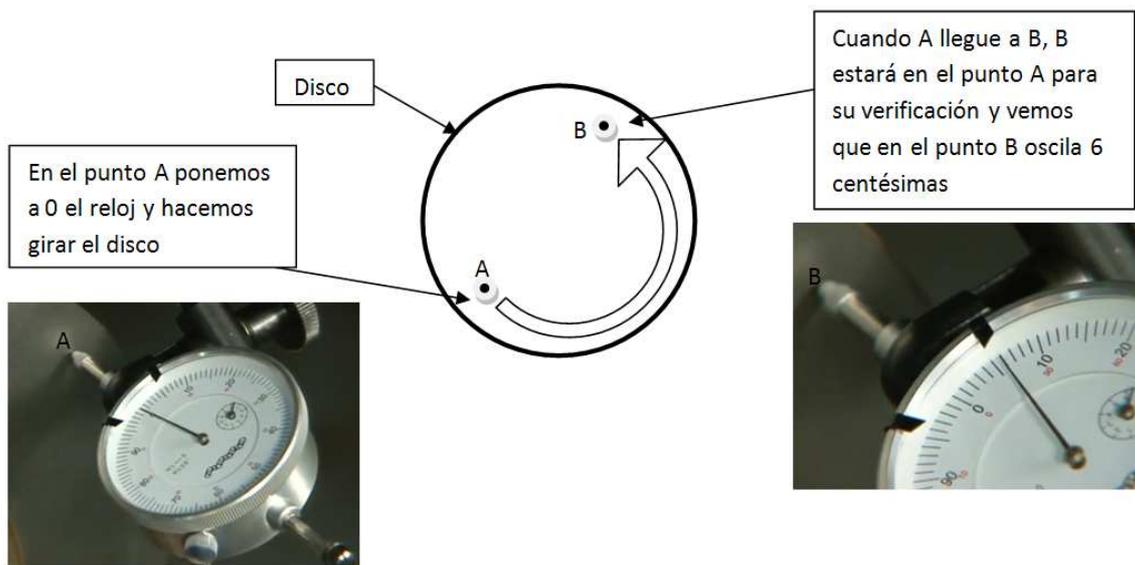


### Reloj comparador

El reloj comparador es un instrumento para medir longitudes y formas, mediante medida diferencial (por comparación).

Los pequeños desplazamientos de la punta de palpación son amplificados mecánicamente y se transmiten a una aguja indicadora. Dos índices regulables permiten indicar las desviaciones de la medida respecto a los valores límites marcados por los índices.



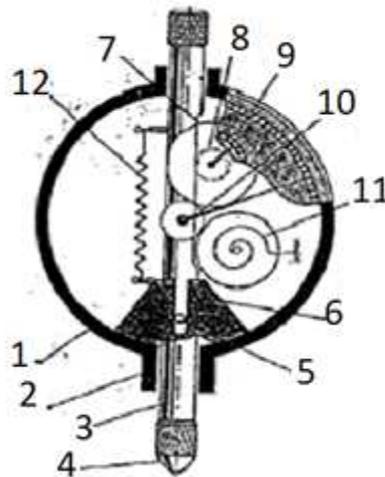
El reloj comparador suele tener un campo de medida de 10 mm aunque existen relojes comparadores desde 10 micras hasta 100 mm. La resolución de los relojes comparadores suele ser de 0,01mm aunque resoluciones de 0,001 ó 0,0001 mm están disponibles. Estos instrumentos de medida son instrumentos muy utilizados en bancos de trabajo, talleres y departamentos de calidad debido a su robustez y sencillez manejo y a que su relación precio y calidad metrológica suele ser muy buena.

Son instrumentos utilizados en las industrias o instrumentos de laboratorio pertenecientes a la Metrología Dimensional.

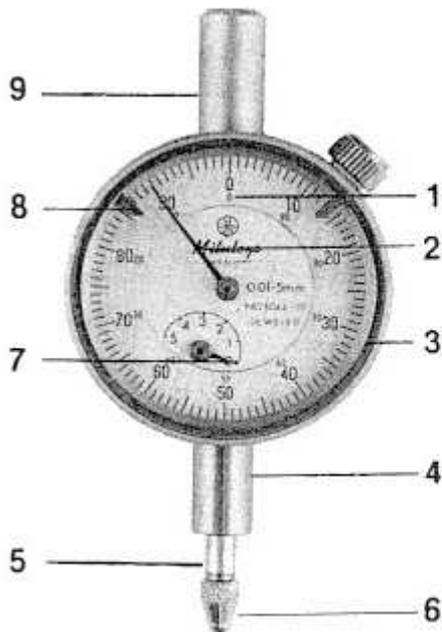
En cuanto a su exactitud y precisión es necesario calibrar reloj comparador conforme a un sistema de calidad. Es recomendable que la calibración del reloj comparador sea realizada por laboratorios de calibración acreditados por ENAC. Estos dos parámetros son fundamentales para un buen control de la calidad de los productos. En el proceso de medición no es tan importante la precisión de la medida sino la fiabilidad del resultado y que el técnico conozca bien los distintos conceptos estadísticos y metrológicos.

### Principio de funcionamiento del reloj comparador.

Sobre la varilla (3) va tallada una cremallera (7) que engrana con el piñón (8), cuyo eje corresponde a la aguja indicadora de milímetros. Solidario con éste va la rueda dentada (9) que transmite el movimiento a un segundo piñoncito (10), que acciona la aguja de la escala centesimal. La aguja de la escala centesimal. El muelle en espiral (11), montado sobre una rueda auxiliar que engrana con el piñón (10), tiene como finalidad eliminar los juegos entre dientes de los distintos engranajes. El resorte (12) constituye el muelle de presión, cuya finalidad es asegurar el contacto entre palpador y pieza (presión = 100 gramos). La posición de la varilla (3) está asegurada por medio del pasador (5), que se aloja en la ranura (6).



### Partes de un reloj comparador.



- (1) carátula
- (2) aguja principal
- (3) arillo
- (4) vástago
- (5) husillo
- (6) punta de contacto
- (7) aguja cuentavuelas
- (8) indicadores pasa/no pasa
- (9) capuchón

### Tecnología de comparación.

Existen varias formas de clasificarlos, según su forma de lectura pueden ser análogos o digitales y según el tamaño del dial el cual se remite a la norma AGD (American Gage Design Specification)

AGD	Rango de diámetro (in)	Rango de diámetro (mm)
0	1 - 1 3/8	15 - 35
1	1 3/8 - 2	35 - 50
2	2 - 2 3/8	50 - 60
3	2 3/8 - 3	60 - 75
4	3 - 3 3/4	75 - 95

### Lectura del comparador.

1º se mira la caratula secundaria.

2º se mira la caratula principal.



