



**Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica**

**ELABORACION DE LOS PROCEDIMIENTOS PARA EL MANTENIMIENTO  
Y AJUSTE DE INSTRUMENTOS DE PRECISIÓN, vernier, micrómetro e  
indicadores de carátula, EN LA EMPRESA TURBOSERVICIOS DE C.A., S.A.**

**WALTER MANUEL ATZ BATRES**

**ASESOR: ING. EDWIN ESTUARDO SARCEÑO ZEPEDA**

**GUATEMALA, AGOSTO DE 2005**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ELABORACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS PARA EL MANTENIMIENTO Y  
AJUSTE DE INSTRUMENTOS DE PRECISION, vernier, micrómetro e  
indicadores de carátula, EN LA EMPRESA TURBOSERVICIOS DE C.A.,  
S.A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**WALTER MANUEL ATZ BATRES**

ASESORADO POR: ING. EDWIN ESTUARDO SARCEÑO ZEPEDA  
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, AGOSTO DE 2005

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Alvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

**TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Ing. José Arturo Estrada Martínez
EXAMINADOR	Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda
EXAMINADOR	Ing. José Francisco Arrivillaga Ramazzini
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**ELABORACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS PARA EL MANTENIMIENTO Y  
AJUSTE DE INSTRUMENTOS DE PRECISION, vernier, micrómetro e  
indicadores de carátula, EN LA EMPRESA TURBOSERVICIOS DE C.A.,  
S.A.,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica con fecha 9 de septiembre del 2004

**WALTER MANUEL ATZ BATRES**

## **DEDICATORIA A:**

Dios por ayudarme siempre en cada instancia de mi vida y darme unos abuelos tan maravillosos.

### **MIS PADRES**

Flavio Medina  
Clemencia Batres  
Silvina Batres  
Manuel Higueros

### **MIS HERMANOS**

Lilian Marisol, Azucena Elizabeth, Ivan Alvarez, Marvin  
Oswaldo, Vilma Yesenia, Arlene Melissa.

### **MIS TIOS**

Flavio Augusto Higueros, Yolanda Cosajay, Beatriz Batres.

### **MIS AMIGO**

Victor Lázaro  
José Javier  
Nahili Oswaldo



## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	VII
TABLAS .....	IX
GLOSARIO .....	XI
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN .....	XVII
<b>1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA TURBOSERVICIOS DE C.A., S.A. ....</b>	<b>1</b>
1.1. <i>Reseña histórica</i> .....	1
1.2. <i>Misión</i> .....	1
1.3. <i>Visión</i> .....	1
1.4. <i>Política de calidad</i> .....	1
1.5. <i>Servicios</i> .....	2
1.6. <i>Personal</i> .....	2
1.7. <i>Conceptos Básicos</i> .....	2
1.7.1. <i>Confirmación metrología</i> .....	2
1.7.2. <i>Equipo de medición</i> .....	3
1.7.3. <i>Medición</i> .....	3

1.7.4. Calibración.....	4
1.7.5. Ajuste.....	4
1.7.6. Exactitud de la medición.....	4
1.7.7. Precisión.....	4
1.7.8. Incertidumbre de la medición.....	5
1.7.9. Rastreabilidad.....	5
1.7.10 Patrón.....	5
1.7.11 Error absoluto de la medición.....	6
1.7.12 Error instrumental.....	6
1.7.13 Límite de error permisible.....	6
1.8. Vernier.....	7
1.8.1. Principio del vernier.....	7
1.8.1.1. Partes del calibrador.....	8
1.8.2. Lectura del vernier.....	9
1.8.3. Numero de escalas principales en calibradores vernier.....	13
1.8.4. Graduaciones en la escala principal y vernier.....	13
1.8.5. Cómo tomar lecturas con escalas vernier.....	14
1.8.5.1. Vernier estándar.....	14
1.8.5.2. Ejemplos de cómo leer el calibrador, sistema métrico.....	17
1.8.5.3. Como leer el calibrador, sistema inglés.....	19
1.8.6. Mantenimiento de calibradores.....	23
1.8.6.1. Compra.....	23
1.8.7. Almacenamiento.....	24
1.8.8. Inspección periódica.....	25
1.8.9. Precauciones durante la utilización de un calibrador vernier.....	25
1.8.10 Precauciones durante la medición con un calibrador vernier.....	26
1.8.11 Tipos de vernier existentes en la planta.....	34
1.8.12 Diagnóstico de los vernieres utilizados en la planta.....	35
1.9. Micrómetro.....	49



1.9.1. Principio del micrómetro.....	49
1.9.1.1. Introducción .....	49
1.9.2. Lectura del micrómetro .....	53
1.9.3. Número de escala principal en el micrómetro .....	55
1.9.4. Graduación en la escala principal .....	55
1.9.5. Cómo tomar lectura en la escala del micrómetro .....	58
1.9.6. Mantenimiento de calibradores .....	59
1.9.7. Almacenamiento .....	59
1.9.8. Inspección periódica .....	60
1.9.9. Precauciones mientras la utilización de un micrómetro .....	60
1.9.10 Precauciones durante la medición del micrómetro .....	61
1.9.11 Tipos de micrómetros en la planta .....	68
1.9.12 Diagnóstico de los micrómetros utilizados en la planta .....	70
<i>1.10. Indicadores de carátula .....</i>	<i>81</i>
1.10.1 Principio del indicador de carátula .....	81
1.10.2 Construcción básica de los indicadores de carátula .....	84
1.10.3 Lectura del indicador de carátula .....	85
1.10.4 Mecanismos de amplificación en indicadores de carátula .....	86
1.10.5 Medición con indicadores de carátula .....	87
1.10.6 Cuidados generales al utilizar indicadores de carátula .....	90
<b>2. Procedimiento general para el mantenimiento del vernier .....</b>	<b>97</b>
2.1. <i>Inspección visual .....</i>	<i>97</i>
2.2. <i>Limpieza del instrumento.....</i>	<i>97</i>
2.3. <i>Lubricación del instrumento de precisión.....</i>	<i>98</i>
2.4. <i>Mantener el instrumento en su estuche correspondiente .....</i>	<i>98</i>
2.5. <i>Lugar de almacenaje .....</i>	<i>98</i>
2.6. <i>Cada cuánto tiempo se hace el mantenimiento.....</i>	<i>99</i>

2.7.	<i>Procedimiento general para el ajuste del vernier</i> .....	99
2.7.1.	Instrumento desajustado .....	100
2.7.2.	Ajuste del instrumento de precisión .....	100
2.8.	<i>Codificación del vernier</i> .....	102
2.9.	<i>Elaboración de tablas de control de mantenimiento y ajuste del</i> .....	103
2.10.	<i>Procedimiento general para el mantenimiento del micrómetro</i> .....	104
2.10.1	Inspección visual .....	104
2.10.2	Limpieza del instrumento .....	104
2.10.3	Lubricación del instrumento de precisión.....	105
2.10.4	Mantener el instrumento en su estuche correspondiente .....	105
2.10.5	Lugar de almacenaje .....	105
2.10.6	Cada cuánto tiempo se hace el mantenimiento .....	106
2.11.	<i>Procedimiento general para el ajuste del micrómetro</i> .....	106
2.11.1	Ajuste del cero del micrómetro antes del uso .....	106
2.11.1.1.	El error esta entre +, - 0.01 mm.....	107
2.11.1.2.	El error esta por encima de +, - 0.01 mm .....	107
2.12.	<i>Codificación del micrómetro</i> .....	108
2.13.	<i>Elaboración de tablas de control de mantenimiento y ajuste del</i> .....	109
2.14.	<i>Procedimiento general para el mantenimiento de indicadores de</i> <i>carátula</i> .....	109
2.14.1	Inspección visual .....	109
2.14.2	Limpieza del instrumento .....	110
2.14.3	Lubricación del instrumento de precisión.....	110
2.14.4	Mantener el instrumento en su estuche correspondiente .....	111
2.14.5	Lugar de almacenaje .....	111
2.14.6	Cada cuanto tiempo se hace el mantenimiento .....	111
2.15.	<i>Procedimiento general para el ajuste de indicadores de carátula</i> .....	112

2.15.1 Ajuste del indicador de carátula .....	112
2.16. <i>Codificación de indicadores de carátula .....</i>	113
2.17. <i>Elaboración de tablas de control de mantenimiento y ajuste de.....</i>	114
CONCLUSIONES .....	115
RECOMENDACIONES.....	117
REFERENCIAS .....	119
BIBLIOGRAFÍA .....	121



# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1	Precisión vrs Exactitud.....	7
2	Partes del calibrador .....	8
3	Tipos de mediciones .....	9
4	Nomenclatura para las partes de un calibrador vernier.....	10
5	Reglilla .....	11
6	Reglilla .....	12
7	Escala Principal .....	15
8	Ejemplo de lectura de una escala principal.....	16
9	Ejemplo métrico .....	17
10	Ejemplo métrico .....	18
11	Ejemplo métrico .....	18
12	Ejemplo métrico .....	19
13	Ejemplo inglés.....	19
14	Ejemplo inglés.....	21
15	Ejemplo inglés.....	21

16	Ejemplo inglés .....	22
17	Partes del micrómetro.....	50
18	Husillo.....	51
19	Número de hilos por pulgada.....	53
20	Lectura de un micrómetro convencional .....	54
21	Número de escala principal en el micrómetro.....	55
22	Micrómetro de tipo yunque intercambiable .....	56
23	Presión de medición .....	57
24	Ejemplo de lectura del micrómetro .....	57
25	Mecanismo de amplificación de los indicadores.....	82
26	Mecanismo de amplificación con una sola palanca .....	83
27.1	Corte seccional del indicador   Figura 27.2 Diagrama del modo de operacion.....	84
28	Mecanismo de amplificación.....	86
29	Componentes externos de un indicador de carátula.....	87
30	Soporte de indicador de carátula.....	88
31	Medición por comparación.....	89
32	Patrón y llave .....	108

## TABLAS

I	Número de escalas principales en el calibrador vernier.....	13
II	Graduaciones de las escalas principal y vernier .....	14





## GLOSARIO

<b>Antioxidante</b>	Sustancia que retrasa o evita el proceso de oxidación
<b>Eje</b>	Elemento mecánico giratorio, sometido a esfuerzos de torsión y flexión.
<b>Inspección</b>	Actividades como medir, examinar, ensayar o comparar una o más características de un producto o servicio y comparar los resultados con los requisitos especificados, con el fin de determinar la conformidad con respecto a cada una de esas características.
<b>Mant. Predictivo</b>	Mantenimiento basado fundamentalmente en detectar una falla antes de que suceda, para dar tiempo a corregirla sin perjuicios al servicio , ni detenciones de la producción.
<b>Mant. Preventivo</b>	Mantenimiento que se realiza de forma preestablecida con el objeto de prevenir la ocurrencia de fallas.
<b>Mantenimiento</b>	Conjunto de procedimientos y medidas que permiten alargar el funcionamiento de dispositivos, objetos y sistemas.

<b>Metrología</b>	Es la ciencia de la medición, y se relaciona con seis cantidades fundamentales: longitud, masa, tiempo, corriente eléctrica, temperatura y radiación luminosa. A partir de estas, se derivan la mayoría de las otras cantidades físicas, tales como el área, el volumen, la velocidad, la aceleración , la fuerza y la energía térmica.
<b>Oxidación</b>	Es la pérdida de electrones.
<b>Procedimiento</b>	Secuencia de actividades relacionadas entre si que especifican sus formas de ejecución para llevarlas a la practica.
<b>Rango</b>	Valores mínimo y máximo de una medida.
<b>Sistema inglés</b>	Son las unidades no-métricas que se utilizan actualmente en los estados unidos y en muchos territorios de habla inglesa.
<b>Sistema métrico</b>	Es un conjunto de unidades de medida, basadas en el metro y relacionadas entre si por múltiplos o submúltiplos de 10, base 10.

## RESUMEN

Los instrumentos de precisión son muy utilizados en la industria para mediciones muy precisas, los cuales juegan una suma importancia dentro del funcionamiento de cualquier equipo, estos instrumentos tienen que tener dentro de la industria un mantenimiento y ajuste adecuado, dependiendo de la utilización del mismo.

Los instrumentos investigados son: el vernier, micrómetro e indicadores de carátula, en los cuales podemos encontrar sus partes, funcionamiento, mantenimiento, ajuste, como poder utilizarlos, como poder leerlos.

La principal función de esta investigación es cómo poder darles mantenimiento y ajuste a estos instrumentos de precisión, de lo cual se deriva su nomenclatura y la forma de leerlos, existen dos sistemas para poder leerlos, los cuales son el sistema métrico y el sistema inglés, estas nomenclaturas son utilizadas a nivel mundial o sea utilizados en cualquier país.

Estos instrumentos son muy delicados en su uso, los cuales solo tienen que ser utilizados para medir y tener un lugar de almacenamiento solamente para estos instrumentos, son tan delicados que, al momentos de utilizarlos, tienen que ser limpiados y lubricados para poder evitar oxidación de los mismos.

Estos instrumentos no pueden ser utilizados como herramienta común o herramienta de impacto, algunos de estos instrumentos tiene una forma en la cual se pueden utilizar no solo para medir y ese es uno de los errores más comunes en la utilización de los mismos.

Su mantenimiento y ajuste depende de la utilización del mismo y de las condiciones de trabajo al cual es sometido, no deben de utilizarse en piezas en movimiento el cual puede causar un daño en estos instrumentos, también, se presentan las posición adecuadas para medir y otros instrumentos que no son de precisión pero son importantes porque ayudan como soporte para la utilización de estos instrumentos.

Estos instrumentos deben de llevar un control de mantenimiento y ajustes, porque el principal trabajo de éstos son las mediciones precisas, al momento de que estén desajustados darán una lectura mala y con esto se podría llegar al fracaso de algún ajuste de cualquier máquina.

# OBJETIVOS

## General

Poder aplicar el mantenimiento y ajuste correcto de los instrumentos de precisión, así como también su aplicación en la industria.

## Específicos

1. Poder tomar mediciones precisas con los instrumentos de precisión.
2. Poder aplicar la utilización correcta de los instrumentos de precisión.
3. Saber los cuidados en la utilización de los instrumentos de precisión.



## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se refiere al mantenimiento y ajuste de instrumentos de precisión como vernier, micrómetro e indicadores de carátula, lo cual enseñara a manejar y utilizar los instrumentos de precisión adecuadamente.

Estos instrumentos de precisión son utilizados para tomar medidas exactas y precisas, los cuales le tienen que garantizar el buen funcionamiento de los sistemas mecánicos utilizados en la industria.

Estos instrumentos de precisión nos ayudan a tomar medidas muy pequeñas en el sistema inglés, como en el sistema métrico, el cual, cada instrumento viene capacitado para poder leer su lectura en estos dos sistemas antes mencionados.

La utilización de cada instrumento cambia dependiendo de la pieza a medir, hay que tener el instrumento adecuado para la medición que se necesita hacer, también se tiene que tomar en cuenta ciertos factores al momento de tomar alguna medida tales como, la pieza a medir para poder saber qué instrumento se va a utilizar, el ambiente en el cual se va a tomar la medida, la posición en la cual se va a tomar la medida, principalmente, la medición que se va a tomar, estas mediciones pueden ser: mediciones de diámetros exteriores e interiores, mediciones de profundidades, mediciones cónicas, excéntricas, mediciones de espesores.

El propósito del trabajo desarrollado, es el de exponer con claridad de cómo utilizar los instrumentos de precisión, también, su mantenimiento, como todo instrumento éstos tienden al desgaste por el uso que se les da, también, necesitan su ajuste, cada ajuste es diferente en cada instrumento.



# **1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA TURBOSERVICIOS DE C.A., S.A.**

## **1.1. Reseña histórica**

Nace de la visión emprendedora de TURBOMAQUINAS, S.A. de C.V. (México) y PERFILES & ACEROS (Guatemala), como alianza estratégica en servicios y productos para el mercado Centroamericano, con una inversión inicial en infraestructura, tecnología, equipo y recurso humano.

## **1.2. Misión**

Somos una empresa dedicada al mantenimiento predictivo y correctivo de equipos rotativos, conformado por personal técnico calificado brindado así al mercado Centroamericano, soporte y atención personalizada en altos estándares de calidad y tiempos cortos de respuesta.

## **1.3. Visión**

Ser una empresa líder, competitiva y confiable, estable con el paso del tiempo, basados en la responsabilidad y profesionalismo de cada miembro de la empresa.

## **1.4. Política de calidad**

Mejorar día a día nuestros servicios en mantenimiento, aplicando nuestros valores organizacionales, para cumplir con los requisitos de nuestros clientes, accionistas y colaboradores.

## **1.5. Servicios**

- Inspección y diagnóstico de equipo .
- Partes y repuestos.
- Rehabilitación, fabricación y cambio de ejes, chumaceras radiales y axiales, diafragmas , alabes y sellos de vapor y aceite.
- Balanceo dinámico y alineación de ejes.
- Análisis de vibraciones
- Maquinados finos y especiales.
- Ensayos no destructivos (EDN)

## **1.6. Personal**

Contamos con personal de alta experiencia laboral y altamente capacitado por nuestras representadas y la empresa TURBOMAQUINAS S.A. DE C.V. en su planta en México.

## **1.7. Conceptos Básicos**

### **1.7.1. Confirmación metrología**

Un sistema de confirmación metrológica establece dentro de cada empresa, laboratorio de pruebas o calibración, la metodología o conjunto de operaciones necesarias para asegurar que todos los elementos involucrados de los equipos de inspección, medición y prueba cumplan los requisitos establecidos para el uso determinado, lo cual incluye calibración, cualquier ajuste o reparación necesaria y la subsiguiente calibración.

Las características metrológicas son un componente esencial del sistema de confirmación. Es necesario que se incluya en los procedimientos una lista de requisitos especificados basándose en manuales del fabricante, normas y regulaciones. Cuando las fuentes son inadecuadas, el usuario debe determinar los requisitos.

Resulta conveniente designar a un miembro competente del personal con la autoridad para verificar que se efectúen las confirmaciones de acuerdo con el sistema y que el equipo se encuentra en condiciones satisfactorias.

### **1.7.2. Equipo de medición**

Todos los instrumentos de medición, patrones de medición, materiales de referencia, aparatos auxiliares e instrucciones que son necesarios para llevar a cabo una medición. Este termino incluye el equipo de medición usado en inspección y pruebas, así como el usado en calibración.

### **1.7.3. Medición**

Conjunto de operaciones que tienen por objeto determinar el valor de una cantidad (magnitud).

#### **1.7.4. Calibración**

Conjunto de operaciones, las cuales establecen bajo condiciones específicas la relaciones entre los valores indicados por un instrumento de medición, sistema de medición, valores representados por una medida material o un material de referencia, y los valores correspondientes de una cantidad (magnitud) obtenidos por el patrón de referencia.

