con la pieza por medir.



Incorrecto



incorrecto



correcto

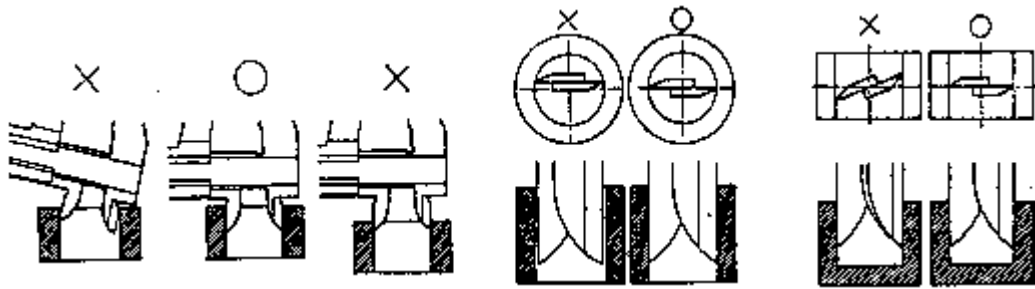
**7-** Medición de Interiores

Tome la medida cuando las puntas de medición de interiores estén tan adentro de la pieza como sea posible. Cuando mida un diámetro interior lea la escala cuando el valor indicado esté en su máximo. Cuando mida el ancho de una ranura, lea la escala cuando el valor de la escala esté en su mínimo.

*Metrología Dimensional - UNIDAD 5 - Producción - Ing Oscar Castro - Ingeniería en Mecatrónica*

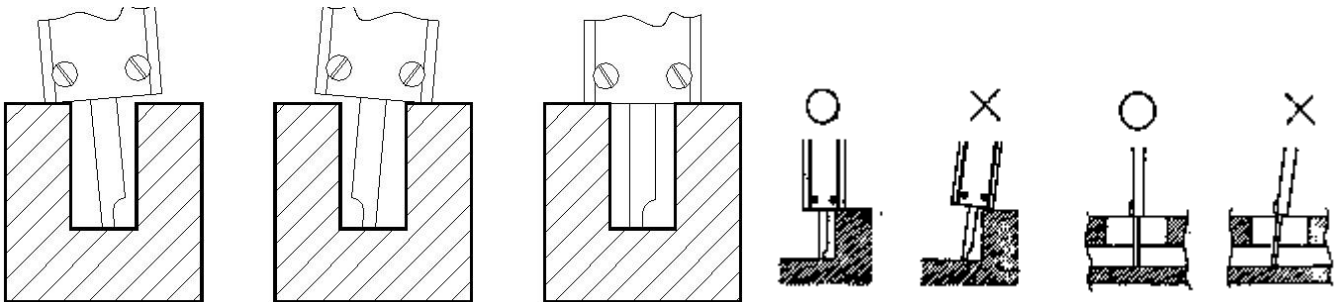
Actualizado por Ivan Saitcew





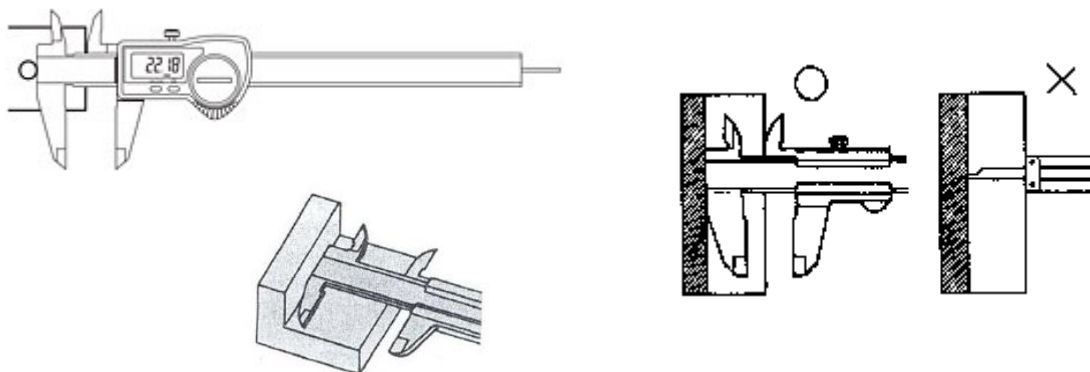
### 8- Medición de Profundidad.