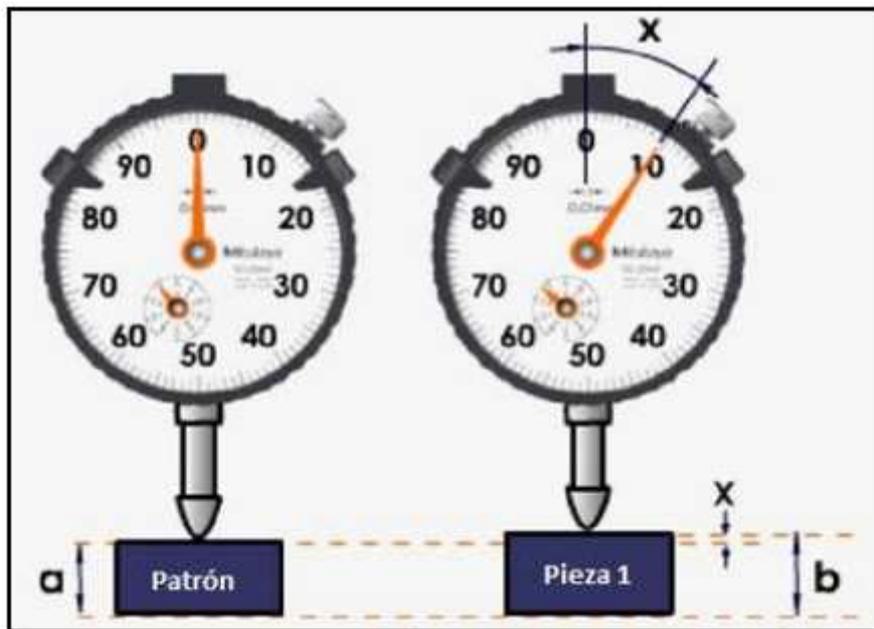
El rango de medición para este comparador es de 0,01 mm a 10 mm

Ejemplo:



- 1 5,00mm
- 2 0,54mm
- 5,54mm

Para medir la variación en la medida entre piezas, primero se debe ajustar a cero el comparador haciendo uso de un patrón que tenga un valor establecido o una superficie plana como un mármol de granito. Una vez se establece a cero, se sujeta el comparador en ese punto por medio de un soporte para asegurar que no se va a perder el cero, luego se procede a medir las piezas a las cuales se les desea saber cuánto varía al patrón.



#### Aplicaciones.

La ventaja de un comparador es que sirve para un gran número de mediciones como por ejemplo planitud, circularidad, cilíndricidad, esfericidad, concetricidad, desviación, desplazamiento, etc.



## COMPARADOR DE PALPADORES ORIENTABLES

Antimagnético.

Antivibración.

Mecanismo montado sobre anclajes de rubí.

Triple cola de milano.

Puntas de contacto de metal duro Ø2mm.

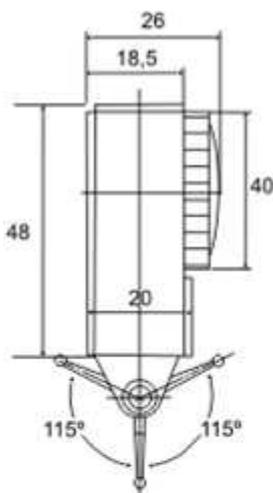
2 vástagos para su fijación en bases magnéticas u otros dispositivos de soporte.

Provisto en caja de plástico.

## USO COMPARADOR DE PALPADOR ORIENTABLE

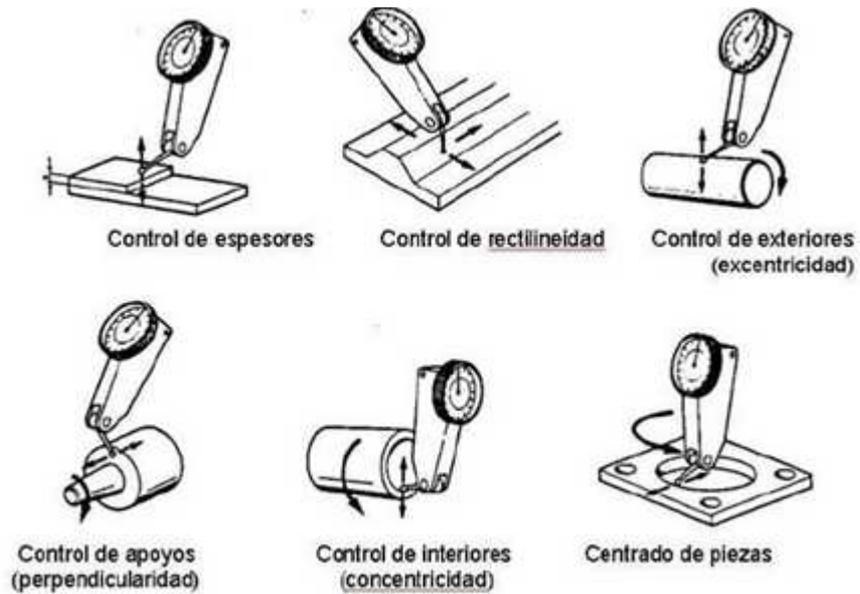
Está formado por un pequeño comparador, con palpador orientable en los dos sentidos.

El comparador de palpador orientable funciona del mismo modo que el comparador de palpador fijo, pero sus dimensiones y sus características permiten una más amplia versatilidad de empleo respecto al comparador de palpador fijo.



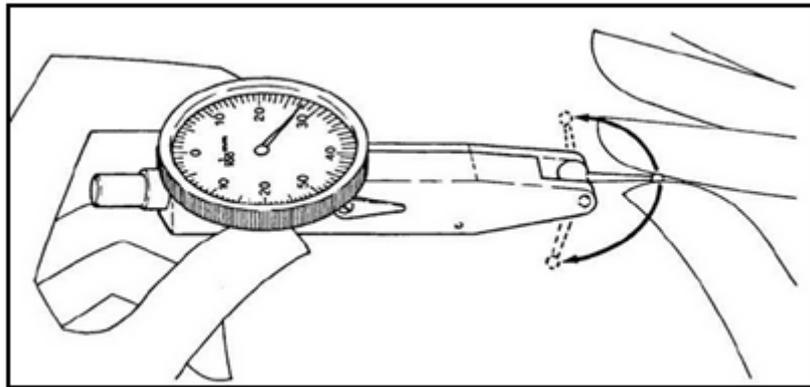
Capacidad	Lectura
0,12mm	0,001mm
0,2mm	0,002mm
0,8mm	0,01mm

## EJEMPLOS DE USO

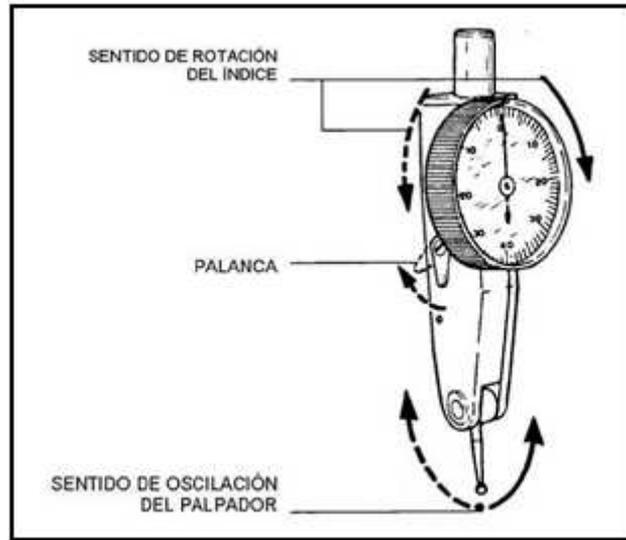


## POSICIONAMIENTO DEL PALPADOR

El posicionamiento del palpador en una determinada posición de control se efectúa girándolo con la mano.