#### **1.7.5. Ajuste**

La operación requerida para llevar a un instrumento de medición dentro de un estado de funcionamiento adecuado para su utilización.

#### **1.7.6. Exactitud de la medición**

Proximidad de concordancia entre el resultado de una medición y el valor (convencionalmente) verdadero de la magnitud medida. Debe evitarse el uso del termino precisión por exactitud.

#### **1.7.7. Precisión**

Proximidad de concordancia entre el resultado de mediciones sucesivas de una misma magnitud.

### **1.7.8. Incertidumbre de la medición**

Resultado de la evaluación dirigida a caracterizar el rango de valores dentro del cual se encuentra el valor verdadero de la magnitud medida.

La incertidumbre de la medición comprende en general, muchos componentes, algunos de estos pueden ser estimados sobre la base de la distribución estadística de los resultados de series de mediciones y pueden estar caracterizados por desviaciones estándar experimentales. La estimación de otros componentes puede ser basada solamente en la experiencia u otra información.

### **1.7.9. Rastreabilidad**

Propiedad del resultado de una medición consistente en poder relacionarlo con los patrones apropiados, generalmente nacionales o internacionales por medio de una cadena ininterrumpida de comparación.

### **1.7.10. Patrón**

Medida materializada, aparato de medición o sistema de medición destinado a definir, realizar, conservar o reproducir una unidad o uno o varios valores conocidos de una magnitud para transmitirlos por comparación a otros instrumentos de medición.

### **1.7.11. Error absoluto de la medición**

El resultado de una medición menos el valor verdadero de una cantidad (magnitud).

### **1.7.12. Error instrumental**

Las causas de errores atribuibles al instrumento, pueden deberse a defectos de fabricación (dado que es imposible construir aparatos perfectos). Estos pueden ser deformaciones, falta de linealidad, imperfecciones mecánicas, falta de paralelismo.

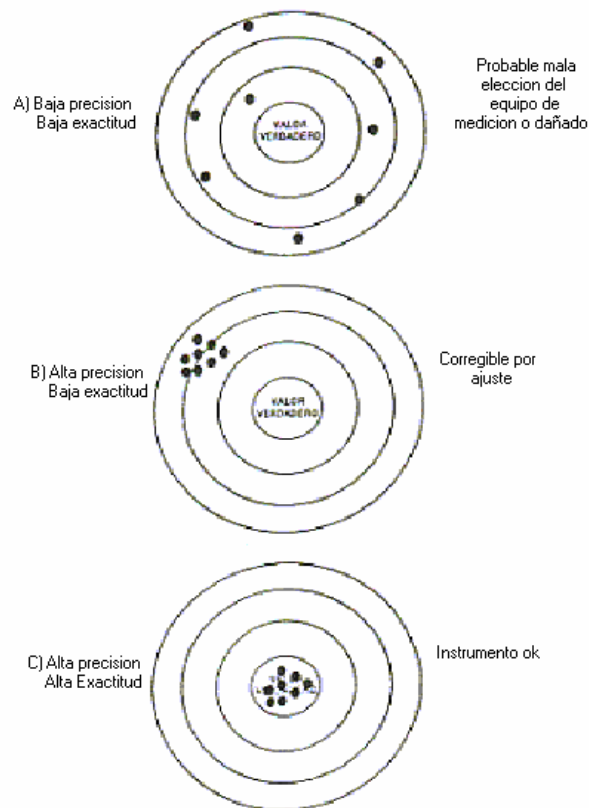
El error instrumental tiene valores máximos permisibles establecidos en normas o información técnica del fabricantes de instrumentos, pueden determinarse mediante calibración. Esta es la comparación de las lecturas proporcionadas por el instrumento o equipo de medición contra el patrón de mayor exactitud conocida.

Debe contarse con un sistema de control que establezca, entre otros aspectos, periodos de calibración, criterios de aceptación y responsabilidades para la calibración de cualquier instrumento y equipo de medición.

### **1.7.13. Límite de error permisible**

Los valores extremos de un error permitido o tolerado por una especificación, regulación o convenio para un instrumento de medición.

**Figura 1. Precisión vrs Exactitud**



Fuente: Carlos González Gonzáles. **Metrología**. Pag. 6

## 1.8. Vernier

### 1.8.1. Principio del vernier

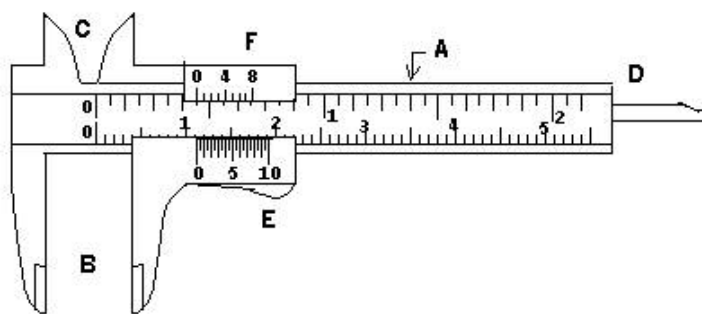
La escala vernier la invento Petrus Nonius (1492-1577), matemático portugués por lo que se le denominó nonio. El diseño actual de la escala deslizante debe su nombre al francés Pierre Vernier (1580-1637), quien la perfeccionó.

El calibrador vernier fue elaborado para satisfacer la necesidad de un instrumento de lectura directa que pudiera brindar una medida fácilmente, en una sola operación. El calibrador típico puede tomar tres tipos de mediciones: exteriores, interiores y profundidades, pero algunos además pueden realizar mediciones de peldaño.

### 1.8.1.1. Partes del calibrador

- A -. Regla principal de sección rectangular
- B -. Dos mordazas para medir exteriores
- C -. Dos mordazas para medir interiores
- D -. Una barra para medir profundidades
- E -. Muelle de sujeción
- F -. Nonio o Vernier

**Figura 2. Partes del calibrador**



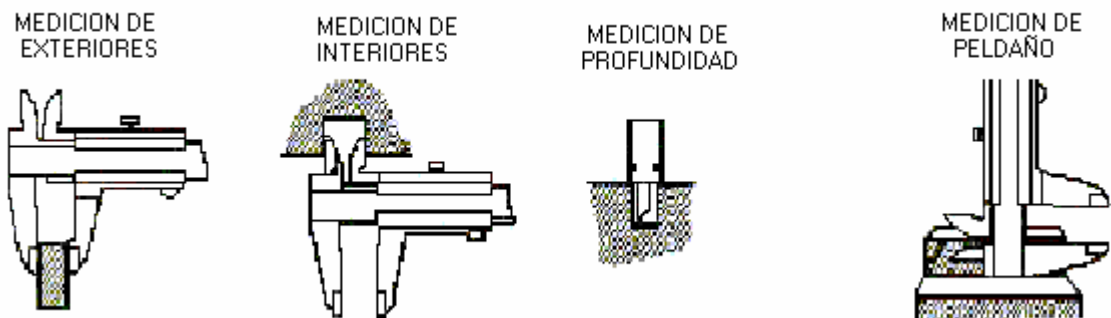
Fuente: Carlos González González. **Metrología**. Pag.9



### 1.8.2. Lectura del vernier

Nonio o Vernier, calibre o pie de rey

**Figura 3. Tipos de mediciones**

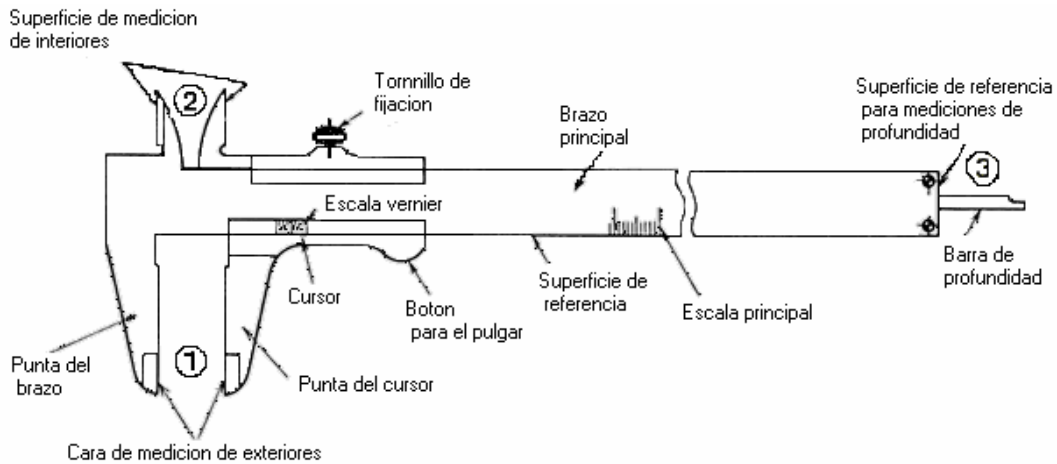


Fuente: Carlos González González. **Metrología**. Pag 8

Es un aparato destinado a medir profundidades y consta de una regla graduada fija y otra móvil, regilla. Presionando sobre el pulsador de la regilla la deslizamos sobre la regla fija.

La lectura se realiza en la regla fija, graduada en milímetros y pulgadas, pero la regilla nos permite apreciar un fracción de unidad impresa en de la regla fija.

**Figura 4. Nomenclatura para las partes de un calibrador vernier**



Fuente: Carlos González González. **Metrología**. Pag 9

### Desarrollo

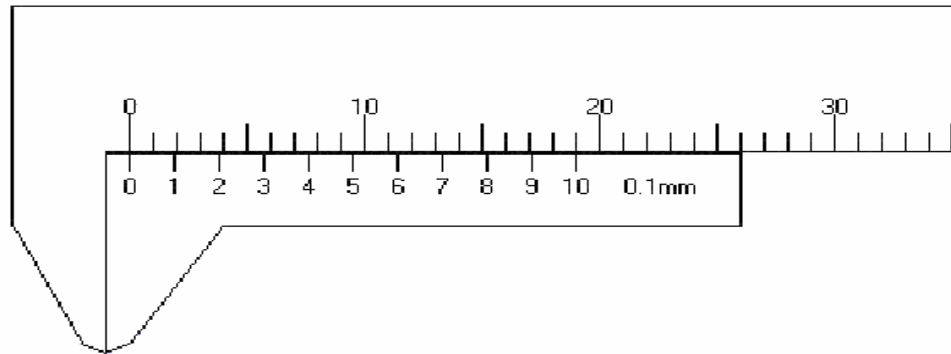
En la zona 1, se miden espesores y diámetros exteriores

En la zona 2, se miden diámetros interiores

En la zona 3, se miden profundidades

La reglilla está dividida en 10 unidades, el valor de una de sus unidades se calcula viendo la longitud que abarcan sobre la regla superior las diez unidades de la reglilla y dividiendo ese valor en 10 partes, en el applet que vamos a utilizar (ver esquema a continuación) las divisiones de la regla se suponen en milímetros y por lo tanto el valor de una de ellas será:  $10 \text{ mm} / 10 = 1.9 \text{ mm}$

**Figura 5. Reglilla**

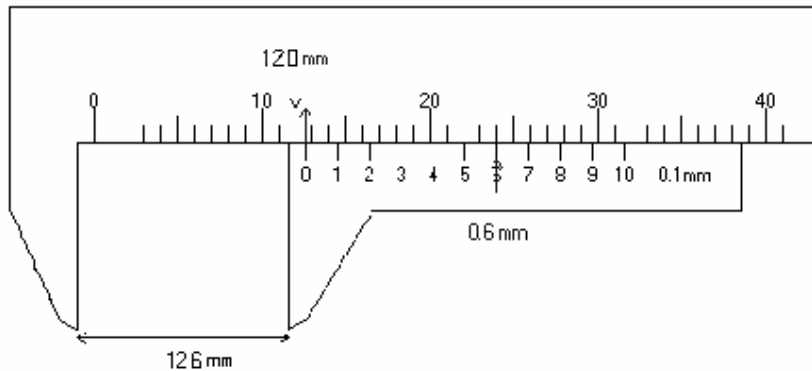


Fuente: Hoffman, Edward G. **Instrumentos básicos de medición**. Pág. 22

La menor medida que puede apreciar el nonius es la diferencia entre el valor de la primera división de la reglilla, el 1, y el valor que tiene a su derecha arriba en la regla, la raya de los 2 milímetros. En el modelo que muestra el applet, la regilla tiene una distancia del cero al uno de 1.9 mm y arriba, en la regla, un poco más a la derecha está la división de los 2 mm, por lo tanto  $2 - 1,9 = 0,1$ .

Apreciación mínima: 0.1 mm. La incertidumbre que acompaña a la medida realizada con este nonius es de:  $\pm 0.1$  mm

**Figura 6. Reglilla**



Fuente: Hoffman, Edward G. **Instrumentos básicos de medición**. Pág. 23

Para conocer el valor de la medida escribimos el número tomando las primeras cifras de la regla superior y la última cifra la calcularemos por medio de la reglilla inferior.

Se verá el ejemplo de la figura anterior, si leen en la regla (la superior) la distancia que va entre su cero y lee cero de la reglilla 12 mm y a continuación la siguiente cifra de la medida se busca en la reglilla y será la del número de ésta cuya raya de posición justo coincida con una división de la regla. Como el único que coincide con una división de arriba es el 6, la medida será: 12.6 mm.

En notación inglesa 12.6 mm que es la separación de la boca del nonius. La expresión del resultado con su incertidumbre será  $12.6 \pm 0.1$  mm

### 1.8.3. Número de escalas principales en calibradores vernier

La escala principal está graduada en uno o dos lados, como lo muestra la tabla I. El calibrador vernier tipo M por lo general tiene graduaciones únicamente en el lado inferior. El tipo CM tiene graduaciones en los lados superior e inferior para medir exteriores e interiores. El tipo M, diseñado para mediciones en milímetros y pulgadas, tiene graduaciones en los lados superior e inferior, una escala esta graduada en milímetros y la otra en pulgadas.

**Tabla I Número de escalas principales en el calibrador vernier**

Tipo	Número de escalas	Unidad o tipo de medición
M	1	Pulgadas y milímetros
M	2	Pulgadas y milímetros
CM	2	Medición de exteriores e interiores

### 1.8.4. Graduaciones en la escala principal y vernier

La tabla II muestra diferentes tipos de graduaciones sobre las escalas principales y vernier. Hay cinco tipos para la primera y ocho tipos para la segunda incluyendo los sistemas métricos e inglés.

**Tabla II Graduaciones de la escala principal y vernier**

Mínima división escala principal	Graduaciones escala vernier	Lectura del vernier	Mínima división escala principal	Graduaciones escala vernier	Lectura del vernier
0.5 mm	25 divisiones en 12 mm 25 divisiones en 24.5 mm	0.02 mm 0.02 mm	1/16 pulg.	8 divisiones en 7/16 pulg.	1/128 pulg.
1 mm	50 divisiones en 49 mm 20 divisiones en 19 mm	0.02 mm 0.05 mm	1/40 pulg.	25 divisiones en 1.225 pulg.	1/1000 pulg.
	20 divisiones en 39 mm	0.05 mm	1/20 pulg.	50 divisiones en 2.45 pulg.	1/1000 pulg.

### 1.8.5. Cómo tomar lecturas con escalas vernier

Los vernier se clasifican en dos tipos, el estándar y el largo.

#### 1.8.5.1. Vernier estándar

Este tipo de vernier es el mas comúnmente utilizado, tiene n divisiones iguales que ocupan la misma longitud que n-1 divisiones sobre la escala principal. En la figura se hará:

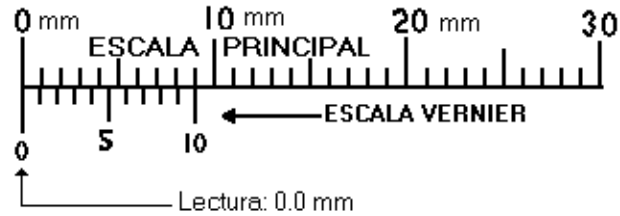
S = Valor de la mínima división en la escala principal

V = Valor de una división de la escala vernier

L = Legibilidad del vernier

$$(an - 1) S = nV \quad V = \frac{(an - 1) S}{n} \quad L = aS - V = \frac{naS - naS + S}{n} = \frac{S}{n}$$

**Figura 7. Escala Principal**



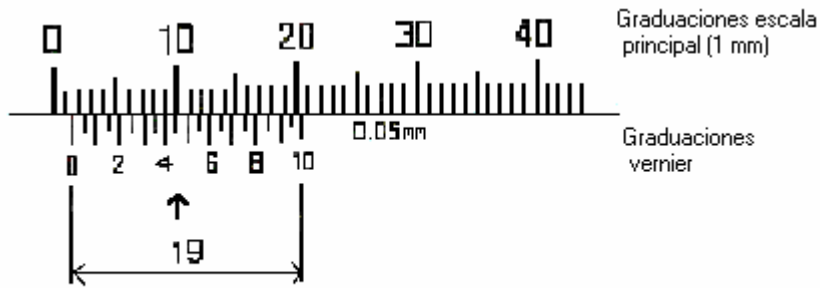
Fuente: Hoffman, Edward G. **Instrumentos básicos de medición.** Pág. 42

Así cada división sobre la escala vernier es menor que una de la escala principal en  $s/n$ . La fracción entre las dos primeras graduaciones de la escala principal ubicadas inmediatamente a la izquierda del índice cero del vernier esta representada por un múltiplo de  $s/n$ , la diferencia entre una división de la escala principal y una división de la vernier. La diferencia se determina encontrando la graduación sobre la escala vernier que este mas alineada con una graduación sobre la escala principal.