Tome la medida cuando la cara inferior del cuerpo principal esté en contacto uniforme con la pieza a medir.

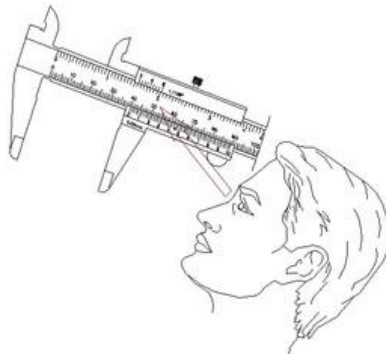


### 9- Medición de Peldaño.

Tome la medida cuando la superficie de medición del peldaño esté en correcto contacto con la pieza por medir.



**10-** Evite el error de paralaje leyendo la escala directamente desde el frente.

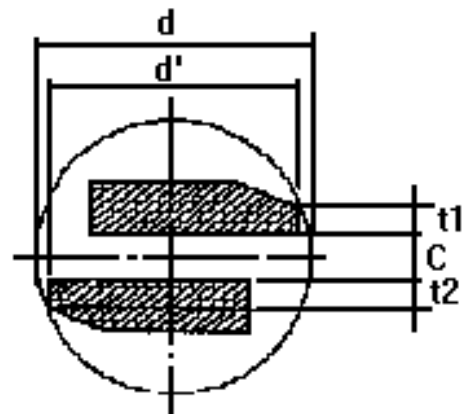


**11-** La medición de agujeros de diámetros pequeños normalmente proporciona lecturas menores que el diámetro real.

En la tabla siguiente vemos, por ejemplo el error cuando medimos una pieza con un agujero de diámetro 5 mm.

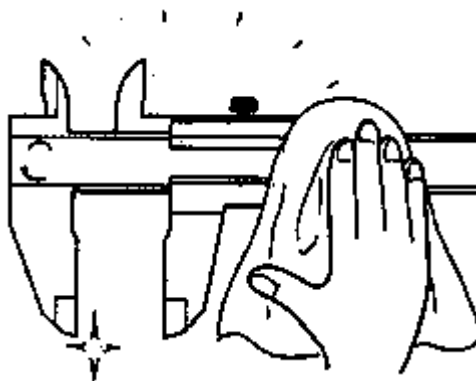
**Unidad: mm (pulg.)**

<b>t1 + t2 + C</b>	<b>0.3 (.001)</b>	<b>0.5 (.019)</b>	<b>0.7 (.027)</b>
<b>Δd</b>	<b>0.009 (.0003)</b>	<b>0.026 (.001)</b>	<b>0.047 (.002)</b>

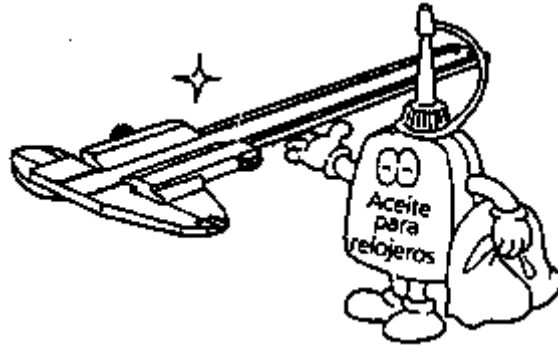


$$\Delta d = d - d1 = d - \sqrt{d^2 - (t1 + C + t2)^2}$$

**12-** Después de usarlo, limpie las manchas y huellas digitales del calibre con un trapo suave y seco.



**13-** Cuando el calibre sea almacenado por largos periodos de tiempo o necesite ser lubricado, use un trapo empapado con aceite para prevenir la oxidación y frote cada sección del calibre. Asegúrese que el aceite haya quedado uniformemente distribuido en toda su superficie



**14-** Cuando se almacenen calibres pie de rey se deberán tener en cuenta los siguientes detalles: No exponerlo a la luz directa del sol, No apoyarlo directamente sobre el piso. El ambiente deberá ser libre de humedad y de polvo.