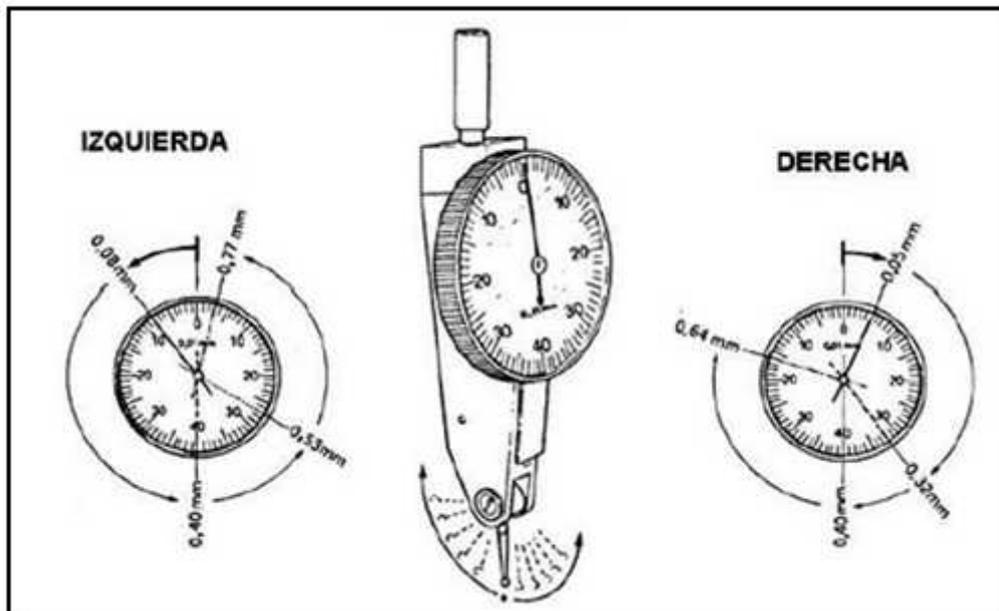
## OSCILACIÓN DEL PALPADOR



La oscilación del palpador puede ser hacia la derecha o izquierda. Para ello se utiliza una palanca situada en el lateral del comparador fijo, que también invierte el sentido de rotación del índice.

## CAPACIDAD

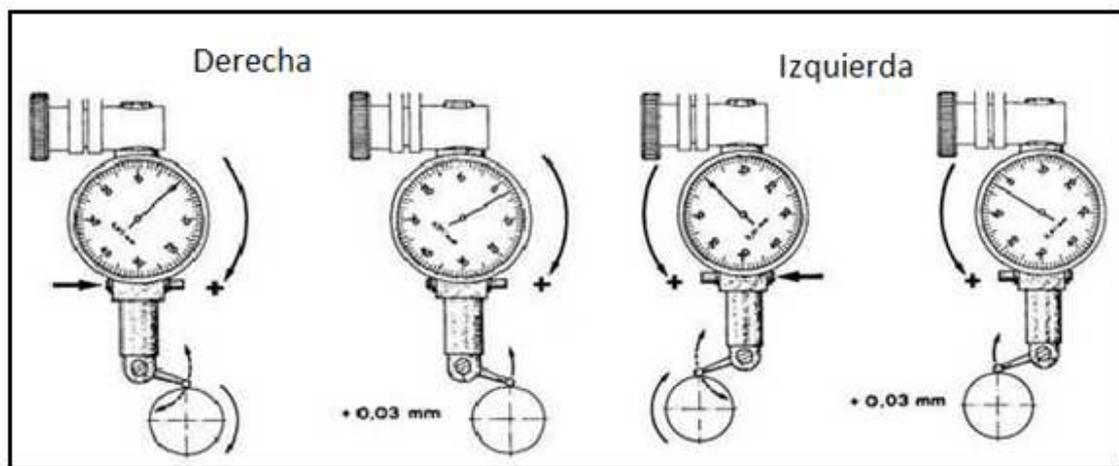
La capacidad de este instrumento es bastante reducida con un valor máximo de 2 mm. Puesto que la oscilación del palpador puede orientarse en los dos sentidos, la esfera de la herramienta se divide de este modo:



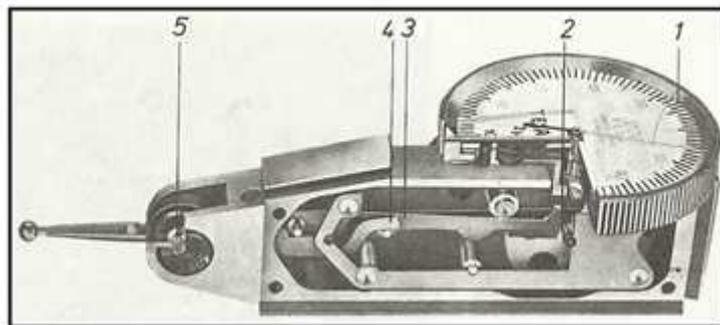
Creciendo de 0 a 40 y decreciendo después de 40 a cero con divisiones de 0,01 mm. Ello facilita la lectura de la medida tanto si el índice gira hacia la derecha como hacia la izquierda. Se monta la herramienta sobre el soporte adecuado. Para controlar el centrado, la excentricidad y la rectilineidad, se pone a cero el comparador en la pieza examinada y se leen los valores que se desvían de más o de menos respecto al cero, pero teniendo siempre en cuenta el sentido de rotación del índice (hacia la derecha o izquierda).

#### LECTURA.

Para medir valores de tamaños por comparación, hay que operar como si se tratara de un comparador normal de palpador fijo.



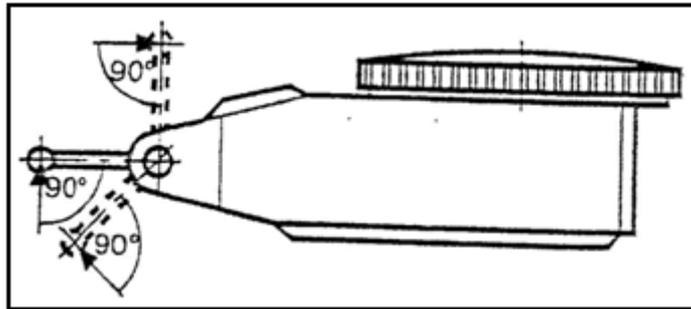
#### PARTES DEL PALPADOR COMPARADOR.