La figura muestra un ejemplo de lectura de una escala principal graduada en milímetros con un vernier que tiene 20 divisiones iguales en 19mm. La diferencia entre una división de la escala principal y una de la escala vernier es como sigue:

$$L = S - V = S/n = 1/20 \text{ mm} = 0.05 \text{ mm}$$

**Figura 8. Ejemplo de lectura de una escala principal**



Lectura: 1.45 mm

Fuente: Hoffman, Edward G. **Instrumentos básicos de medición**. Pág. 44

Como lo muestra la figura, la novena graduación, próxima a la graduación numérica 4, después del índice cero sobre la escala vernier esta alineada con una graduación sobre la escala principal. Así, la distancia entre la graduación de 1mm sobre la escala principal y el índice cero del vernier es:

$$0.05\text{mm} \times 9 = 0.45\text{mm}$$

La lectura total es:

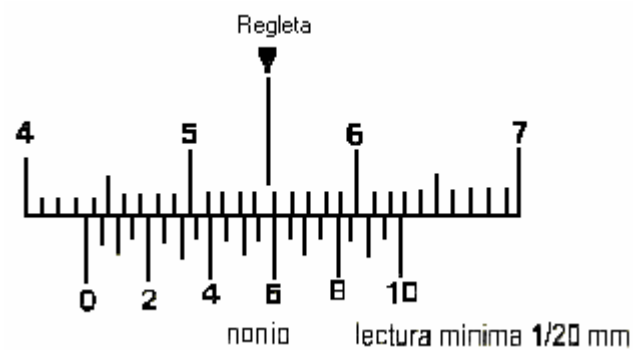
$$1\text{ mm} + 0.45\text{ mm} = 1.45\text{ mm}$$



### 1.8.5.2. Ejemplos de cómo leer el calibrador (sistema métrico)

#### Ejemplo 1. Métrico

Figura 9. Ejemplo métrico



Fuente: Hoffman, Edward G. **Instrumentos básicos de medición**. Pág. 48

#### Paso 1

El punto cero de la escala del nonio está localizado entre 43 mm. y 44 mm. sobre la escala de la regleta. En este caso lea 43 mm primero 43 mm.

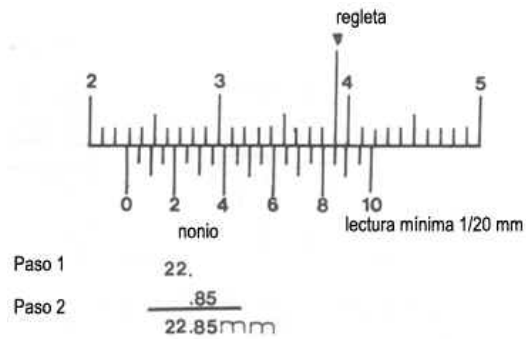
#### Paso 2

Sobre la escala del nonio, localice la graduación en la línea con la graduación de la escala de la regleta. Esta graduación es de "6" .6 mm

Paso final  $43 + .6 = 43.6$  mm

## Ejemplo 2. Métrico

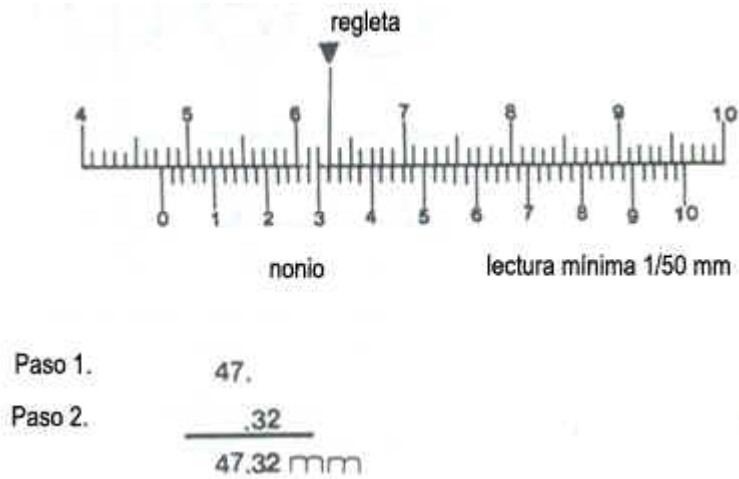
**Figura 10. Ejemplo métrico**



Fuente: Hoffman, Edward G. **Instrumentos básicos de medición.** Pág. 49

## Ejemplo 3. Métrico

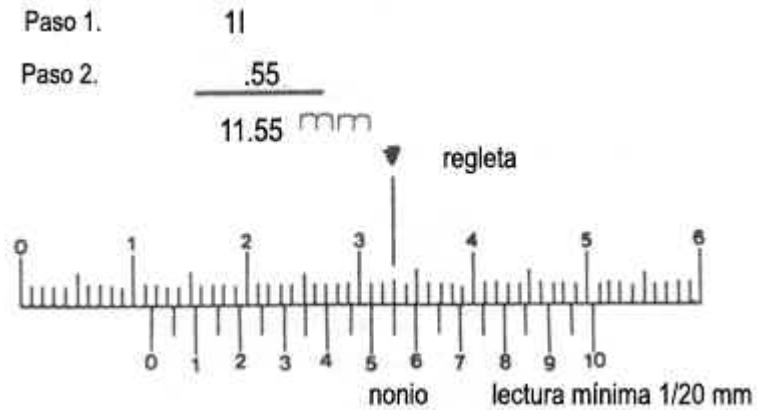
**Figura 11. Ejemplo métrico**



Fuente: Hoffman, Edward G. **Instrumentos básicos de medición.** Pág. 52

Ejemplo 4. étrico

**Figura 12. Ejemplo métrico**

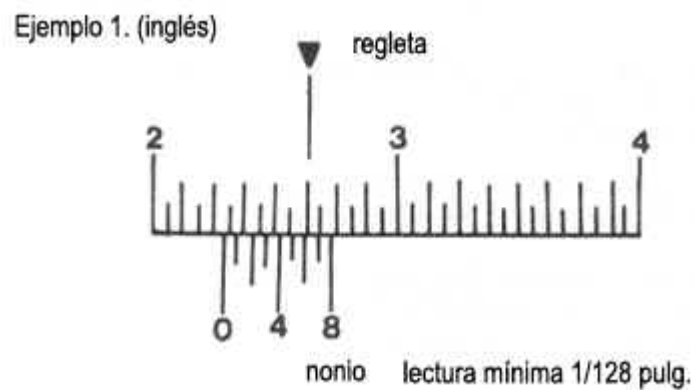


Fuente: Hoffman, Edward G. **Instrumentos básicos de medición.** Pág. 53

### 1.8.5.3. Cómo leer el calibrador, sistema inglés.

Ejemplo 1. Inglés

**Figura 13. Ejemplo inglés**



Fuente: Hoffman, Edward G. **Instrumentos básicos de medición.** Pág. 54

Paso I.

El punto cero de la escala del nonio está localizado entre  $2 \frac{4}{16}$  pulg., y  $2 \frac{5}{16}$  pulg., sobre la escala de la regleta.

En este caso, lea  $2 \frac{4}{16}$  pulg., primero  $2 \frac{4}{16}$  pulg.

Paso II.

Sobre la escala del nonio, localice la graduación la cual está en línea con una graduación sobre la escala de la regleta.

Esta graduación es "6", este 6 sobre el nonio indica  $\frac{6}{128}$  pulg.----->  $\frac{128}{128}$  pulg.

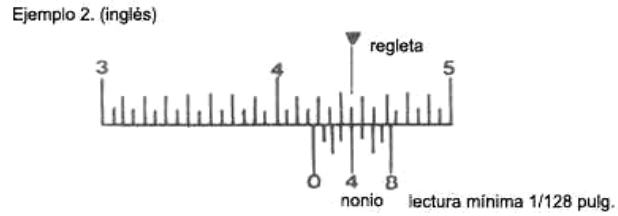
Paso Final.

Paso I + paso II

$$\begin{aligned} 2 \frac{4}{16} + \frac{6}{128} &= 2 \frac{4 \times 8}{16 \times 8} + \frac{6}{128} = \\ 2 \frac{32}{128} + \frac{6}{128} &= 2 \frac{38}{128} \left[ 2 \frac{19}{64} \right] = \\ 2 \frac{19}{64} \end{aligned}$$

La lectura correcta es  $2 \frac{19}{64}$  pulg.

**Figura 14. Ejemplo inglés**



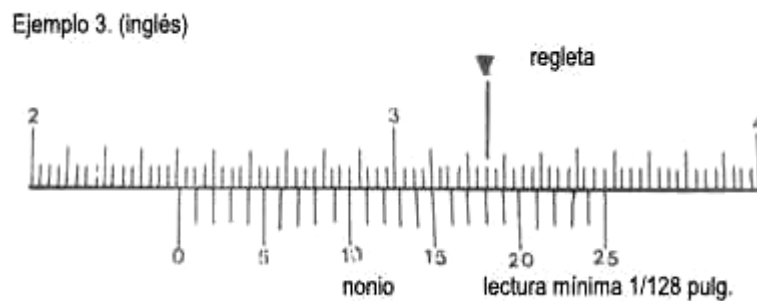
Fuente: Hoffman, Edward G. **Instrumentos básicos de medición.** Pág. 54

Paso I + Paso II

$$4 \frac{3}{16} + \frac{4}{128} = 4 \frac{24}{128} + \frac{4}{128} = 4 \frac{28}{128} \\ = 4 \frac{7}{32}$$

La lectura correcta es  $4 \frac{7}{32}$  pulg.

**Figura 15. Ejemplo inglés**



Fuente: Hoffman, Edward G. **Instrumentos básicos de medición.** Pág. 55

Paso I

Leemos 2.400 pulg., primero

Paso II

La graduación 18 sobre la escala del nonio está en línea con una graduación de la escala de la regleta, esta lectura es 18 pulg./1000 ó 0.018 pulg.

Paso I + Paso II

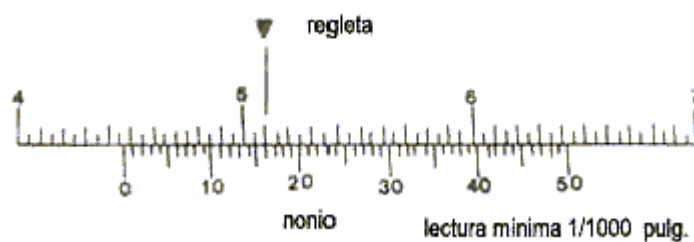
$$= 2.400 + 0.018$$

$$= 2.418 \text{ pulg.}$$

La lectura correcta es 2.418 pulg.

Ejemplo 4. (ingles)

**Figura 16. Ejemplo inglés**



Fuente: Hoffman, Edward G. **Instrumentos básicos de medición**. Pág. 56

$$\text{paso I} + \text{paso II} = 4.450 + 0.016 = 4.466 \text{ pulg.}$$

La lectura correcta es 4.466 pulg.

### **1.8.6. Mantenimiento de calibradores**

Aunque los calibradores con frecuencia se utilizan en condiciones ambientales hostiles, su mantenimiento tiende a descuidarse debido a la simple de su construcción y bajo requerimientos de exactitud. Con el objeto de obtener el mejor rendimiento posible de estos instrumentos y asegurar su uso económico, es esencial realizar un efectivo control de mantenimiento. Como con otro tipo de instrumento, los calibradores deberán tener reglas estandarizadas que regulen la compra, capacitación del personal, manejo, almacenaje, mantenimiento e inspección periódica.

#### **1.8.6.1. Compra**

Un efectivo método para controlar el mantenimiento de los instrumentos de medición, como los calibradores usados en el área productiva, es limitar la cantidad de ellos en el almacén de herramientas y el área productiva. Aunque los calibradores no son muy caros, no son deseables y no deben tratarse como tales. Cuando se compre un calibrador su vida útil deber considerarse de acuerdo con su aplicación específica. Por ejemplo, si una aplicación requiere una legibilidad de 0.005 mm y se compra un calibrador vernier con legibilidad de 0.02 mm, esto no es económico porque incrementa el tiempo de inspección; además, los procedimientos de inspección deben estar normalizados cuando se realice la compra del calibrador.

### **1.8.7. Almacenamiento**

Observe las siguientes precauciones cuando almacene calibradores:

1. Seleccione un lugar en el que los calibradores no estén expuestos a polvo, alta humedad o fluctuaciones extremas de temperatura.
2. Cuando almacene calibradores de gran tamaño que no sean utilizados con frecuencia, aplique líquido antioxidante al cursor y caras de medición; procure dejar éstas algo separadas.
3. Al menos una vez al mes, verifique las condiciones de almacenaje y el movimiento del cursor de calibradores que sean usados esporádicamente, por lo tanto, mantenidos en el almacén.
4. Evite la entrada de vapores de productos químicos, como ácido hidroclorehídrico o ácido sulfúrico, al lugar donde estén almacenados los calibradores.
5. Coloque los calibradores de modo que el brazo principal no se flexione y el vernier no se resulte dañado.
6. Mantenga un registro, como documentación adecuada, de los calibradores que salgan del almacén hacia el área productiva.
7. Designe a una persona como encargada de los calibradores que estén almacenados en cajas de herramientas y anaqueles dentro del área productiva.



### **1.8.8. Inspección periódica**

La inspección periódica de los calibradores debe realizarse una o dos veces por año lo que depende de la frecuencia de uso. Es necesario poner en práctica métodos de control de inventario para prevenir el uso inadvertido de calibradores que requieren reparación o que ya no sirvan. Hay dos sistemas para realizar las inspecciones periódicas: uno es inspeccionar los calibradores en el lugar donde se emplean, el otro es recolectar todos los calibradores a ciertos intervalos e inspeccionarlos todos de una vez. Todo el personal que use calibradores debe estar informado acerca del sistema de inspección

### **1.8.9. Precauciones durante la utilización de un calibrador vernier**

Observe las siguientes precauciones cuando utilice un calibrador:

1. Antes de tomar mediciones, elimine rebabas, polvo y rayones de la pieza.
2. Cuando mida, mueva lentamente el cursor mientras presiona con suavidad al botón para el pulgar contra el brazo principal.
3. Mida la pieza utilizando la parte de las puntas de medición más cercana al brazo principal.
4. No use una fuerza excesiva de medición cuando mida con los calibradores que emplean las mismas puntas de medición para interiores o exteriores, como el tipo CM.
5. Nunca trate de medir una pieza que esté en movimiento.

6. Después de utilizar el calibrador, límpielo y guárdelo con las puntas de medición ligeramente separadas.

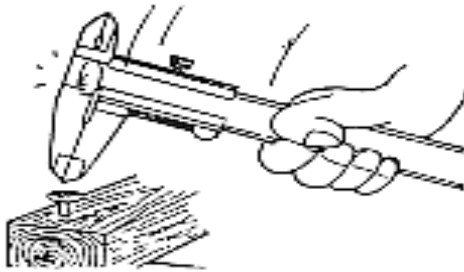
En las figuras de la siguientes paginas, ilustran algunos cuidados básicos de los calibradores con vernier, lo que refuerza lo antes mencionado.

### **1.8.10. Precauciones durante la medición con un calibrador vernier**

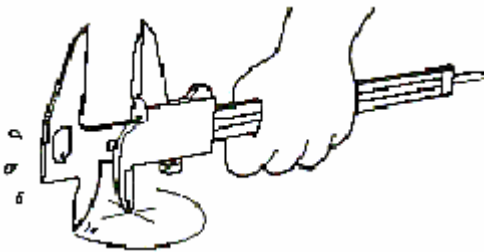
1. Seleccione el calibrador que mejor se ajuste a sus necesidades.
  - Asegúrese de que al tipo, rango de medición, graduación y otras especificaciones del calibrador son apropiadas para la aplicación.



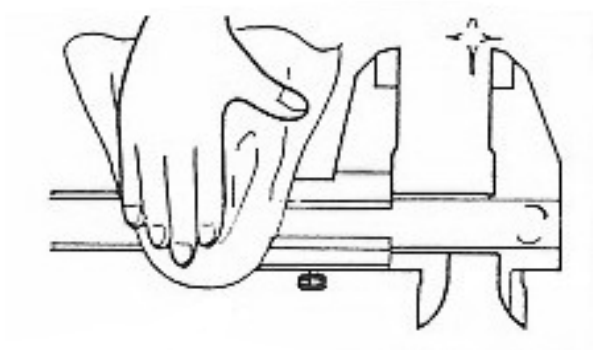
2. No aplique excesiva fuerza al calibrador
  - No deje caer ni golpee el calibrador.
  - No use el calibrador como martillo.



3. Sea cuidadoso y no dañe las puntas de medición para interiores.
  - No use las puntas como un compás o rayador.

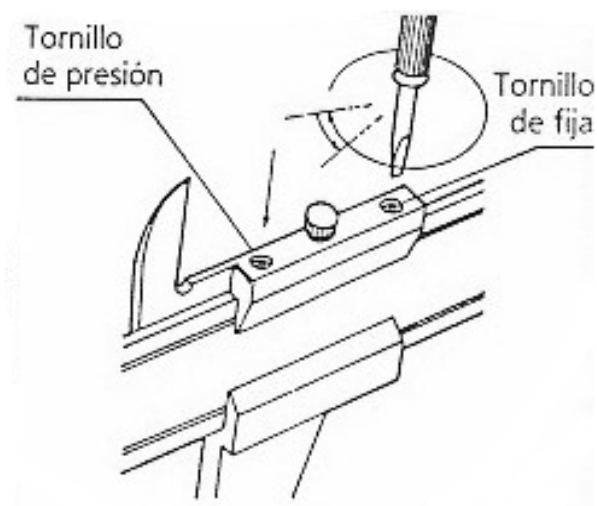


4. Elimine cualquier clase de polvo del calibrador ante de usarlo.
  - Limpie totalmente las superficies deslizantes y las caras de contacto. Use sólo papel o tela que no desprenda pelusa.



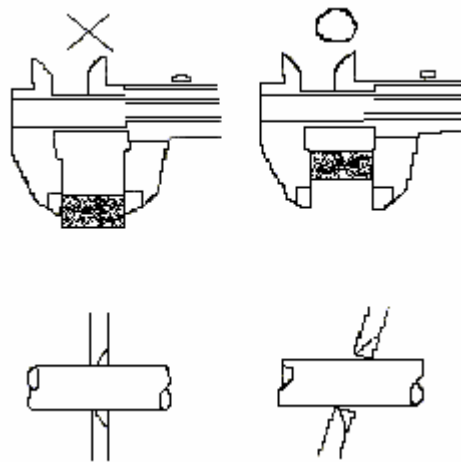
5. Revise que el cursor se mueva suavemente. No debe sentirse flojo o con juego. Corrija cualquier problema que encuentre ajustando los tornillos de presión y fijación.

- Apriete los tornillos de presión y de fijación por completo, después afloje en sentido antihorario 1/8 de vuelta, 45 grados.
- Verifique nuevamente el juego
- Repita el procedimiento anterior mientras ajusta la posición angular de los tornillos hasta que no obtenga un juego apropiado del cursor.



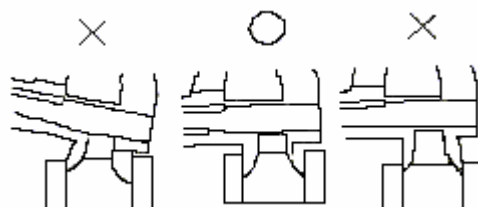
## 6. Medición de exteriores.