Almacene el calibre en su estuche original o en una bolsa plástica.

Deje las caras de medición separadas de 0,2 a 2 mm aprox. Y no fije el cursor.







**Precauciones a tener en cuenta en el uso de los Calibres de Altura.**

1. No aplique fuerza excesiva al calibre de altura. No lo deje caer ni lo golpee



2. Tenga especial cuidado de no dañar las puntas de trazar.



3. Elimine cualquier suciedad o polvo antes de usar el calibre de altura.

Limpie todas las superficies deslizantes, la cara inferior de la base y la cara de medición del trazador.



4. Verifique el movimiento del cursor. No debe sentirse suelto ni tener juego.

*Metrología Dimensional - UNIDAD 5 - Producción - Ing Oscar Castro - Ingeniería en Mecatrónica*

Actualizado por Ivan Saitcew



Corrija cualquier problema que encuentre, ajustando el tornillo de presión y el de fijación (de la misma manera que en el pie de rey).

Apriete los tornillos de presión y de fijación, después aflójelos, en sentido horario aproximadamente  $30^\circ$ .

Verifique nuevamente el movimiento del cursor.

Repita el procedimiento anterior, mientras ajusta la posición angular de los tornillos hasta que obtenga un movimiento adecuado del cursor.



5. La distancia de referencia a la punta trazadora o a la punta del palpador debe ser tan corta como sea posible.



*Metrología y  
Mecatrónica*

*Ingeniería en*

6. Ajuste la línea de cero de la escala tomando como referencia la superficie de apoyo.

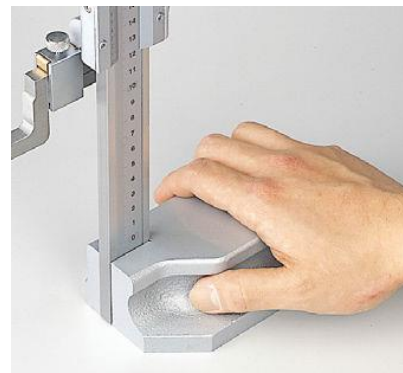


7. Evite errores de paralaje leyendo la escala directamente desde el frente.

Posicione la lente de observación (lupa) donde el centro del mismo (parte más gruesa), este alineado con las líneas que coinciden y al nivel del eje del observador.



8. Durante el ajuste fino, tenga especial cuidado de no permitir que la base del calibre de altura se separe del plano de referencia donde está apoyado.

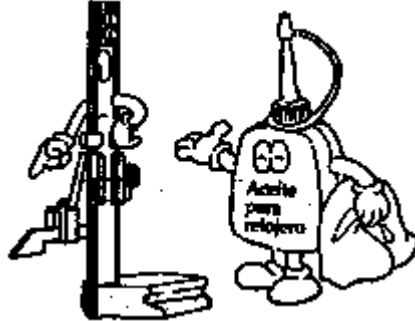


*Metrología Dimensional - UNIDAD 5 - Producción - Ing Oscar Castro - Ingeniería en Mecatrónica*

Actualizado por Ivan Saitcew



9. Cuando almacene un calibre de altura por mucho tiempo o cuando necesite lubricarlo, use un trapo empapado en aceite y frótelo por todo el calibre.



10. Cuando se almacenen calibres de altura se deberán tener en cuenta los siguientes puntos:

No exponerlo a la luz solar directa. No apoyarlo directamente sobre el piso.

No apriete el tornillo de fijación del cursor.

Almacénelo en un ambiente libre de polvo, ventilado y de baja humedad.

Desmonte del calibre de altura la punta de trazado.

Almacene el calibre de altura en su estuche original o en caso contrario dentro de una bolsa plástica.



*Metrología Dimensional - UNIDAD 5 - Producción - Ing Oscar Castro - Ingeniería en Mecatrónica*

Actualizado por Ivan Saitcew



**UNCUYO**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE CUYO



**FACULTAD  
DE INGENIERÍA**

*Metrología Dimensional - UNIDAD 5 - Producción - Ing Oscar Castro - Ingeniería en  
Mecatrónica*

Actualizado por Ivan Saitcew