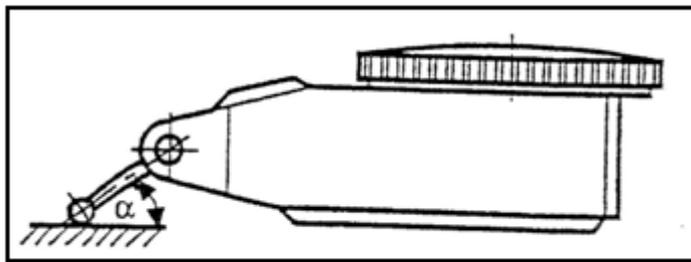
1. Esfera graduada;
2. Sistema de amplificación;
- 3 y 4. Palanca doble para cambio automático de sentido de la medición;
5. Cojinete regulador del movimiento.

## INDICACIONES DE USO

Hay que prestar atención en las mediciones, que el eje del acople de medida se encuentre horizontalmente respecto al dispositivo medidor.



A menos que esto no fuera posible, en mediciones se debe de multiplicar el valor medido resultante por un factor de corrección dependiente del ángulo  $\alpha$ .



En ángulos menores de  $15^\circ$  se puede omitir el valor de corrección.

Ángulo $\alpha$	$15^\circ$	$30^\circ$	$45^\circ$	$60^\circ$
Factor de corrección	0,96	0,87	0,70	0,50

Ejemplo:

Angulo $\alpha$ :	$30^\circ$ (aproximado)
Valor leído:	0,38 mm
resultado de la medida:	$0,38 \times 0,87 = 0,33$ mm

## VERIFICACIÓN DE LA HERRAMIENTA.

Igual que en el comparador de palpador fijo, con la diferencia de que es necesario comprobar la eficiencia del palpador tanto con la oscilación del mismo hacia la derecha como hacia la izquierda.



## ALEXOMETRO MECÁNICO.

El alexómetro, es como el comparador normal pero con la punta de contacto a 90° para poder comparar interiores de tubos o de huecos circulares.



### Características:

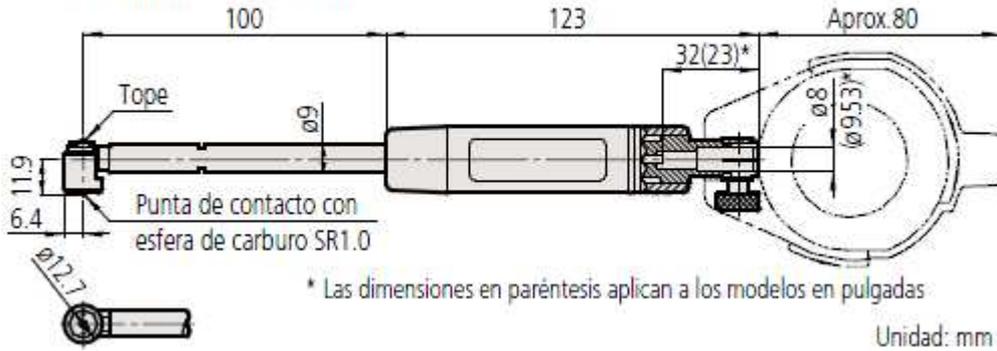
- Permite la medición del diámetro interior con una gran exactitud.
- Mayor recorrido efectivo (en comparación con el producto convencional).
- El carburo se usa en las puntas de contacto asegurando alta durabilidad y resistencia al desgaste.
- Medición de alta exactitud apoyada por un mango de mayor tamaño con una estructura similar a un esponja que reduce la transferencia de calor de la mano del operador en un 50%.
- Roldanas intercambiables de 0.5mm de espesor se suministran como accesorios estándar para permitir fijar en pequeños pasos.
- Se pueden unir barras de extensión opcional para medir agujeros profundos.

### Puntas de contacto:

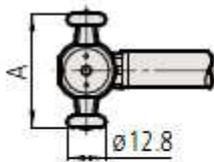
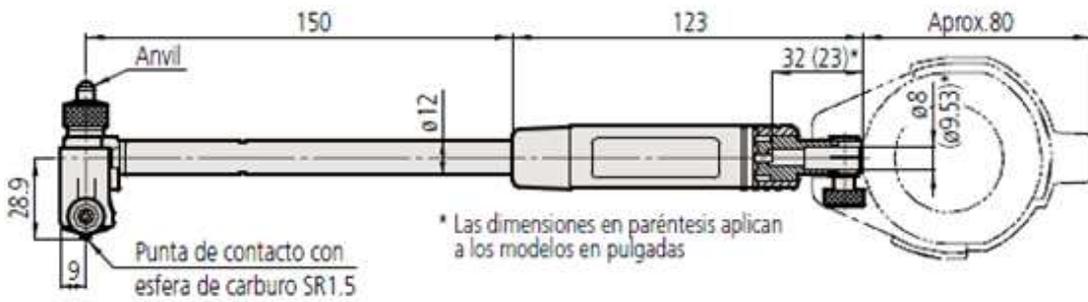


Dimensiones:

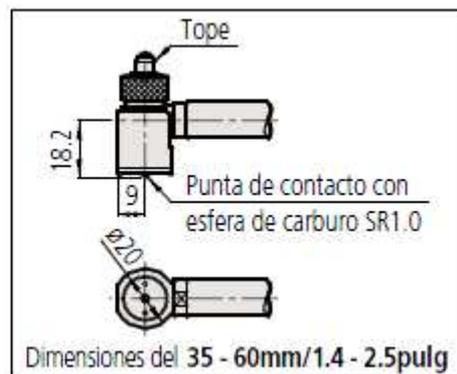
**18 - 35mm/.7 - 1.4pulg**

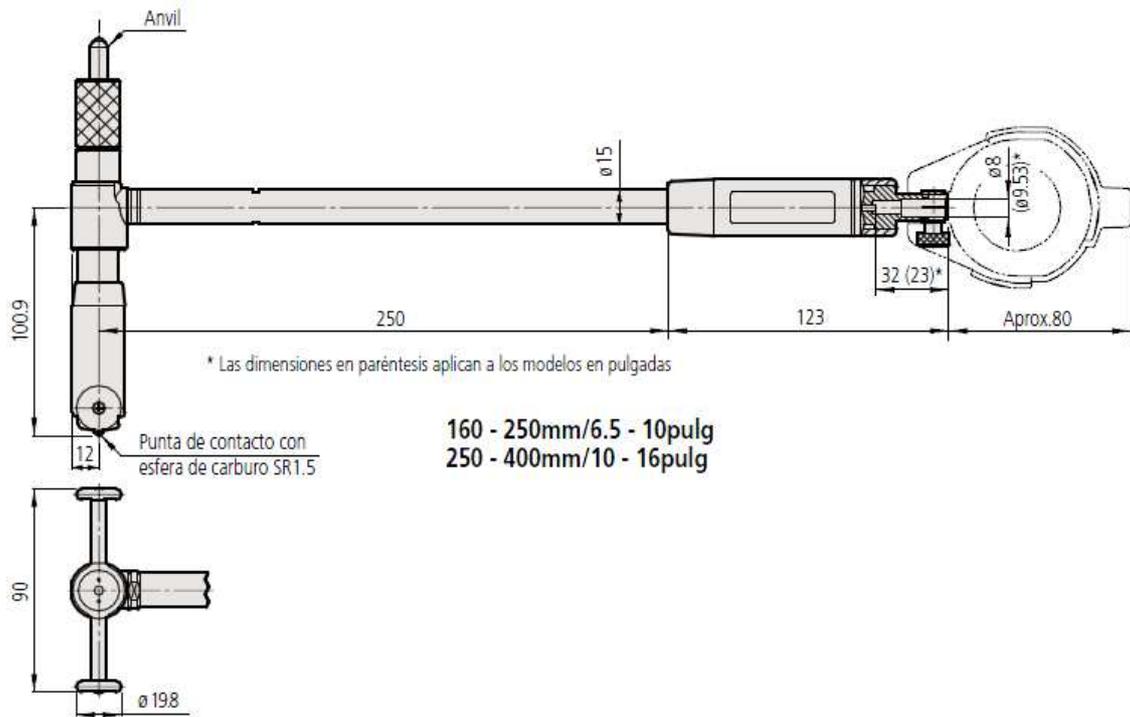


**35 - 60mm/1.4 - 2.5pulg**  
**50 - 150mm/2-6pulg**  
**100 - 160mm/4-6.5pulg**



Intervalo	A
50-150mm/ 2-6 pulg	38
100-160mm/ 4-6.5 pulg	38





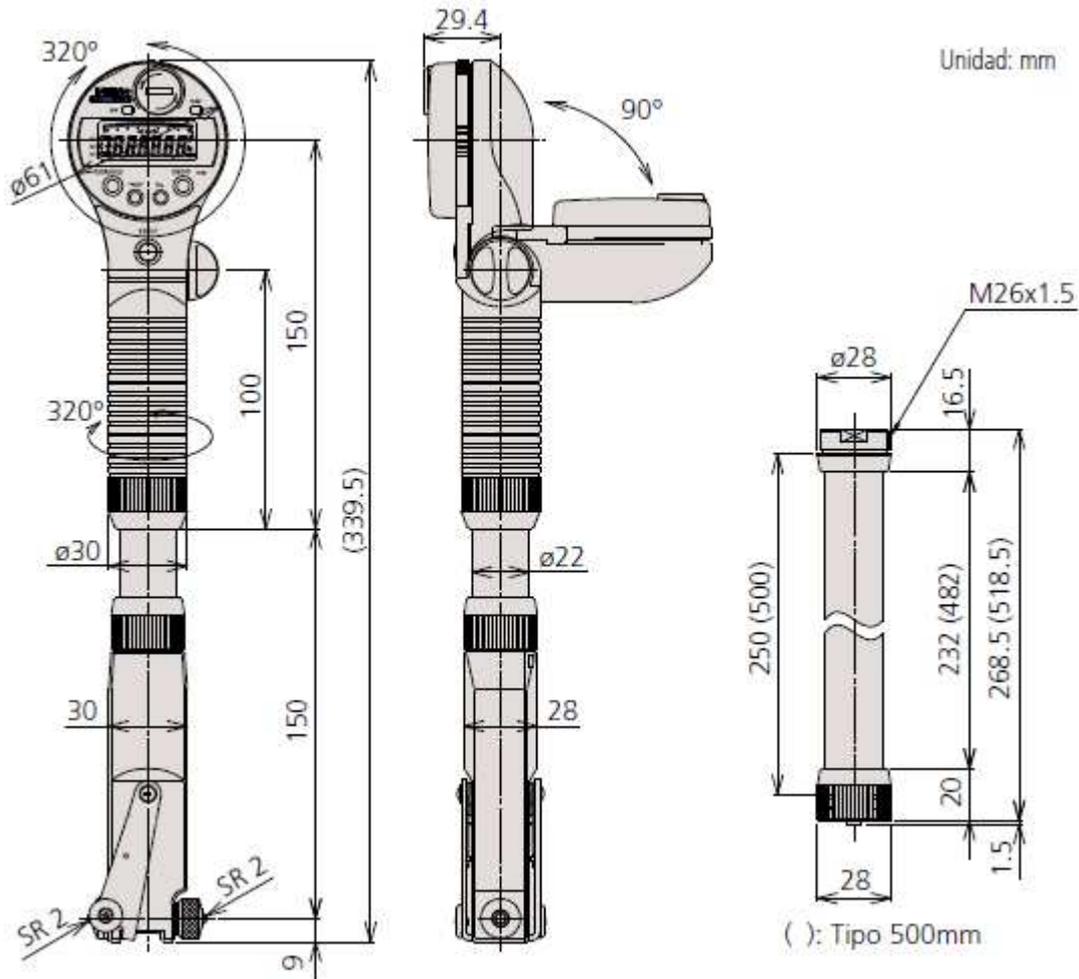
## ALEXÓMETRO DIGITAL.



### Características:

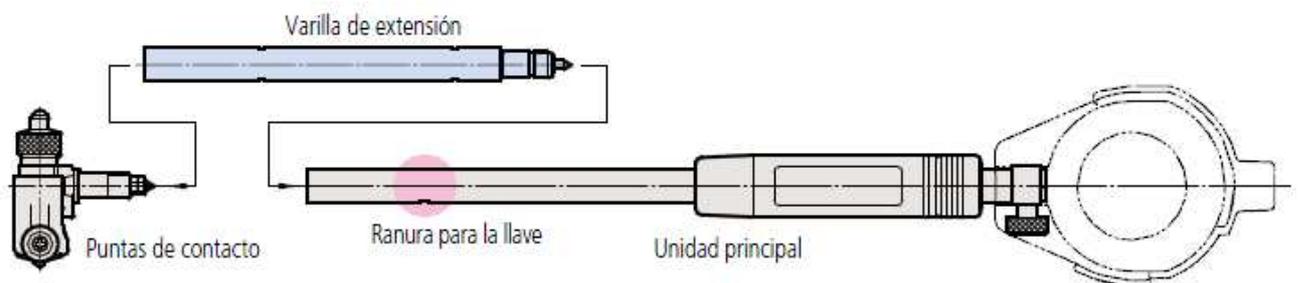
- La función de mantener el valor mínimo proporciona la detección fácil del diámetro del agujero.
- Hasta tres juegos del valor principal y el valor de tolerancia superior/inferior se pueden memorizar.
- Un indicador de barra analógico se integra para superar la intuición en la lectura.
- El juicio PASA/±NO PASA se realiza fijando las tolerancias más altas y más bajas.
- Hasta con cuatro varillas de (250mm ó 500mm).

### Dimensiones:



### Varillas de extensión:

- Las varillas de extensión (opcional) están disponibles para ayudar en la medición de agujeros profundos.
- Cuando varias varillas de extensión se unen entre sí, existe la posibilidad de pequeños errores que surgen de las articulaciones extra. Por lo tanto es una buena práctica no conectar más de dos varillas a un medidor de agujeros en un momento dado. Si es posible, utilizar una varilla larga de extensión, en lugar de varias cortas.
- La varilla de extensión se puede utilizar hasta los 1 000 mm.
- Si se utiliza una varilla de extensión superior a 500 mm, utilice el medidor de diámetro en orientación vertical.
- La exactitud y el buen funcionamiento se debe confirmar después de conectar una varilla de extensión.