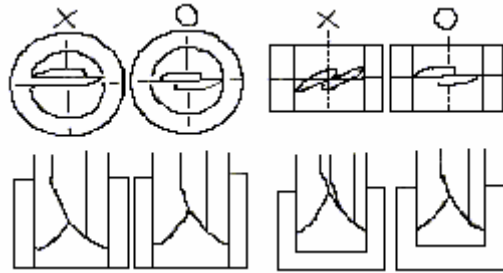
- Mantenga y mida la pieza de trabajo en una posición tan cercana a la superficie de referencia como sea posible.
- Asegúrese de que las caras de medición exterior hagan contacto adecuado con la pieza por medir.



## 7. Medición de interiores. Tome la medida cuando las puntas de medición de interiores estén tan adentro de la pieza como sea posible.

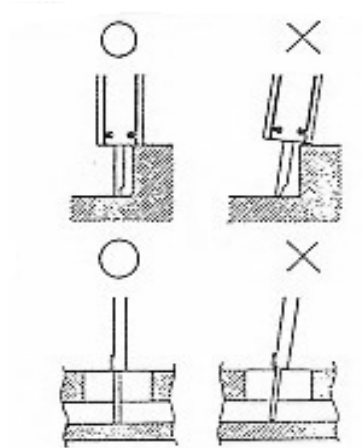
- Cuando mida un diámetro interior lea la escala mientras el valor indicado esté en su máximo.
- Cuando mida el ancho de una ranura, lea la escala mientras el valor indicado esté en su mínimo.





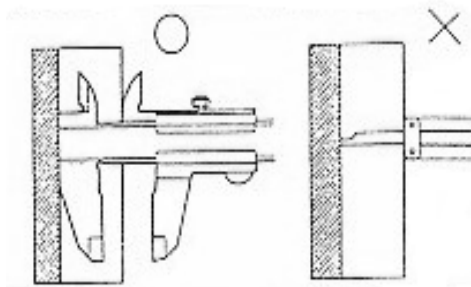
### 8. Medición de profundidad

- Tome la medida cuando la cara inferior del cuerpo principal esté en contacto uniforme con la pieza de trabajo.

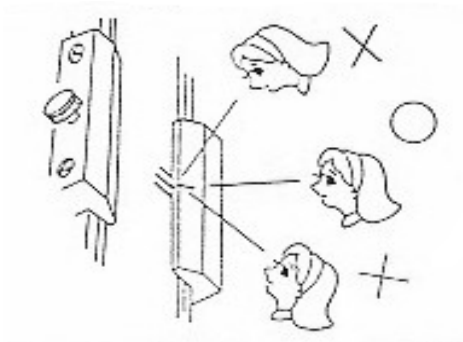


### 9. Medición de peldaño.

- Tome la medida cuando la superficie para la medición de peldaño esté en contacto adecuado con la pieza por medir.



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

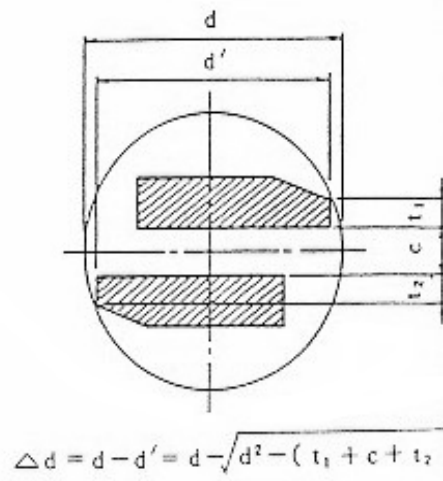


11. La medición de agujeros de diámetro pequeño normalmente proporciona lecturas menores que el diámetro real.

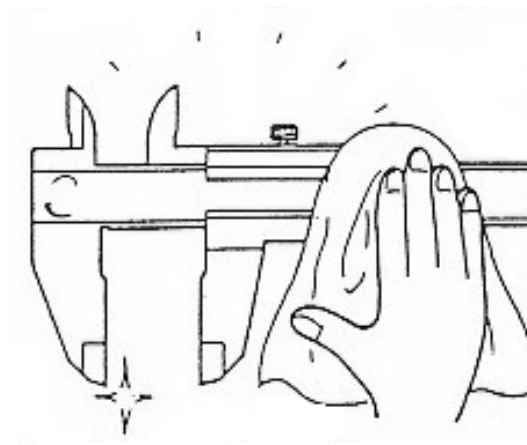
Error cuando se mide una pieza con un agujero cuyo diámetro es 5 mm:

Unidad: mm (pulg.)

T1 + T2 + C	0.3 (0.001)	0.5 (0.019)	0.7 (0.027)
$\Delta d$	0.009 (0.0003)	0.026 (0.001)	0.047 (.002)

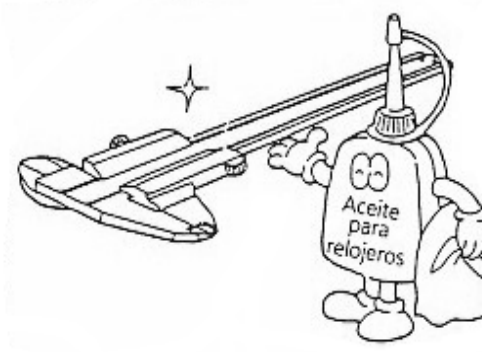


12. Después de usarlo, limpie las manchas y huella digitales del calibrador con un trapo suave y seco.



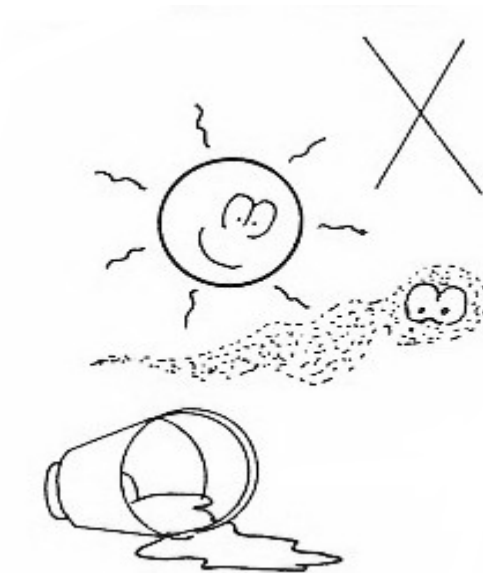
13. Cuando el calibrador sea almacenado por largos periodos o necesite aceite, use un trapo empapado con aceite para prevenir la oxidación y, ligeramente, frote cada sección del calibrador. Asegúrese de que el aceite se distribuye homogéneamente sobre las superficies.





14. Los siguientes puntos deberán tomarse en cuenta cuando se almacenan calibradores.

- No se exponga el calibrador a la luz directa del sol.
- Almacene el calibrador en un ambiente de baja humedad bien ventilado.
- Almacene el calibrador en un ambiente libre de polvo.
- No coloque el calibrador directamente en el piso.
- Deje las caras de medición separadas de 0.2 a 2 mm, 0.008" a 0.08".
- No fije el cursor.
- Almacene el calibrador en su estuche original, o en una bolsa plástica.



#### **1.8.11. Tipos de vernier existentes en la planta**

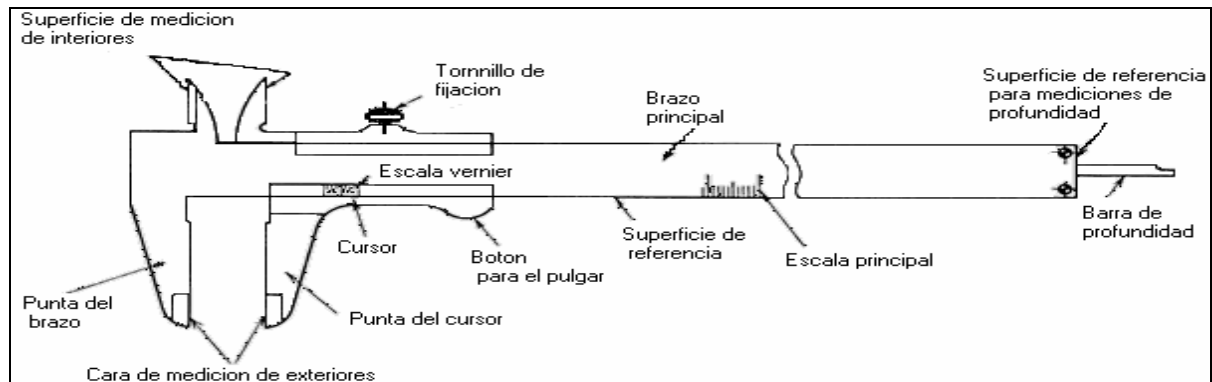
1. Vernier de exteriores e interiores de 0 a 41 pulgadas marca storm
2. Vernier de exteriores e interiores de 0 a 12 pulgadas marca mitutoyo
3. Vernier medidor de profundidades de 0 a 400 milímetros marca storm
4. Vernier medidor de profundidades de 0 a 320 milímetros marca storm
5. Vernier digital de 0 a 8 pulgadas marca mitutoyo.
6. Vernier de carátula de 0 a 6 pulgadas marca draper.

**1.8.12. Diagnóstico de los vernieres utilizados en la planta**



Nombre del instrumento	X		
	Vernier	Micrómetro	Indicador de carátula
Marca	X		
	Store	Mitutoyo	Otros
Tipo de mediciones	X	X	
	Interiores	Exteriores	Profundidades
Rango	0 a 41	0 a 1050	0 a 105
	Pulgadas	Milímetro	Centímetros
Estuche		X	
	Si	No	
Posee Instructivo		X	
	Si	No	
No. de código	VE-001		
	Número		

## FALLA



- Superficie de medición de interiores, con golpes leves y desgaste por corrección de golpes leves.
- Superficie de medición de exteriores, golpes leves y desgaste por corrección de golpes leves.
- Superficie de referencia para mediciones de profundidad, no aplica.
- Escala vernier, bien, solo leves picaduras por oxidación, corregido.
- Todo el brazo tiene picaduras por oxidación en la parte o cara de atrás y en la parte de enfrente de la punta del brazo.
- Los tornillos de fijación están bien, son dos.
- Escala móvil esta bien.
- El botón para el pulgar esta bien, oxidación leve corregida.

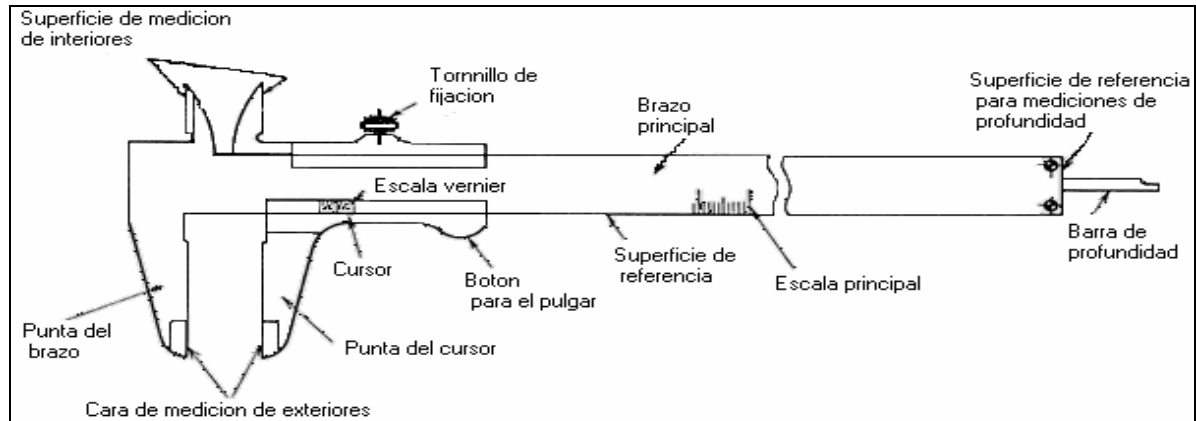
## DIAGNÓSTICOS

El instrumento de precisión por el mal cuidado, los golpes encontrados y las picaduras por la oxidación, deja de ser un instrumento preciso por lo cual su uso se limita a solo tomar medidas de referencia y no medidas con una precisión deseada.



Nombre del instrumento	X		
	Vernier	Micrómetro	Indicador de carátula
Marca		X	
	Storm	Mitutoyo	Otros
Tipo de mediciones	X	X	X
	Interiores	Exteriores	Profundidades
Rango	0 a 12	0 a 300	0 a 30
	Pulgadas	Milímetro	Centímetros
Estuche	X		
	Si	No	
Posee Instructivo	X		
	Si	No	
No. de código	VE-002		
	Número		

## FALLA



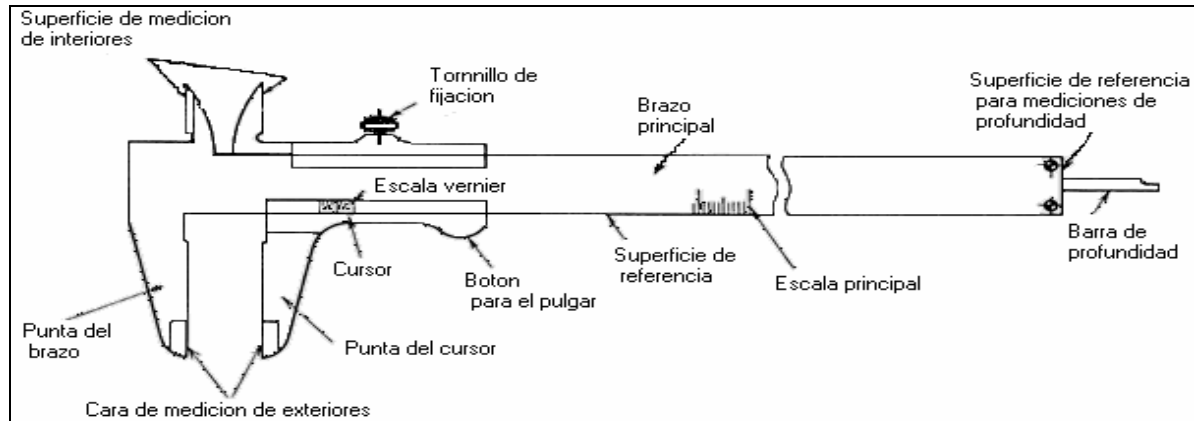
## DIAGNÓSTICO

Este instrumento de precisión se encuentra bien para cualquier medida.



Nombre del instrumento	X		
	Vernier	Micrómetro	Indicador de carátula
Marca			X
	Storm	Mitutoyo	Otros
Tipo de mediciones	X	X	X
	Interiores	Exteriores	Profundidades
Rango	0 a 6	0 a 150	0 a 15
	Pulgadas	Milímetro	Centímetros
Estuche	X		
	Si	No	
Posee Instructivo		X	
	Si	No	
No. de código	VE-003		
	Número		

## FALLA



- Sólo tiene una alguna suciedad de polvo y tierra.

## DIAGNÓSTICO

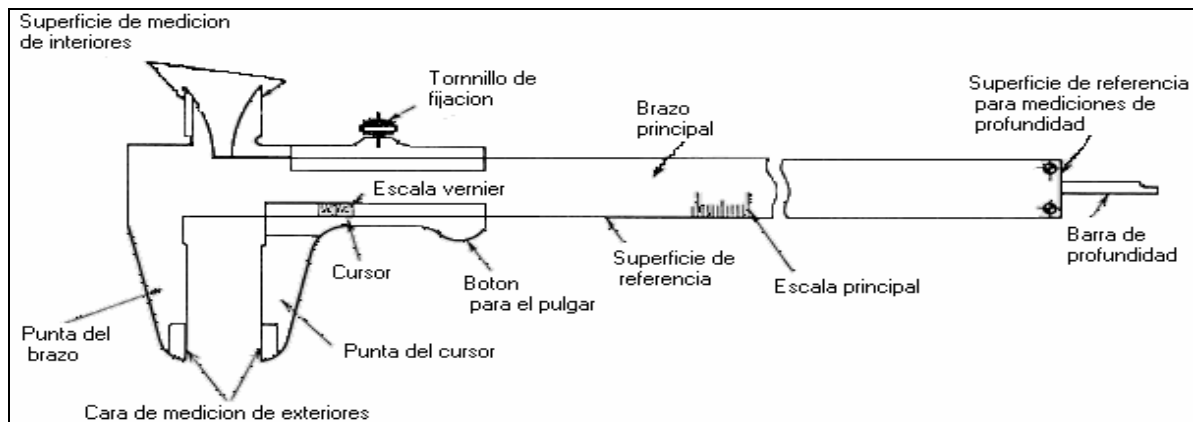
Este instrumento de precisión no puede ser utilizado para tomar medidas precisas porque está desajustado por desgaste.





Nombre del instrumento	X		
	Vernier	Micrómetro	Indicador de carátula
Marca	X		
	Storm	Mitutoyo	Otros
Tipo de mediciones			X
	Interiores	Exteriores	Profundidades
Rango		0 a 400	0 a 40
	Pulgadas	Milímetro	Centímetros
Estuche	X		
	Si	No	
Posee Instructivo		X	
	Si	No	
No. de código	VEP-001		
	Número		

## FALLA



- Barra de profundidad tiene ligera oxidación, corregida.
- Escala vernier tiene leves picaduras por oxidación, corregida.
- Botón para el pulgar leve oxidación, corregida.
- Brazo principal tiene ligera picaduras por oxidación en la parte de atrás, corregida.
- Escala principal está bien.
- Tornillo de fijación ligeramente oxidado.

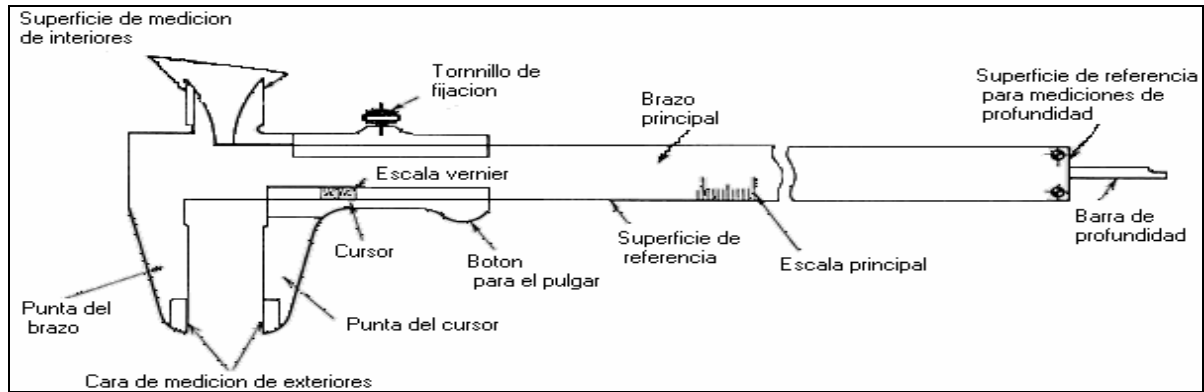
## DIAGNÓSTICO

El instrumento de precisión de profundidades, para un trabajo de suma precisión no es recomendable, por las pequeñas áreas de oxidación, podríamos usarlo como instrumento de referencia.



Nombre del instrumento	X		
	Vernier	Micrómetro	Indicador de carátula
Marca	X		
	Storm	Mitutoyo	Otros
Tipo de mediciones			X
	Interiores	Exteriores	Profundidades
Rango		0 a 320	0 a 32
	Pulgadas	Milímetro	Centímetros
Estuche	X		
	Si	No	
Posee Instructivo		X	
	Si	No	
No. de código	VEP-002		
	Número		

## FALLA



- Brazo principal o barrilla de profundidad tiene leve oxidación atrás.
- Los tornillos de fijación tiene leve oxidación en la cabeza.
- Las escalas están bien.
- El estuche está en mal estado.

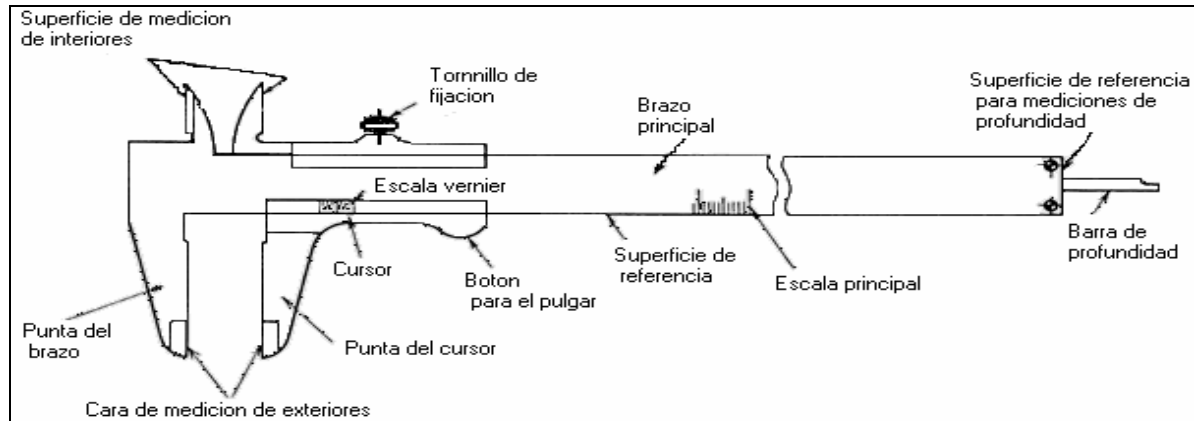
## DIAGNÓSTICO

Este instrumento de precisión no está bien ajustado por lo cual nos podría dar una mala lectura al momento de ser utilizado.



Nombre del instrumento	X		
	Vernier	Micrómetro	Indicador de carátula
Marca		X	
	Storm	Mitutoyo	Otros
Tipo de mediciones	X	X	
	Interiores	Exteriores	Profundidades
Rango	0 a 8	0 a 200	0 a 20
	Pulgadas	Milímetro	Centímetros
Estuche	X		
	Si	No	
Posee Instructivo		X	
	Si	No	
No. de código	VED-001		
	Número		

## FALLA



- Brazo principal leve picaduras por oxidación, corregida.
- Barra de profundidad con picaduras leves por oxidación en la parte de atrás, corregida.
- Escala vernier leve picadura en la parte de atrás por oxidación, corregida.

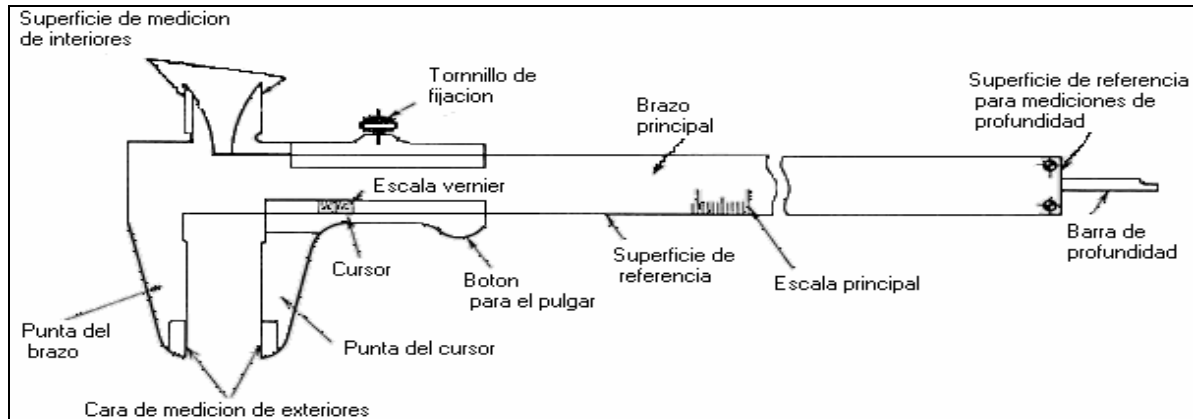
## DIAGNÓSTICO

Este instrumento de precisión se encuentra en buen estado para tomar lecturas precisas.



Nombre del instrumento	X		
	Vernier	Micrómetro	Indicador de carátula
Marca			X
	Storm	Mitutoyo	Otros
Tipo de mediciones	X	X	X
	Interiores	Exteriores	Profundidades
Rango	0 a 6	0 a 150	0 a 15
	Pulgadas	Milímetro	Centímetros
Estuche	X		
	Si	No	
Posee Instructivo		X	
	Si	No	
No. de código	VEC-001		
	Número		

## FALLA



- Brazo principal picaduras por oxidación en la parte de atrás.
- Escala vernier picaduras por oxidación en la parte de atrás.
- Barra de profundidad picaduras por oxidación en la cara de atrás.
- Tornillo de fijación con oxidación leve.
- Botón para el pulgar un poco sucio.

## DIAGNÓSTICO

Este instrumento de precisión se encuentre desajustado por tal razón no es recomendable para tomar medidas precisas.



## **1.9. Micrómetro**

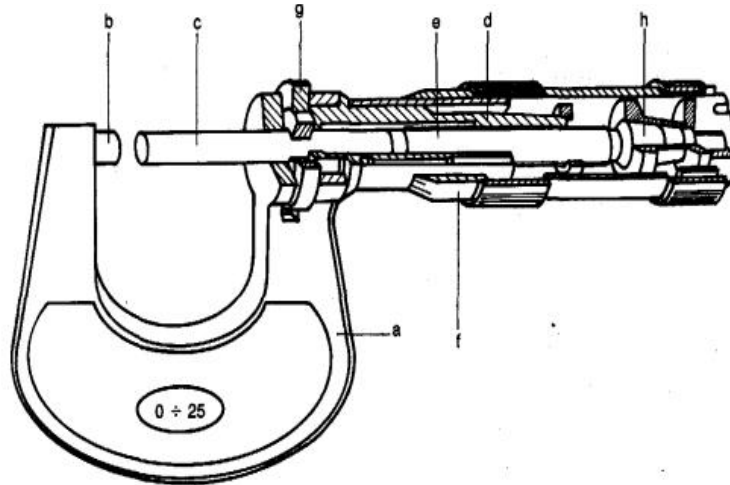
### **1.9.1. Principio del micrómetro**

#### **1.9.1.1. Introducción**

Uno de los instrumentos que se utiliza con mayor frecuencia en la industria metalmeccánica es el micrómetro. El concepto de medir un objeto utilizando una rosca de tornillo se remonta a la era de James Watt, cuyo micrómetro, inventado en 1772, daba lectura de 1/100 de pulg. en la primera carátula y 1/256 de pulg. en la segunda. Durante el siglo pasado se logró que el micrómetro diera lectura de .001 pulg. y se completó su diseño básico. El principio del micrómetro incorporado en estos modelos iniciales está aun intacto, y utilizando en varios tipos de micrómetros modernos.

- a) Arco
- b) Tope de medición
- c) Husillo con tope
- d) Cuerpo graduado sobre el que está marcada una escala lineal graduada en mm y  $\frac{1}{2}$  mm.
- e) Tornillo solidario al eje móvil.
- f) Tambor graduado
- g) Dispositivo de bloqueo, que sirven para fijar el eje móvil en una medida patrón y poder utilizar el micrómetro de calibre pasa, no pasa.
- h) Embrague

**Figura 17. Partes del micrómetro**

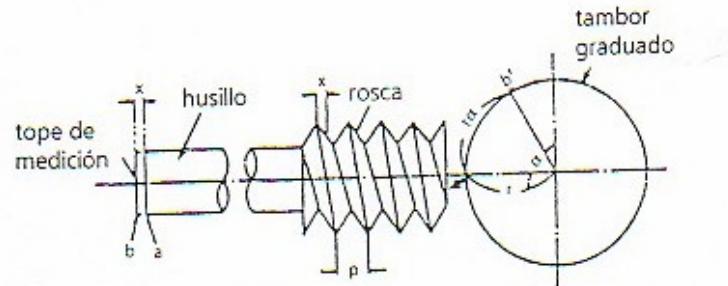


Fuente: Hoffman, Edward G. **Instrumentos básicos de medición**. Pág. 60

Avances de la tecnología de manufactura mejoraron el diseño y aplicación del micrómetro, así como el mecanismo de lectura. Desde cerca de 1950 los husillos de los micrómetros se rectifican después de endurecerlos, reemplazando así los iniciales métodos de torneado. Al mismo tiempo, empezó a utilizarse el carburo para los topes de medición. Con el rápido desarrollo en circuitos integrados y pantallas de cristal líquido en los años 70 entrando al mercado los micrómetros digitales y electrónicos. Actualmente los topes de carburo se están sustituyendo por los de cerámica y los micrómetros que utilizan un haz de luz láser ya dificultan establecer una definición genérica de lo que es un micrómetro.

El micrómetro es un dispositivo que mide el desplazamiento del husillo cuando este es movido mediante el giro de un tornillo, lo que convierte el movimiento giratorio del tambor en el movimiento lineal del husillo. El desplazamiento de este lo amplifica la rotación del tornillo y el diámetro del tambor. Las graduaciones alrededor de la circunferencia del tambor permiten leer un cambio pequeño en la posición del husillo.

**Figura 18. Husillo**



Fuente: Carlos González González. **Metrología**. Pag. 104

En la figura 18 suponga que el husillo es desplazado una distancia  $x$  desde los puntos  $a$  hasta los  $b$  cuando el tornillo gira un ángulo  $\alpha$ . Denominador  $r$  al radio del tambor, cualquier punto sobre la circunferencia se moverá la distancia dada por  $r \cdot \alpha$  [radio \* ángulo, en radianes, de giro]. Cuando el husillo es desplazado una distancia que es igual al paso de los hilos del tornillo,  $p$ , las graduaciones sobre el tambor marcan una vuelta completa. Estas relaciones pueden expresarse mediante las siguientes formulas:

$$\frac{\text{Desplazamiento lineal del husillo}}{\text{Desplazamiento angular de la superficies graduada}} = \frac{p}{2\pi r} = \frac{x}{r\alpha}$$

Por lo tanto

$$X = \frac{p\alpha}{2\pi}$$

Donde:

$x$  = desplazamiento del husillo (mm)

$\rho$  = paso de los hilos del tornillo (mm)

$\alpha$  = ángulo de giro del tornillo (radianes)

$r$  = radio del tambor (mm)

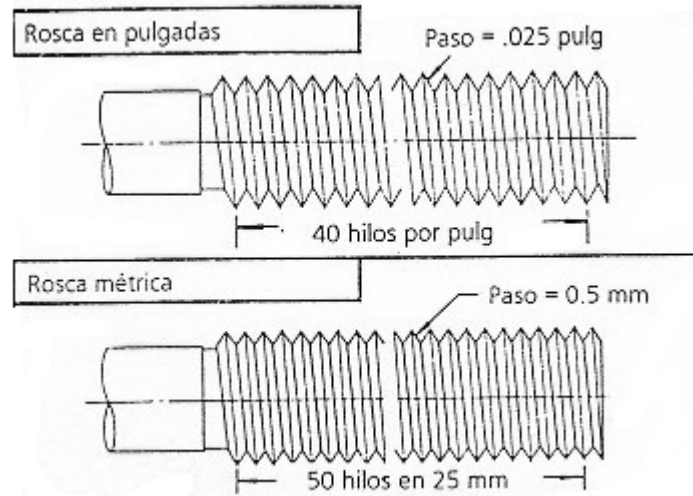
Los micrómetros estándar tienen un tornillo con paso de 0.5 mm y su tambor esta graduado en 50 divisiones alrededor de su circunferencia.

Sustituyendo  $\rho = 0.5$  y  $\alpha/2\pi = 1/50$  en la formula obtenemos el valor de una graduación del tambor como sigue:

$$\text{Legibilidad} = 0.5 \times 1/50 = 0.01 \text{ mm}$$

Los micrómetros de pulgada tienen un tornillo de 40 hilos por pulgada y paso de .025 pulg.

**Figura19. Numero de hilos por pulgada**



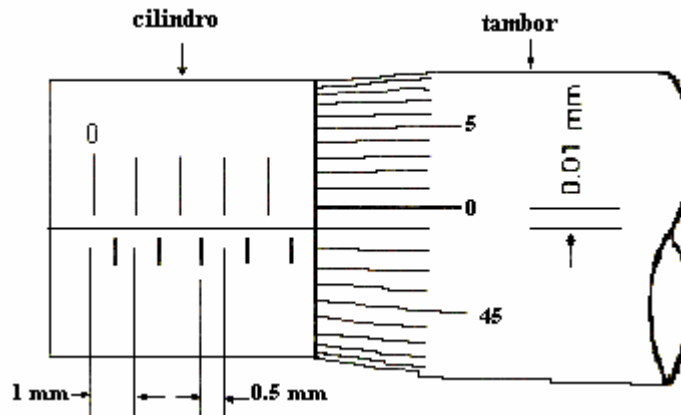
**Fuente: Carlos González González. Metrología. Pág. 165**

Es imperativo que antes de utilizar un micrómetro se verifique que éste indique cero cuando esté cerrado adecuadamente.

### **1.9.2. Lectura del micrómetro**

Para el micrómetro estándar en milímetros se refiere a la figura 20. Para lecturas en centésimas de milímetro primero tome la lectura del cilindro, obsérvese que cada graduación corresponde a 0.5 mm, luego la del tambor, sume las dos para obtener la lectura total.

**Figura 20. lectura de un micrómetro convencional**



**Fuente: Carlos González Gonzáles. Metrología. Pág. 168**

- Lectura sobre el cilindro 4.0
- Lectura entre el 4 y el borde del tambor 0.5
- Línea del tambor que coincide con el cilindro 0.49

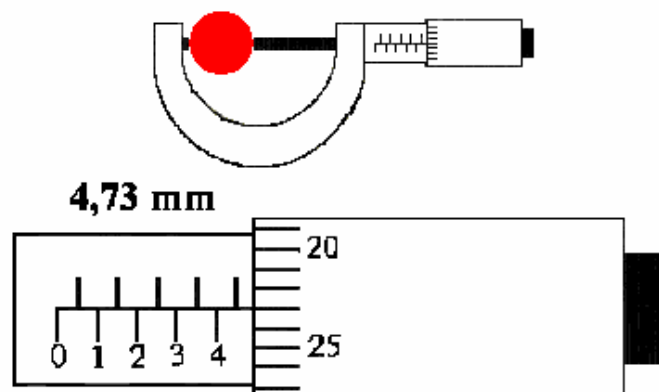
Lectura total: 4.99 mm

- Note que el tambor se ha detenido en un punto mas allá de la línea correspondiente a 4 mm.
- Note también que una línea adicional, graduación de 0.5 mm, es visible entre la línea correspondiente a 4 mm y el borde del tambor.
- La línea 49 sobre el tambor corresponde con la línea central del cilindro así.

### 1.9.3. Número de escala principal en el micrómetro

Partiendo de la posición cero, es decir, cuando los topes hacen contacto, sin forzar el giro para no dañar el aparato, se observa que al girar una vuelta completa al tornillo, 50 divisiones, este se desplaza 0.5 mm sobre la escala fija o, lo que es lo mismo, el giro de una división supone un avance del tornillo de 0.01 mm. En consecuencia, esta es la precisión del aparato.

Figura 21. Número de escala principal en el micrómetro



Fuente: Hoffman, Edward G. **Instrumentos básicos de medición**. Pág. 65

### 1.9.4. Graduación en la escala principal

El rango de medición del micrómetro estándar está limitado a 25 milímetros, en el sistema métrico, o a una pulgada, en el sistema inglés. Para un mayor rango de mediciones, se necesitan micrómetros de diferentes rangos de medición.

Con el micrómetro equipado con un yunque intercambiable es posible medir un amplio rango de longitudes, este tipo de micrómetros cubre cuatro a seis veces el rango de medición del micrómetro estándar, pero es ligeramente inferior en precisión.

**Figura 22. Micrómetro de tipo yunque intercambiable**



**Fuente: Creus sole, Antonio. Instrumentación industrial. Pág. 120**

Los micrómetros están graduados en centésimas, 0.01, de milímetro, sistema métrico, o milésimas, 0.001, de pulgada, sistema inglés. Un micrómetro equipado con un nonio permite lecturas de 0.001 mm, o de 0.0001 pulgadas.

Para estabilizar la presión de medición que debe aplicarse al objeto a medirse, el micrómetro está equipado generalmente con un freno de trinquete. Sin embargo cuando se usa por un periodo de tiempo largo, el freno del trinquete podría deteriorarse al aplicar una presión de medición determinada, resultando de una medición inexacta, el mayor problema en este tipo de micrómetro, es que la presión de medición puede cambiar con la velocidad de giro de la perilla del trinquete.



Un micrómetro del tipo con freno de fricción, el cual tiene en el interior del manguito un aditamento para una presión constante, experimenta menos cambios en la presión de medición con el uso individual y es mas apropiado para mediciones precisas.