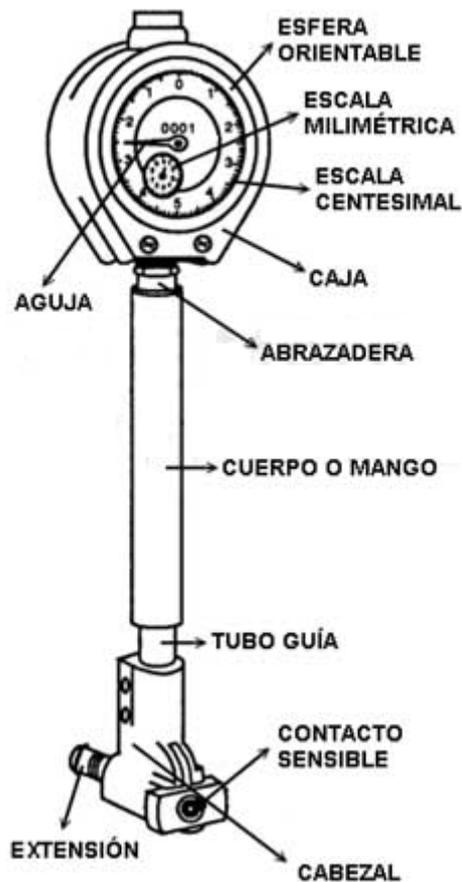


El alexómetro o verificador de interiores es un tipo de reloj comparador, adecuado para la medición de diámetros interiores por comparación.

La mayor aplicación del alesómetro se encuentra en el mecanizado, donde es la herramienta específica para medir no sólo el diámetro interior de los cilindros de motores, sino también el ovalamiento y la conicidad que existen en las superficies cilíndricas. El ovalamiento es la diferencia de diámetro que tiene el cilindro a la misma altura, como resultado de fuerzas laterales de empuje generadas durante la combustión sobre el pistón. La conicidad es la diferencia de diámetro que tiene el cilindro a distintas alturas, ya que se desgasta más en la parte superior que en la inferior debido al incremento de la presión de combustión, la alta temperatura generada y la reducción de lubricación. El empleo del alesómetro permite comprobar esta diferencia comparando medidas del diámetro del cilindro a distintas alturas.

Aunque actualmente se comercializan diversos tipos de alesómetros, tanto analógicos como digitales de variados diseños, podemos esquematizar sus partes básicas de acuerdo a la siguiente imagen:

Partes de un alesómetro:



El instrumento de medida de la parte superior no es más que un reloj comparador acoplado al cuerpo, mango o barra vertical mediante una abrazadera o una tuerca de fijación. Este reloj comparador puede estar graduado en fracciones de milímetro o pulgada y posee una esfera orientable que permite la puesta a cero.

El mango de sujeción, generalmente construido en acero, está recubierto por un revestimiento que reduce la transferencia de calor de las manos al instrumento, lo que minimiza la posibilidad de lecturas inexactas causadas por la expansión térmica del metal.

El cabezal o barra horizontal está compuesto por un contacto sensible o palpador fijo, dos contactos centralizadores, una pieza de extensión o palpador móvil intercambiable y un mecanismo interno que transmite el movimiento del palpador fijo (que detecta las variaciones de la superficie) a la esfera del reloj comparador. Los contactos centralizadores mantienen la posición correcta del palpador fijo en el diámetro a medir mediante un dispositivo de resorte.

Todo alesómetro viene provisto de un conjunto de piezas de extensión extraíbles que por medio de arandelas calibradas se adaptan el dispositivo para medir distintos tamaños de diámetros. Mediante el ajuste y bloqueo de estas piezas de extensión se realiza la puesta a cero del reloj comparador cuando se mide un diámetro de dimensiones conocidas.

Como siempre para estos instrumentos de precisión, deben extremarse los cuidados para realizar lecturas precisas y proteger los delicados mecanismos. Para ello, se sigue una serie de pasos, de los que a continuación brindamos un ejemplo de uso típico, es decir, la medición del diámetro de un cilindro con un alesómetro.

### **Pasos para medir un cilindro con un alesómetro**

1. Buscamos en la hoja de datos del fabricante la longitud nominal del diámetro del cilindro que deseamos medir.
2. Seleccionamos la pieza de extensión adecuada para esa medida de diámetro, teniendo en cuenta que la longitud total del cabezal, incluyendo la tolerancia máxima, debe ser apenas mayor que ese diámetro, a fin de asegurar que los palpadores estén en contacto permanente con el cilindro.
3. Montamos el alesómetro tal como indica el manual del fabricante y ajustamos la abrazadera o tuerca de fijación.
4. Graduamos un micrómetro, convenientemente montado en un soporte adecuado, al diámetro nominal del cilindro.
5. Introducimos el cabezal del alesómetro dentro de las garras del micrómetro y llevamos a cero el reloj comparador. Desplazamos suavemente el alesómetro de izquierda a derecha (o viceversa) hasta que obtengamos una medida mínima que tomaremos como referencia.
6. Desmontamos el alesómetro del micrómetro y lo introducimos en el cilindro a medir. Debemos tener la precaución de que el alesómetro ingrese al cilindro en posición inclinada, ya que de esta manera no se dañarán los palpadores.
7. Una vez dentro del cilindro, a la altura y dirección adecuadas, alineamos el mango del alesómetro con el eje del cilindro y tomamos la lectura del reloj comparador.
8. Una vez más, desplazamos el alesómetro de izquierda a derecha (o viceversa) hasta encontrar un punto de inflexión que es el punto exacto de medida. Si ese punto coincide con el cero prefijado en la escala, la medida que estamos comparando coincidirá exactamente. Si por el contrario el punto de inflexión coincidiera, por ejemplo, con el 5 de la escala, la medida comparada sería de 0,05 mm más que la medida prefijada.
9. Para extraer el alesómetro del cilindro debemos nuevamente hacerlo con el cuerpo inclinado para evitar daños al reloj comparador.