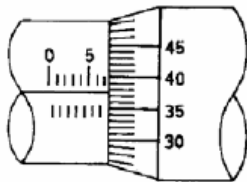
**Figura 23. Presión de medición**



Fuente: Creus sole, Antonio. Instrumentación industrial. Pág. 130

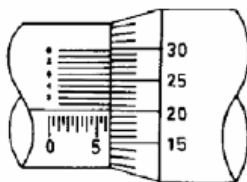
**Figura 24. Ejemplo de lectura del micrómetro**

En la ejecución con división standard (lectura 0,01 mm):



Lectura del casquillo:	7,00 mm
Lectura del tambor de escala:	0,37 mm
<hr/>	
Lectura total	7,37 mm

En la ejecución con nonio (lectura 0,001 mm):



Lectura del casquillo:	6,00 mm
Lectura del tambor escala:	0,21 mm
Lectura del nonio:	0,003 mm
<hr/>	
Lectura total	6,213 mm

Fuente: Hoffman, Edward G. Instrumentos básicos de medición. Pág. 80

### **1.9.5. Cómo tomar lectura en la escala del micrómetro**

Colocada la pieza a medir entre las superficies de contacto, se gira el tornillo cuidando de que dicho contacto se haga muy suavemente; para ello, en la etapa final de giro, debe tomarse el tornillo por la corona de su extremo, que ajusta el contacto a través de un mecanismo de embrague que asegura una presión adecuada sobre la pieza así como una protección a la sensible rosca del tornillo. La escala longitudinal está dividida en medios milímetros, cuyo número va quedando al descubierto a medida que avanza el tornillo; a esta cantidad se le añadirá un complemento obtenido multiplicando el número marcado sobre el limbo circular por la longitud a que corresponde cada una de esas divisiones, es decir, la precisión del instrumento.

Por ejemplo: si queda al descubierto en la escala longitudinal la marca situada entre el milímetro 7 y el 8, indicará que la longitud buscada es 7.50 mm y algo más; si sobre el limbo circular queda señalada la marca correspondiente al número 38, y la precisión del micrómetro es  $p = 0.01$  mm, corresponde a los micrómetros habituales, entonces el complemento buscado valdría 0.38 mm, de manera que la longitud completa sería 7.88 mm.

### **1.9.6. Mantenimiento de calibradores**

Aunque los calibradores con frecuencia se utilizan en condiciones ambientales hostiles, su mantenimiento tiende a descuidarse debido a la simple de su construcción y bajo requerimientos de exactitud. Con el objeto de obtener el mejor rendimiento posible de estos instrumentos y asegurar su uso económico, es esencial realizar un efectivo control de mantenimiento. Como con otro tipo de instrumento, los calibradores deberán tener reglas estandarizadas que regulen la compra, capacitación del personal, manejo, almacenaje, mantenimiento e inspección periódica.

### **1.9.7. Almacenamiento**

Observe las siguientes precauciones cuando almacene calibradores:

1. Seleccione un lugar en el que los calibradores no estén expuestos a polvo, alta humedad o fluctuaciones extremas de temperatura.
2. Cuando almacene calibradores de gran tamaño que no sean utilizados con frecuencia, aplique liquido antioxidante al tambor y cilindro; procure dejar el micrómetro en su caja de almacenamiento.
3. Al menos una vez al mes, verifique las condiciones de almacenaje y el movimiento del cursor de calibradores que sean usados esporádicamente, por lo tanto, mantenidos en el almacén.

4. Evite la entrada de vapores de productos químicos, como ácido hidrociorhidrico o ácido sulfúrico, al lugar donde estén almacenados los calibradores.
5. Mantenga un registro, como documentación adecuada, de los calibradores que salgan del almacén hacia el área productiva
6. Designe a una persona como encargada de los calibradores que estén almacenados en cajas de herramientas y anaqueles dentro del área productiva.

#### **1.9.8. Inspección periódica**

La inspección periódica de los calibradores debe realizarse una o dos veces por año lo que depende de la frecuencia de uso. Es necesario poner en practica métodos de control de inventario para prevenir el uso inadvertido de calibradores que requieren reparación o que ya no sirvan. Hay dos sistemas para realizar las inspecciones periódicas: uno es inspeccionar los calibradores en el lugar donde se emplean, el otro es recolectar todos los calibradores a ciertos intervalos e inspeccionarlos todos de una vez. Todo el personal que use calibradores debe estar informado acerca del sistema de inspección.

#### **1.9.9. Precauciones mientras la utilización de un micrómetro**

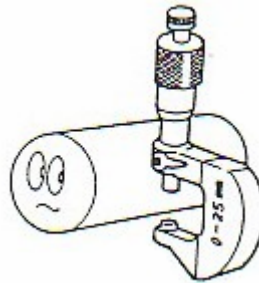
Observe las siguientes precauciones cuando se utilice un calibrador:

1. Antes de tomar mediciones, elimine rebabas, polvo y rayones de la pieza.

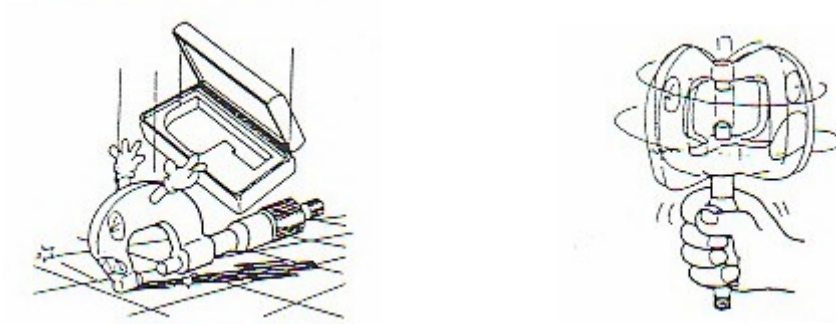
2. Cuando mida, mueva lentamente el tambor sin usar mucha presión.
3. Nunca trate de medir una pieza cuando este en movimiento.
4. Después de utilizar el calibrador, límpielo y guárdelo en su caja de almacenaje.

#### **1.9.10. Precauciones durante la medición del micrómetro**

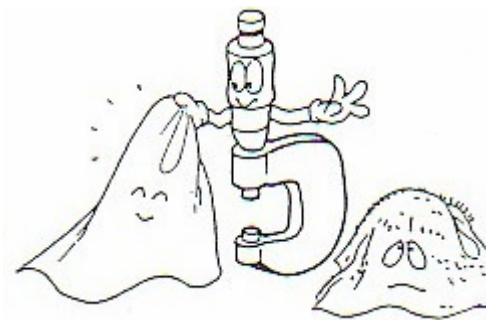
1. Seleccione el micrómetro que mejor se ajuste a la aplicación.
  - Asegúrese de que el tipo, rango de medición, graduación y otras especificaciones del micrómetro son apropiadas para la aplicación.



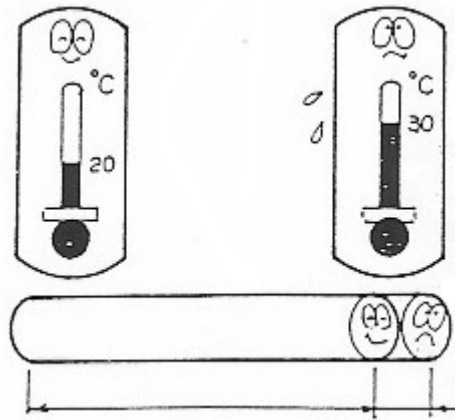
2. No aplique excesiva fuerza al micrómetro.
  - No lo deje caer y evite que reciba golpes.
  - No gire el micrómetro violentamente



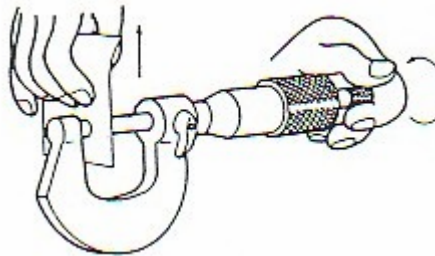
3. Elimine el polvo que haya sobre el micrómetro antes de usarlo.
  - Limpie todo el husillo y las caras de mediciones. Use solo papel o trapo libre de pelusas.



4. Deje el micrómetro y la pieza por medir en un cuarto el tiempo suficiente para estabilizar la temperatura.
  - Una barra de hierro de longitud, 100 mm, cambiara 0.012 mm, 12  $\mu\text{m}$ , con un cambio de temperatura de 10°C.

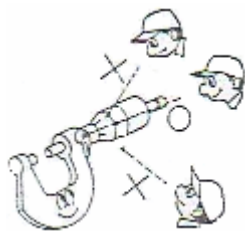
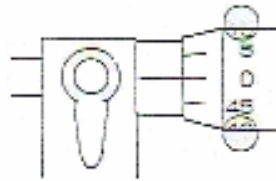
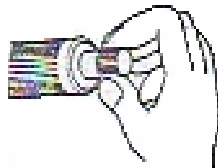


5. Antes de usar, el micrómetro, limpie las caras de los topes fijo y del husillo.
- Use sólo papel o trapo sin pelusa para limpiar las caras de medición.



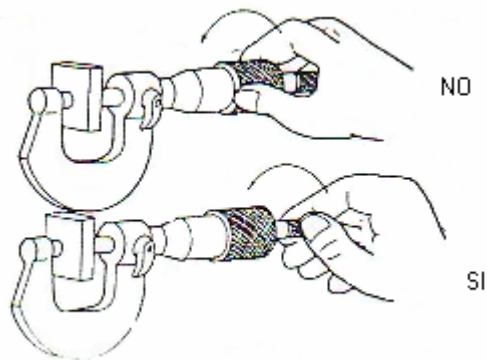
6. Ajuste las líneas a cero.

- Haga que se junten las caras de medición usando solo la perilla con trinquete o el tambor de fricción.
- Lea las graduaciones del tambor directamente desde el frente, donde los números 10 y 40 aparecen del mismo tamaño.
- Si la línea cero sobre el tambor no se alinea con la línea índice del cilindro, gire el cilindro hasta hacer que las dos líneas coincidan.
- Cuando la longitud de medición exceda 300 mm, ajuste la línea cero con el micrómetro en la misma posición en la que estará cuando se este midiendo.

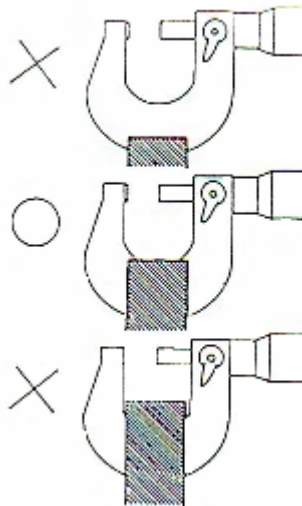




7. Siempre use el trinquete o el tambor de fricción cuando mida.



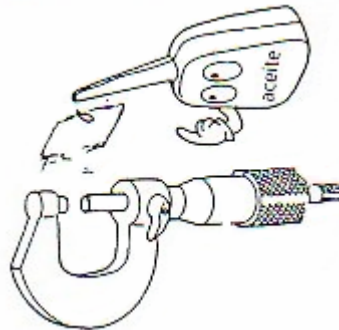
8. Cuando monte el micrómetro sobre un soporte, asegúrese de que el cuerpo del micrómetro este sujeto al centro y que la sujeción no haya sido muy fuerte.



9. Después de usar un micrómetro limpie la grasa y las huellas digitales que tenga con un trapo suave y seco.



10. Cuando se almacene el micrómetro por largo períodos o necesite lubricación, use un trapo humedecido con líquido que prevenga la oxidación para embarrar ligeramente cada sección, excepto la sección de carburo de tungsteno, del micrómetro. Asegúrese de que el aceite esté repartido uniformemente sobre las diferentes partes.



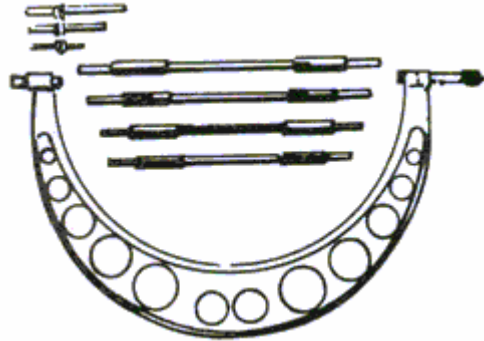
11. Los siguientes puntos deberán considerarse cuando se almacenen micrómetros.

- No exponga el micrómetro a la luz solar directa.
- Almacene el micrómetro en un ambiente bien ventilado de baja humedad.
- Guarde el micrómetro en un ambiente libre de polvo.
- No coloque el micrómetro directamente en el piso.
- Deje las caras de medición separadas entre 0.1 mm a 1.00 mm, .004" - .040".
- No bloquee el movimiento del husillo con el freno.
- Guarde el micrómetro en su estuche.

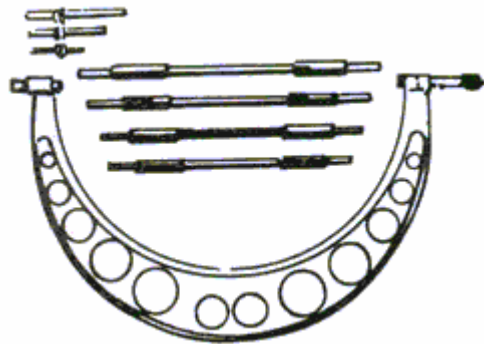


### 1.9.11. Tipos de micrómetros en la planta

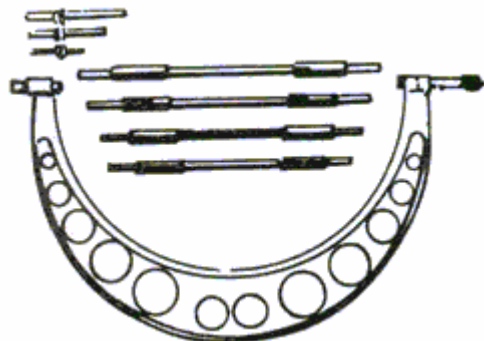
1. Micrómetro de exteriores de 200 a 300 milímetros marca mitutoyo.



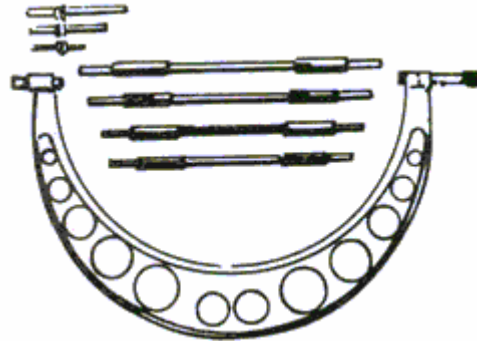
2. Micrómetro de exteriores de 300 a 400 milímetros marca MGM Panter.



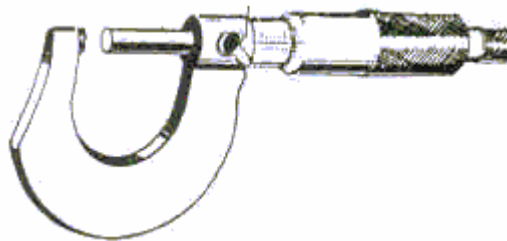
3. Micrómetro de exteriores de 600 a 700 milímetros marca mitutoyo.



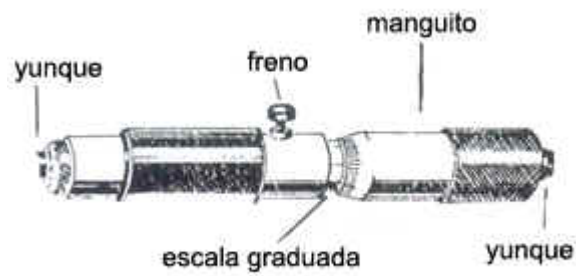
4. Micrómetro de exteriores de 800 a 900 milímetros marca mitutoyo.



5. Micrómetro de exteriores de 1 a 2 pulgadas marca mitutoyo



6. Micrómetro de interiores de 2 a 11 ½ pulgadas marca mitutoyo.



**1.9.12. Diagnóstico de los micrómetros utilizados en la planta**



Nombre del instrumento		X	
	Vernier	Micrómetro	Indicador de carátula
Marca		X	
	Store	Mitutoyo	Otros
Tipo de mediciones		X	
	Interiores	Exteriores	Profundidades
Rango		200 a 300	
	Pulgadas	Milímetro	Centímetros
Estuche	X		
	Si	No	
Posee Instructivo		X	
	Si	No	
No. de código	ME-001		
	Número		



- El arco se encuentra con un poco de oxido en diferentes partes, corregido.
- Los topes de medición se encuentran con polvo y oxido los cuales fueron corregidos.
- Los husillos se encuentran con polvo y oxido los cuales fueron corregidos.
- Tambor graduado se encuentra un poco duro por el polvo y la oxidación, los cuales fueron corregidos.

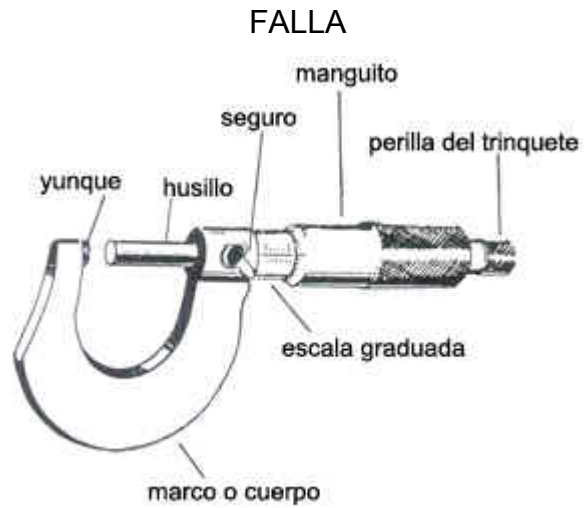
## DIAGNÓSTICO

Este instrumento de precisión se encuentra en un estado no aceptable para el trabajo que es requerido, el cual puede ser corregido con un mantenimiento y ajuste de dicho instrumento.



Nombre del instrumento		X	
	Vernier	Micrómetro	Indicador de carátula
Marca			X
	Storm	Mitutoyo	Otros
Tipo de mediciones		X	
	Interiores	Exteriores	Profundidades
Rango		300 a 400	
	Pulgadas	Milímetro	Centímetros
Estuche	X		
	Si	No	
Posee Instructivo		X	
	Si	No	
No. de código	ME-002		
	Número		





- El arco se encuentra con polvo, oxido y algunos golpes pequeños.
- El tope de medición se encuentra con oxido.
- Los diferentes husillos se encuentran con polvo y oxido.

## DIAGNÓSTICO

Este instrumento de precisión no puede utilizarse para medición exactas, solamente se utilizaría para mediciones de referencia.



Nombre del instrumento		X	
	Vernier	Micrómetro	Indicador de carátula
Marca		X	
	Storm	Mitutoyo	Otros
Tipo de mediciones		X	
	Interiores	Exteriores	Profundidades
Rango		600 a 700	
	Pulgadas	Milímetro	Centímetros
Estuche	X		
	Si	No	
Posee Instructivo		X	
	Si	No	
No. de código	ME-003		
	Número		



- Los diferentes husillos de tope se encuentra en la punta con oxido, por tal razón, no son de confiable utilización para una medida precisa.
- Hay un yunque de medición hechizo, lo cual no garantiza una medida precisa.

## DIAGNÓSTICO

El cuerpo de este instrumento se encuentra en buen estado para ser utilizado, pero los husillos y los diferentes topes por su oxidación no se pueden utilizar para tener una medida precisa por lo cual no es recomendable, solamente para medidas de referencia.



Nombre del instrumento		X	
	Vernier	Micrómetro	Indicador de carátula
Marca		X	
	Storm	Mitutoyo	Otros
Tipo de mediciones		X	
	Interiores	Exteriores	Profundidades
Rango		800 a 900	
	Pulgadas	Milímetro	Centímetros
Estuche	X		
	Si	No	
Posee Instructivo		X	
	Si	No	
No. de código	ME-004		
	Número		



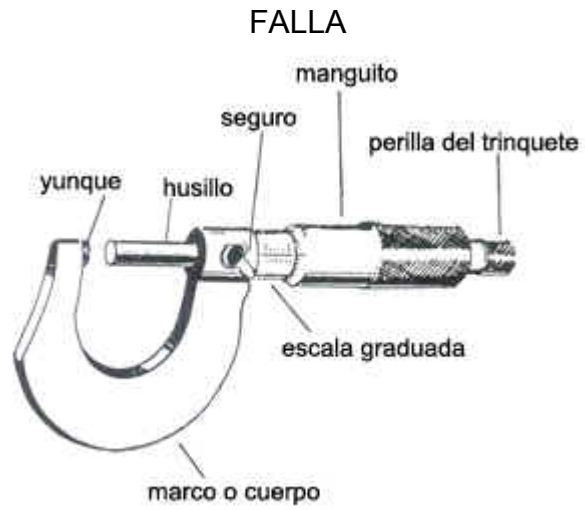
- El instrumento de precisión se encuentra con polvo y pequeñas oxidaciones en el marco o cuerpo.

## DIAGNÓSTICO

Este instrumento de precisión se encuentra en buen estado, solamente sería necesario el mantenimiento y ajuste del mismo.



Nombre del instrumento		X	
	Vernier	Micrómetro	Indicador de carátula
Marca		X	
	Storm	Mitutoyo	Otros
Tipo de mediciones		X	
	Interiores	Exteriores	Profundidades
Rango	1 a 2		
	Pulgadas	Milímetro	Centímetros
Estuche	X		
	Si	No	
Posee Instructivo	X		
	Si	No	
No. de código	ME-005		
	Número		



## DIAGNÓSTICO

Este instrumento de precisión se encuentra en estado óptimo para cualquier medida.



Nombre del instrumento		X	
	Vernier	Micrómetro	Indicador de carátula
Marca		X	
	Storm	Mitutoyo	Otros
Tipo de mediciones	X		
	Interiores	Exteriores	Profundidades
Rango	2 a 11 1/2		
	Pulgadas	Milímetro	Centímetros
Estuche	X		
	Si	No	
Posee Instructivo		X	
	Si	No	
No. de código	MI-001		
	Número		





## DIAGNÓSTICO

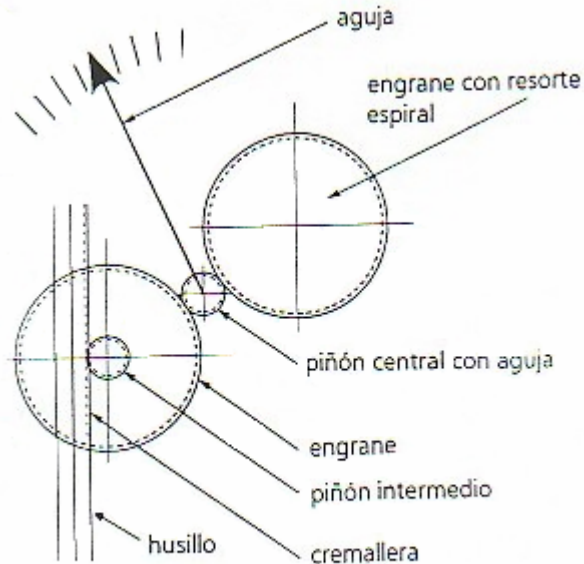
Este instrumento de precisión se encuentra en buen estado para tomar cualquier medida.

### 1.10. Indicadores de carátula

#### 1.10.1. Principio del indicador de carátula

Los indicadores de carátula son instrumentos ampliamente utilizados para realizar mediciones; en ellos un pequeño desplazamiento del husillo es amplificado mediante un tren de engranes para mover en forma angular una aguja indicadora sobre la carátula del dispositivo Fig. 25; la aguja girará desde una hasta varias docenas de vueltas, lo que depende del tipo de indicador. Es fácil leer el desplazamiento amplificado en la carátula, lo cual hace que este instrumento sea útil para mediciones diversas.

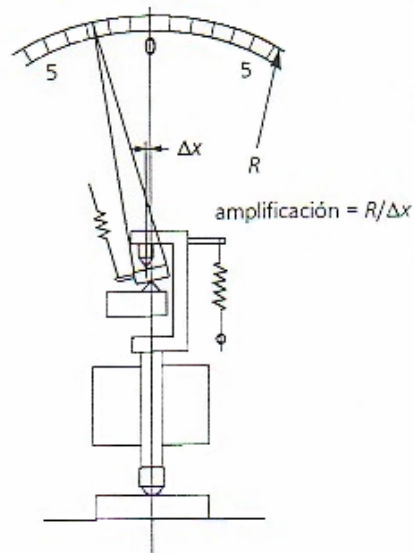
**Fig. 25 Mecanismo de amplificación de los indicadores**



Fuente: Carlos González González **Metrología**. Pág. 219.

En los primeros indicadores de carátula, utilizados en la industria como instrumentos de medición desde principio del siglo XIX, la amplificación del desplazamiento se logro mediante una palanca. El minimetro de Hirth, fabricado en 1907, fue el primer indicador cuyas partes fueron semejantes a las que conforman los actuales indicadores de carátula. Este instrumento tenia una estructura bastante simple: incluía únicamente una palanca y solo una etapa de amplificación. Fig. 26

**Fig. 26 Mecanismo de amplificación con una sola palanca**



Fuente: Carlos González González **Metrología**. Pág. 219

La construcción en los primeros indicadores no permitía un gran rango de medición, únicamente  $+ / -20$  graduaciones en la carátula, requerían intervalos desiguales de las graduaciones. La principal limitación era que el rango estaba muy restringido cuando el indicador tenía una gran amplificación.

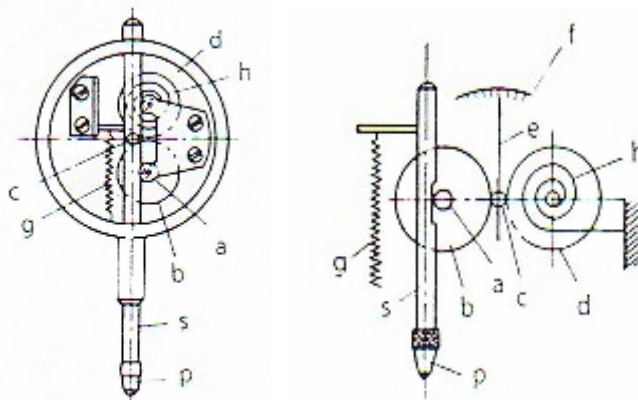
Con el fin de superar estas dificultades la compañía Krupp elaboró un indicador de carátula con dos agujas. Las compañías Fortuna y Krupp construyeron, llamándolos minimeter y microtest, respectivamente, indicadores de carátula que tenían un mecanismo de palanca múltiple para lograr dos etapas de amplificación con una combinación de palanca y engranes.

Desde entonces varios cambios y mejoras han sido hechos e incorporados a los indicadores de carátula, lo que ha conducido a los actuales indicadores de carátula y a los indicadores digitales.

### 1.10.2. Construcción básica de los indicadores de carátula

La figura 27.1 muestra un corte seccional de un indicador de carátula con resolución de 0.001 mm, mientras que la figura 27.2 es un diagrama del modo de operación.

**Figura 27.1** Corte seccional del indicador **Figura 27.2** Diagrama del modo de operación



Fuente: Carlos González González **Metrología**. Pág. 221

El movimiento lineal del husillo, el cual tiene una punta de contacto, p, en su extremo, es transmitido a un piñón, a, concéntrico con un engrane, b, por medio de una cremallera hecha sobre el husillo, lo que lo amplifica y transmite al engrane concéntrico, c, con la aguja, e, para mostrar finalmente el desplazamiento en la carátula, f. En la estructura hay algún juego en el ensamble entre el piñón intermedio y la cremallera, así como entre el engrane y el piñón central, con el objeto de eliminar el juego. El piñón central esta ensamblado con otro engrane, d, con el cual se mantiene en contacto debido a la fuerza del resorte espiral, h.

$$\frac{\text{paso de la cremallera} \times \text{numero de dientes del piñón}}{\text{numero de dientes del piñón} \times \text{numero de dientes del piñón}}$$

RESOLUCIÓN = \_\_\_\_\_

$$\frac{\text{numero de dientes del engrane (b)} \times \text{numero de graduaciones por cada revolución de la aguja}}{\text{numero de dientes del engrane (b)} \times \text{numero de graduaciones por cada revolución de la aguja}}$$

### 1.10.3. Lectura del indicador de carátula

La lectura del indicador de carátula va depender en si del mismo indicador, esto depende de la medida mas pequeña que tenga nuestro indicador de carátula y de nuestra carrera del vástago.

Si nuestra medida mas pequeña es 0.001 mm, esto quiere decir que cada división que tenga nuestro indicador de carátula tiene una medida de 0.001 mm.

Al momento de tomar la lectura se tiene que tener mucho cuidado, porque dependiendo de nuestro indicador así va ir variando el rango de medida.

Tenemos que tener muy encuenta cuando tomamos una lectura que los indicadores de carátula son muy sensibles y saber que rango de revoluciones tiene para no tomar una lectura errónea.

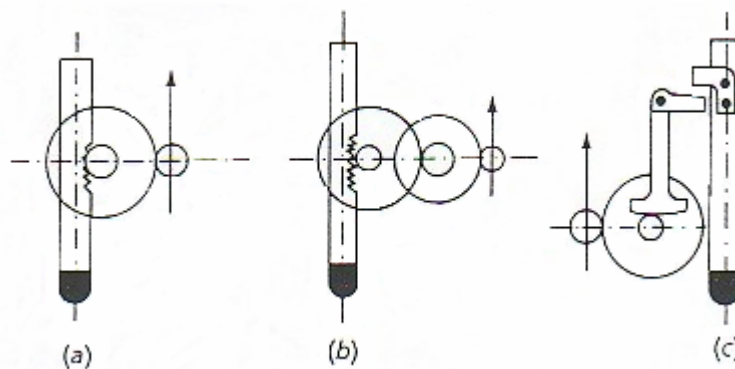
Ejemplo:

Si nuestro indicador tiene una precisión de 0.001 mm y nos marca el numero cuatro en nuestra escala del indicador, esto quiere decir que nuestra medida es de 0.04 mm o sea 0.040 mm.

#### 1.10.4. Mecanismos de amplificación en indicadores de carátula

Los mecanismos de amplificación difieren según la cantidad de desplazamiento del husillo por revolución de la aguja, es decir, la resolución, Fig. 28. El mecanismo, a, es el tipo mas popular, en el un desplazamiento de 1 mm corresponde a una revolución de la aguja, lo que da graduaciones de 0.01 mm y un rango de medición de 10 mm.

Figura 28. Mecanismo de amplificación

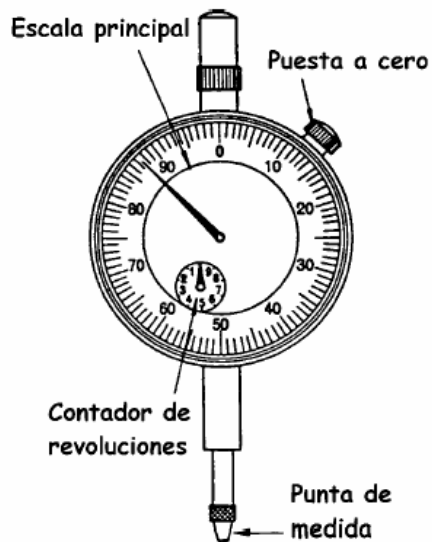


Fuente: Carlos González González. **Metrología**. Pág. 223

El mecanismo, b, tiene una amplificación en dos etapas, mediante engranes, se encuentra entre los indicadores que tienen un desplazamiento del husillo de 0.2 mm a 0.5 mm por revolución de la aguja y un rango de medición mayor. Finalmente, el mecanismo, c, cuenta con una palanca, además de las características descritas para el mecanismo, a. Es utilizado principalmente para lograr una mejor resolución; el desplazamiento del husillo de 0.1 mm a 0.2 mm corresponde a una revolución de la aguja.

La figura 29 muestra los componentes externos de un indicador de carátula.

**Figura 29. Componentes externos de un indicador de carátula**

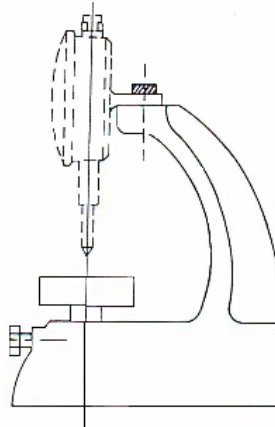


Fuente: Hoffman, Edward G. **Instrumentos básicos de medición**. Pág. 90

#### **1.10.5. Medición con indicadores de carátula**

Al tratar de realizar mediciones de longitud con un indicador de carátula, el usuario se percata de que este no es un instrumento completo, ya que debe complementarse con algún dispositivo que permita sujetarlo firmemente y alinearlo en la dirección en la que se realizara la medición, además, contar con una superficie de referencia con respecto a la cual realizar las mediciones, Fig. 30.

**Figura 30. Soporte de indicador de carátula**



Fuente: Hoffman, Edward G. **Instrumentos básicos de medición**. Pág. 92

Una vez montado el indicador en un soporte adecuado y después de ajustar con el husillo la lectura cero en la carátula, ejerciendo una ligera presión contra la superficie de referencia, es posible medir piezas colocándolas entre la superficie de referencia y la punta de contacto. El rango de medición del indicador generalmente es pequeño, sobre todo cuando se compara con el de otros instrumentos.

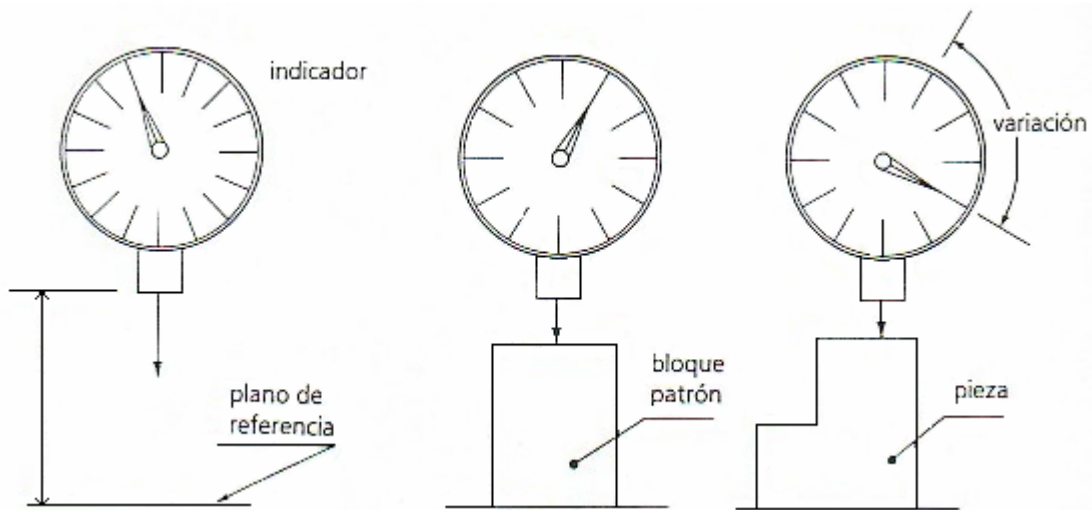
La limitación del rango de medición puede superarse recurriendo a la medición por comparación, que es la aplicación mas común de los indicadores. Para llevarla a cabo se procede como se ilustra la figura 31 y como se describe a continuación.

1. Se coloca el indicador en un soporte adecuado a la longitud de los que se pretende medir.
2. Se inserta un bloque patrón de longitud conveniente entre la superficie de referencia del soporte y la punta de contacto del indicador.



3. Se ajusta lectura cero sobre la carátula del indicador, ya sea girando la carátula para que el cero coincida con la posición de la aguja o ajustando la altura del indicador, es conveniente contar con ajuste fino. Es recomendable que el ajuste a cero se realice considerando que con la mínima dimensión esperada no se pierda el contacto entre la superficie de referencia del soporte y la punta de contacto del indicador.
4. Se retira el bloque patrón y se inserta la pieza por medir.
5. Se lee sobre la carátula la variación que representa cuando es mayor o menor, depende de la dirección en que se movió la aguja, la longitud de la pieza con respecto a la altura del conjunto de bloques patrón utilizado para el ajuste del cero.

**Figura 31. Medición por comparación**



Fuente: Hoffman, Edward G. **Instrumentos básicos de medición**. Pág. 99

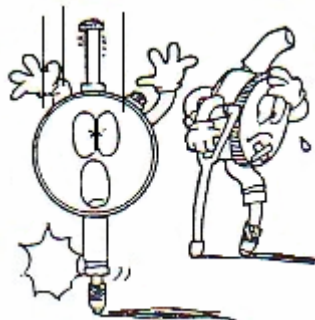
### 1.10.6. Cuidados generales al utilizar indicadores de carátula

Enseguida se enumeran trece recomendaciones que deben observarse cuando utilicen indicadores de carátula.

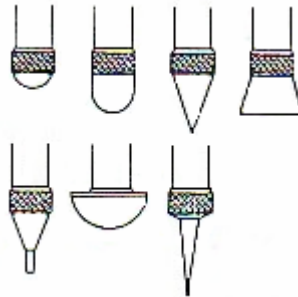
1. Seleccione el indicador que mejor se ajuste a su aplicación
  - Asegúrese de que el tipo, graduación de medición y otras especificaciones del indicador de carátula sean los apropiados para la aplicación deseada.



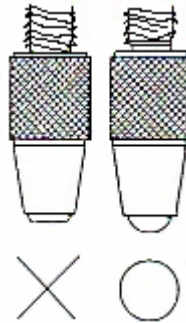
2. No aplique fuerza excesiva al indicador de carátula.
  - No deje caer ni golpee el indicador.