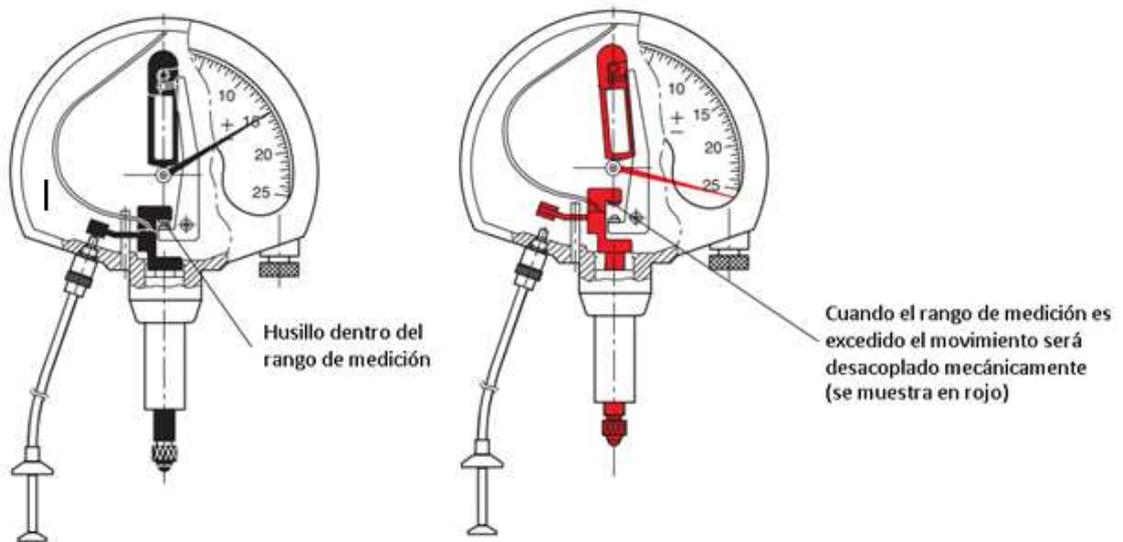


## COMPARADORES DE SEMICUADRANTE.

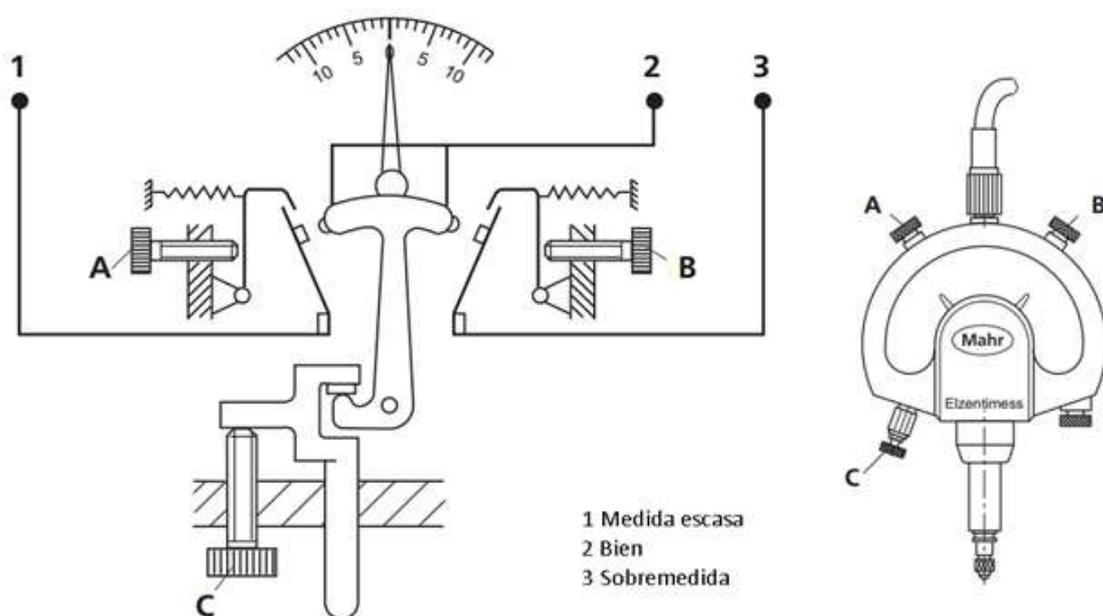
### DATOS TÉCNICOS

Métrica	Rango de medición	Lecturas	Medición máxima	Fuerza de medición
1103N	$\pm 50 \mu\text{m}$	$1 \mu\text{m}$	2.8 mm	2 N
1104N	$\pm 0.13 \text{ mm}$	$5 \mu\text{m}$	2.5 mm	2 N
1110N	$\pm 0.25 \text{ mm}$	0.01 mm	2.3 mm	2 N
1150N	$\pm 1.5 \text{ mm}$	0.05 mm	0.3 mm	1,5 N

### Mecanismo:



### Esquema de conexiones.



### Características:

- Se puede aplicar por ejemplo como control de tolerancia o como dispositivo de contacto de precisión para sistemas de dirección.
- Igual a los comparadores de simicadrante mecánicos, pero incluyendo adicionalmente contactos de límite ajustables de metal refinado de alta calidad.
- Contactos protegidos contra vibraciones y sobrecargas mecánicas.

### Imágenes:

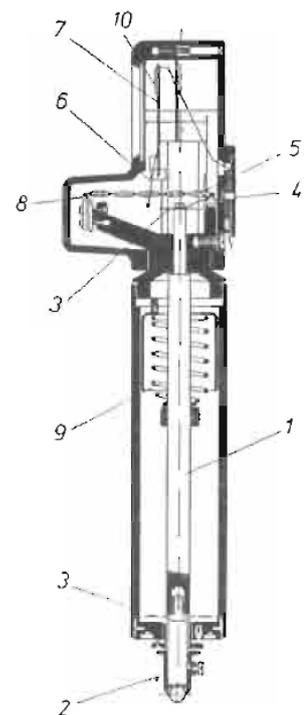


### Comparadores de amplificación micrométrica.

Como ejemplo representativo de este grupo está el MIKROKATOR-CEJ.

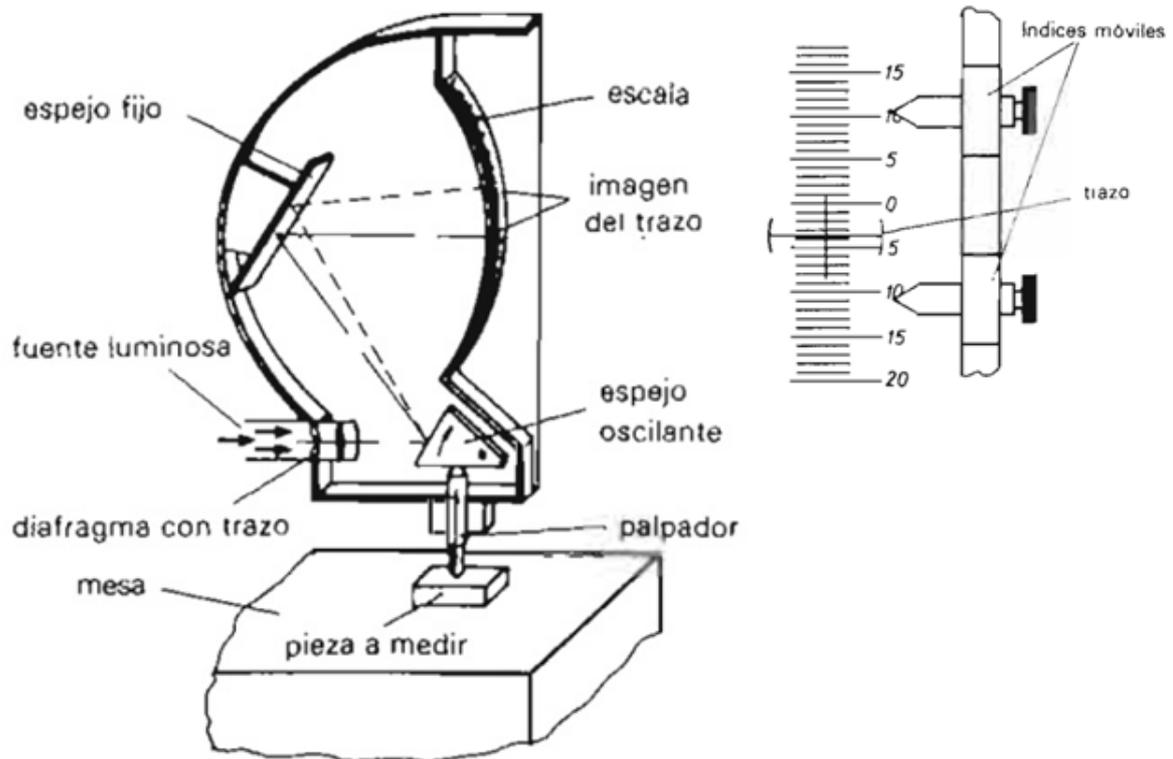
Se trata de un aparato, que puede apreciar hasta  $10^{-5}$  mm.

La amplificación la efectúa una banda de acero (5), cuyo centro experimenta un giro proporcionado a la deformación longitudinal que una panca (4), unida al husillo (1), le comunica. La aguja (6), conectada a la banda (5), señala sobre la escala (7) la amplitud del movimiento producido. La carga de contacto del palpador (2) se obtiene por medio del resorte (9). Para aumentar la sensibilidad del mecanismo, se han reducido al mínimo el peso y el momento de inercia de la aguja y la banda de acero. Dispone también de sistema amortiguador.



### Comparadores de amplificación óptica.

Se basan en la oscilación de un espejo que envía una imagen reflejada sobre una escala graduada, generalmente de material translúcido. Una serie de palancas unen el palpador con el espejo, de forma que una mínima oscilación de éste se traduce en una notable variación angular del rayo con ayuda de bloques.



### Comparadores de amplificación neumática.

El principio en que se basan consiste en la transformación directa o indirecta de las variaciones de dimensión de las piezas en variaciones de presión, motivadas por las oscilaciones del caudal de aire utilizado en el sistema.

#### Comparador neumático SOLEX

Es un comparador neumático de baja presión constante de 2 secciones principales que son :

La fuente de aire: compresor de aire con dispositivo regulador de aire, filtro y dispositivo de aire.

La sección de medición: Plano de revisión, escala de comparación, palpadores intercambiables.

Solo trataremos de las aplicaciones a las medidas de longitud por comparación. A este efecto, los aparatos empleados pueden subdividirse en 2 grupos, que comprenden:

Los aparatos de válvula, los cuales se conectan al manómetro y en los que el palpador se apoya sobre la pieza a medir o sobre el patrón de calibrado; la variación de cota de la pieza arrastra la variación de la abertura de la válvula, la cual determina el escape del aire.

El otro grupo corresponden los aparatos de surtidores, tales como el esferómetro, en los cuales el escape de aire está determinado por la distancia entre el surtidor y la superficie misma de la pieza.

La tendencia es preferir el empleo de los aparatos de válvula, pues en los de surtidor el caudal del surtidor de salida está influido por el estado de superficie de la pieza controlada, lo que no ocurre en los aparatos de válvula. Por otra parte, es precisamente sobre esta propiedad en la que se basa el aparato Nicolau para el control de los estados de superficie.

### **Proyector De Perfil**

Los proyectores de perfil son herramientas de medición óptica que se encargan de aumentar las características de la superficie de una muestra para permitirnos su medición en una escala lineal y/o circular.

El proyector de perfil es un instrumento de medición auxiliar básico, cuya función es medir dimensiones y formas, por amplificación óptica. El proyector de perfil se utiliza cuando debemos realizar mediciones o ver detalles de elementos pequeños, no pudiendo utilizar los elementos de medición habituales. Este instrumento puede ampliar en 50, 100 ó 200 veces el tamaño de la pieza. Se realizan medidas directas por proyección del perfil. Además de las cabezas micrométricas para tomar medidas longitudinales, se pueden obtener también medidas angulares mediante una pantalla giratoria.

Posee dos sistemas de iluminación:

1. Sistema de Proyección: en el cual el haz luminoso cae sobre la pieza, proyectando su contorno en la pantalla.
2. Sistema de Reflexión: en el cual el haz luminoso cae sobre una cara plana y pulida de la pieza, reflejando su imagen en la pantalla.

En un proyector de perfil es más común utilizar el Sistema de Proyección, al ser de mayor precisión que el Sistema de Reflexión (éste es usado generalmente en los microscopios).



## Aplicaciones del Proyector de Perfil

Un proyector de perfil es usado comúnmente en los talleres de torno y en las áreas de ensamblado, pues debido a sus características es apropiado para ese tipo de medición y además permite realizar el control de calidad de objetos con un amplio rango de tamaños y pesos.

El principal uso de un proyector de perfil es identificar un punto o borde en la sombra y desde este punto calcular una longitud. Ampliando la imagen, el operador cometerá la menor cantidad de errores, cuando decida dónde empieza un punto o un borde.

## Recomendaciones de uso de Proyectores de perfil

Es importante no tocar las superficies tales como espejos, lentes, etc. Para limpiarlos se recomienda utilizar algodón y alcohol, según indicación del fabricante.

No abrir las proyecciones de las lentes, pues esto tendría efectos adversos sobre la precisión.

La pieza que se mide debe estar libre de polvo y suciedad y debe depositarse cuidadosamente sobre el cristal de la mesa micrométrica.

Antes de conectar o desconectar el enchufe a la red principal, necesitamos asegurarnos de que el interruptor principal esté en OFF.

## Cómo funciona un Proyector de Perfil

Hay tres formas de realizar una medición con el proyector de perfil.

1. Medir la pieza sobre la pantalla, con una escala graduada. Al dividir la lectura por la amplificación de la lente, el resultado será la dimensión "real" de la pieza medida.
2. Comprobar la imagen de la pieza en la pantalla con una plantilla estándar y comprobar si cumple con las tolerancias.
3. Nivelar un eje de la pantalla con un lado de la pieza y desplazar la mesa con una de las cabezas micrométricas, hasta nivelar el mismo eje con la otra cara de la pieza a medir. La lectura nos da el desplazamiento realizado con la cabeza micrométrica.

Para medir ángulos se alinea un vértice del ángulo a medir con uno de los ejes de la pantalla y se gira la pantalla hasta que el eje se alinee con el otro vértice del ángulo. La lectura se realiza sobre la escala graduada en grados de la pantalla giratoria.

Debemos asegurarnos que hemos seleccionado la lente correcta para cada amplificación en función de la precisión requerida.

En la actualidad existen proyectores de perfil que se conectan a dispositivos electrónicos de toma de datos, esto permite la medición exacta sin la necesidad de usar la tradicional cabeza micrométrica. Además, accesorios como los sensores ópticos y las cámaras de alta resolución pueden adaptarse para lograr una mayor precisión eliminando la necesidad de toma de datos visual, dejando el trabajo duro en manos de estos dispositivos.