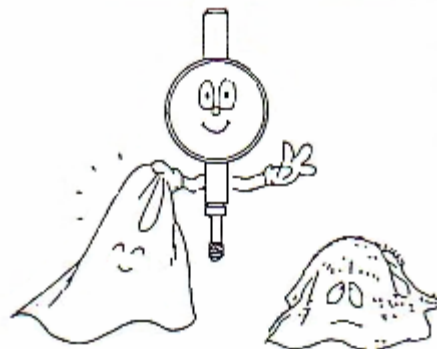
3. Use la punta de contacto que mejor sirva o se ajuste a su aplicación.



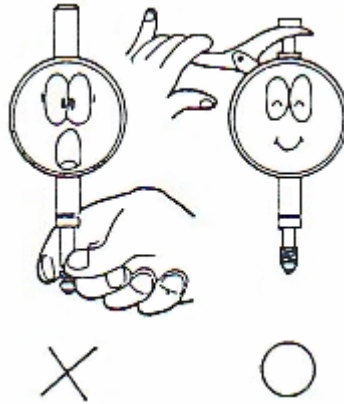
4. Reemplace las puntas de contacto gastadas.



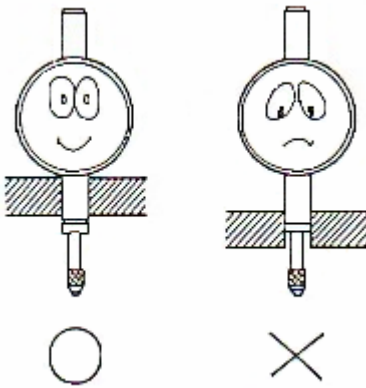
5. Elimine cualquier clase de polvo o suciedad antes de usar el indicador.



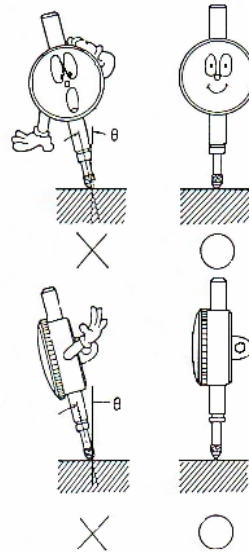
6. Use la palanca del indicador para levantar el husillo.



7. Cuando monte el indicador en un soporte o dispositivo, sujete el vástago tan cerca de la carátula como sea posible.

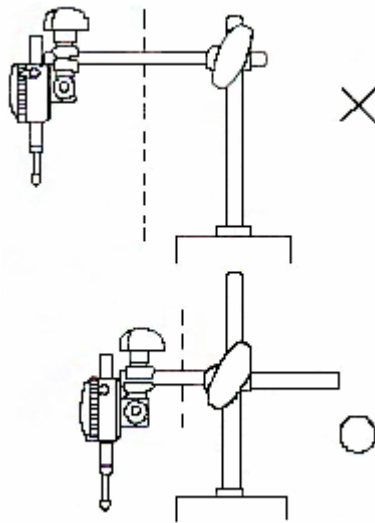


8. Cuando monte el indicador sobre un soporte o dispositivo, se debe posicionar de modo que el ángulo  $\theta$  de inclinación sea mínimo.



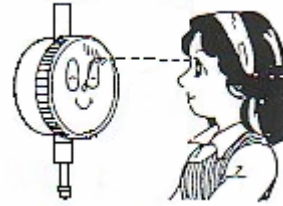
	Angulo de inclinación $\theta$		
	0°	10°	30°
Lectura indicador X	0.050 mm (.002")	0.050 mm (.002")	0.050 mm (.002")
Coefficiente de corrección $\cos \theta$	1.00	0.98	0.866
Valor corregido X $\cos \theta$	0.050 mm (.002")	0.049 mm (.00196")	.0043 mm (.0017")
Error X (1 - $\cos \theta$ )	0.000 mm (0")	0.001 mm (.00004")	0.007 mm (.0003")

9. Use un soporte rígido para montar el indicador y se ajusta de tal forma que el centro de gravedad quede en la base.
- Coloque el indicador de modo que la distancia entre este y la columna sea mínima.
  - Use un contrapeso si es necesario para que el centro de gravedad quede en la base.



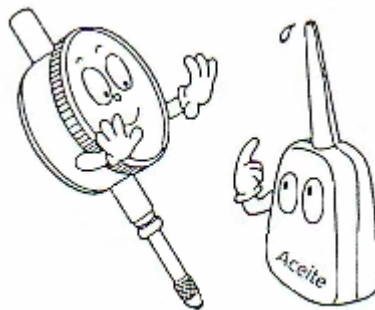
10. Evita errores de paralaje leyendo la carátula directamente desde el frente.

- Valor indicado = lectura de la aguja pequeña, cuentavueltas, + lectura de la aguja principal.



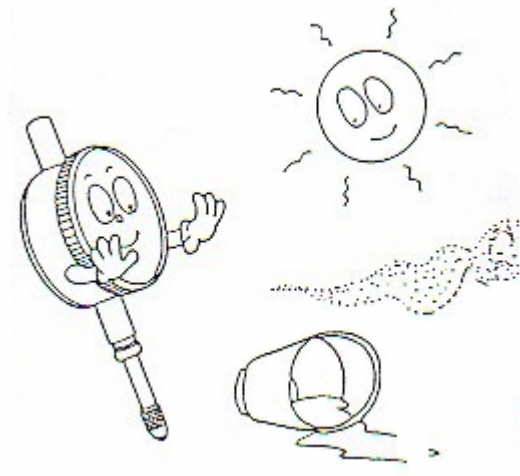
11. Después de usarlo, elimine el polvo y las huellas digitales del indicador con un trapo suave y seco.

12. Cuando el indicador sea almacenado por un largo periodo o cuando necesite aceite, frote ligeramente la caja y el vástago con un trapo saturado con aceite anticorrosivo. Asegúrese de que el aceite se distribuya uniformemente sobre las superficies.



13. Los siguientes puntos deben considerarse cuando se almacene el indicador.

- No exponga el indicador a la luz solar directa.
- Almacene el indicador en un lugar bien ventilado y con baja humedad.
- Almacene el indicador en un ambiente libre de polvo.
- No coloque el indicador directamente en el piso.
- Almacene el indicador en su estuche o en la bolsa de plástico.





## **2. PROCEDIMIENTO GENERAL PARA EL MANTENIMIENTO DEL VERNIER**

### **2.1. Inspección visual**

Esta inspección consta de varios puntos:

1. Observar el estado actual de su estuche o caja de almacenaje.
2. Revisar si tiene instructivo el instrumento.
3. Observar el instrumento si tiene algún defecto como oxidación, golpes, faltantes de alguno de sus componentes.

### **2.2. Limpieza del instrumento**

La limpieza del instrumento de precisión debe realizarse desde el estuche hasta en si el instrumento de precisión, es muy importante limpiar el instrumento con componentes que dejen una capa contra la corrosión, como el aceite y una especie de toalla que no tenga gamuza o que deje residuos de sus componentes, es muy importante limpiar el instrumento después de usarlos, también limpiar es estuche y tener en cuenta el lugar de almacenaje, el cual, tiene que tener un espacio especial para cada instrumento.

### **2.3. Lubricación del instrumento de precisión**

Cada vez que se utiliza el instrumento dejamos ciertos residuos al momento de utilizarlo, tales como, sales que obtenemos de cuerpo humano a través de las manos, oxido que pueden tener las piezas a medir y para impedir que nuestro instrumento comience a tener cierto ataque de oxido, nosotros necesitamos limpiarlo, esta limpieza se hace con aceite y una toalla sin gamuza, con lo cual nos ayudara a mantener el instrumento bien lubricado y con protección de la oxidación. También la lubricación nos ayuda a tener un mejor manejo del instrumento al utilizarlo.

### **2.4. Mantener el instrumento en su estuche correspondiente**

Es muy importante mantener el instrumento de precisión en su estuche de fabricación por la protección del instrumento contra las inclemencias del tiempo, el polvo, la oxidación, los golpes y mantener su estado optimo para cualquier tipo de medida.

### **2.5. Lugar de almacenaje**

El lugar de almacenaje tiene que ser un lugar especial solo para los instrumentos de precisión, ideal que solo se almacenaran instrumentos de precisión, libre de polvo, libre de las inclemencias del tiempo y algo que es importante como la temperatura en la cual se encuentran almacenados.

## **2.6. Cada cuanto tiempo se hace el mantenimiento**

EL tiempo de mantenimiento de los instrumentos de precisión varia según su utilización de los mismo, entre más utilización tenga este instrumento el tiempo de mantenimiento será más corto, por lo general si los instrumento de precisión son utilizados todos los días, su mantenimiento de estos debe de ser cada tres meses y si la utilización de estos no es diaria su mantenimiento debe de ser de por lo menos cada 6 meses.

## **2.7. Procedimiento general para el ajuste del vernier**

Hay que tomar en cuenta ciertos puntos antes del ajuste del vernier:

1. Limpiar las áreas de contacto del instrumento de precisión, con una tela limpia, o con una gamuza.
2. Verificar que el instrumento de precisión no tenga ningún golpe en las puntas de medición o en cualquier otro lado donde puede afectar al momento de tomar cualquier medida.
3. Cerrar el instrumento y verificar este en cero y que no tenga ninguna luz entre sus puntas.

### **2.7.1. Instrumento desajustado**

Para saber si el instrumento esta desajustado tenemos que tener un bloque patrón en cual ya tiene una medida establecida y al momento de medirlo el instrumento nos tiene que dar la misma medida del bloque patrón. Si el instrumento de precisión no da la media del bloque patrón, entonces esto quiere decir que el instrumento de precisión se encuentra desajustado y nos indicara cuanto, regularmente el desajuste no tiene que ser mucho, por lo cual, estamos hablando desajustes de 0.001 mm o 1/128" dependiendo de la escala del vernier y la cual estamos tomando en cuenta.

### **2.7.2. Ajuste del instrumento de precisión**

Al momento de verificar que el instrumento de precisión se encuentra desajustado, hay que tomar dos consideraciones antes del ajuste:

1. Que el instrumento de precisión se puede ajustar.
2. Obtener bloques patrón.

El vernier en su mayoría no son ajustables, cuando este instrumento esta desajustado deja de servir como instrumento de precisión y casi siempre utilizado para medidas de referencia o trabajos de baja precisión, los instrumentos que no tienen ajuste son:

- Vernier mitutoyo de 0 a 12 pulgadas.
- Vernier draper de 0 a 6 pulgadas.
- Vernier storm de profundidades de 0 a 400 mm.
- Vernier storm de profundidades de 0a 320 mm.

Los instrumentos ajustables son:

- Vernier digital mitutoyo de 0 a 8 pulgadas, este instrumento de precisión su ajuste es fácil y práctico, tiene un botón en el cual nos da la referencia de 0.00000 entonces se cierra el instrumento y cuando sus puntas se encuentran completamente cerradas se oprime el botón y prácticamente el instrumento queda en 0.00000, el cual nos indica que el instrumento se encuentra ajustado.
- Vernier de carátula draper de 0 a 6 pulgadas, en esta clase de instrumento lo que hay que ajustar sería la carátula, es de una forma sencilla y rápida, se cierra el instrumento, luego se mira si está desajustado la carátula, si no coincide con el cero, entonces se gira la carátula, esta carátula gira a la derecha o a la izquierda, con lo cual se deja en cero, al momento de dejar el indicador a cero, quiere decir que nuestro instrumento ya está ajustado.
- Vernier storm de 0 a 41 pulgadas, en este instrumento es un poco más complicado el ajuste, porque tenemos que tener un bloque patrón, al tener el bloque patrón tomamos la medida del bloque patrón con el instrumento y nos tiene que dar la misma medida que tiene el bloque patrón, si nos da una medida diferente en el vernier al de bloque patrón esto quiere decir que nuestro instrumento se encuentra desajustado, entonces, para tener un ajustador detrás de la escala del nonio, este ajustador tiene una perilla la cual gira hacia la derecha o izquierda dependiendo del ajuste que se requiera y haciendo coincidir la medida del vernier con la medida del bloque patrón, al momento de coincidir estas dos medidas sabemos que nuestro instrumento de precisión se encuentra ajustado.

## 2.8. Codificación del vernier



INSTRUMENTO	No. DE CÓDIGO
Vernier storm de 0 a 41 pulg.	VE-001
Vernier mitutoyo de 0 a 12 pulg.	VE-002
Vernier draper de 0 a 6	VE-003
Vernier storm de profundidades de 0 a 400 mm	VEP-001
Vernier storm de profundidades de 0 a 320 mm	VEP-002
Vernier digital mitutoyo de 0 a 8 pulg.	VED-001
Vernier de carátula draper de 0 a 6 pulg.	VEC-001

**2.9. Elaboración de tablas de control de mantenimiento y ajuste del Vernier**



No. de código del instrumento	Ultima fecha de mantenimiento	Ultima fecha de ajuste	Próxima fecha de mantenimiento	Próxima fecha de ajuste
VE-001	10/1/2005	14/1/2005	10/7/2005	14/4/2005
VE-002	10/1/2005	14/1/2005	10/7/2005	14/4/2005
VE-003	11/1/2005	14/1/2005	11/7/2005	14/4/2005
VEP-001	11/1/2005	15/1/2005	11/7/2005	15/4/2005
VEP-002	12/1/2005	17/1/2005	12/7/2005	17/4/2005
VED-001	12/1/2005	17/1/2005	12/7/2005	17/4/2005
VEC-001	13/1/2005	17/1/2005	13/7/2005	17/4/2005

## **2.10. Procedimiento general para el mantenimiento del micrómetro**

### **2.10.1. Inspección visual**

Esta inspección consta de varios puntos:

1. Observar el estado actual de su estuche o caja de almacenaje.
2. Revisar si tiene instructivo el instrumento.
3. Observar el instrumento si tiene algún defecto como oxidación, golpes, falta de algunos de sus componentes.

### **2.10.2. Limpieza del instrumento**

La limpieza del instrumento de precisión debe realizarse desde el estuche hasta en si el instrumento de precisión, es muy importante limpiar el instrumento con componentes que dejen una capa contra la corrosión, como el aceite y una especie de toalla que no tenga gamuza o que deje residuos de sus componentes, es muy importante limpiar el instrumento después de usarlos, también limpiar es estuche y tener en cuenta el lugar de almacenaje, el cual, tiene que tener un espacio especial para cada instrumento.



### **2.10.3. Lubricación del instrumento de precisión**

Cada vez que se utilice el instrumento se dejan ciertos residuos al momento de utilizarlo, tales como, sales que obtenemos de cuerpo humano a través de las manos, oxido que pueden tener las piezas a medir y para impedir que nuestro instrumento comience a tener cierto ataque de oxido, nosotros necesitamos limpiarlo, esta limpieza se hace con aceite y una toalla sin gamuza, con lo cual nos ayudara a mantener el instrumento bien lubricado y con protección de la oxidación. También la lubricación nos ayuda a tener un mejor manejo del instrumento al utilizarlo.

### **2.10.4. Mantener el instrumento en su estuche correspondiente**

Es muy importante mantener el instrumento de precisión en su estuche de fabricación, por la protección del instrumento contra las inclemencias del tiempo, el polvo, la oxidación, los golpes y mantener su estado optimo para cualquier tipo de medida.

### **2.10.5. Lugar de almacenaje**

El lugar de almacenaje tiene que ser un lugar especial solo para los instrumentos de precisión, ideal que solo se almacenaran instrumentos de precisión, libre de polvo, libre de las inclemencias del tiempo y algo que es importante como la temperatura en la cual se encuentran almacenados.

### **2.10.6. Cada cuánto tiempo se hace el mantenimiento**

EL tiempo de mantenimiento de los instrumentos de precisión varia según su utilización de los mismo, entre mas utilización tenga este instrumento el tiempo de mantenimiento será mas corto, por lo general si los instrumento de precisión son utilizados todos los días, su mantenimiento de estos debe de ser cada tres meses y si la utilización de estos no es diaria su mantenimiento debe de ser de por lo menos cada 6 meses.

### **2.11. Procedimiento general para el ajuste del micrómetro**

#### **2.11.1. Ajuste del cero del micrómetro antes del uso**

Asegurarse de que el micrómetro este en cero antes del uso, procediendo de la siguiente manera:

1. Limpie, frotando las caras de medición del husillo y del tope fijo con una tela limpia, libre de hilachas, o con una gamuza.
2. Aplique una fuerza de medición entre las caras de medición de husillo y del tope fijo, por medio de dar vuelta al trinquete; y asegúrese de que la línea cero del tambor coincida con la línea de referencia en el punto cero.

Si las líneas no coinciden, entonces ajuste el cero de la siguiente manera:

#### **2.11.1.1. El error esta entre +, - 0.01 mm**

1. Fije el husillo
2. Colocar la llave del ajuste en el agujero localizado detrás del cilindro y rote el cilindro de acuerdo a la desviación hasta que la línea de referencia del cilindro coincida con la línea cero del tambor.

#### **2.11.1.2. El error esta por encima de +, - 0.01 mm**

1. Fije el husillo
2. Afloje el trinquete con la llave de ajuste.
3. Empuje el tambor hacia el trinquete para inducir una pequeña tensión entre tambor y husillo.
4. Haga coincidir la línea cero del tambor con la línea de ajuste.
5. Apriete completamente el trinquete con la llave de ajuste.
6. Una desviación mas pequeña puede ser corregida a la manera 2.6.1.1

El micrómetro usado por un largo periodo de tiempo inapropiadamente, podría experimentar alguna desviación del punto cero; para corregir esto, los micrómetros traen en su estuche un patrón y una llave.

**Figura. 32 Patrón y llave**



Fuente: Creus sole, Antonio. **Instrumentación industrial.** Pág. 213

## 2.12. Codificación del micrómetro



INSTRUMENTO	No. DE CÓDIGO
Micrómetro mitutoyo de exteriores de 200 a 300 mm	ME-001
Micrómetro MGM Panter de exteriores de 300 a 400 mm	ME-002
Micrómetro mitutoyo de exteriores de 600 a 700 mm	ME-003
Micrómetro mitutoyo de exteriores de 800 a 900	ME-004
Micrómetro mitutoyo de exteriores de 1 a 2 pulgadas.	ME-005
Micrómetro mitutoyo de interiores de 2 a 11 ½ pulgadas.	MI-001

## 2.13. Elaboración de tablas de control de mantenimiento y ajuste del micrómetro



No. de código del instrumento	Ultima fecha de mantenimiento	Ultima fecha de ajuste	Próxima fecha de mantenimiento	Próxima fecha de ajuste
ME-001	14/1/2005	19/1/2005	14/7/2005	19/4/2005
ME-002	14/1/2005	19/1/2005	14/7/2005	19/4/2005
ME-003	17/1/2005	20/1/2005	17/7/2005	20/4/2005
ME-004	17/1/2005	20/1/2005	17/7/2005	20/4/2005
ME-005	18/1/2005	21/1/2005	18/7/2005	21/4/2005
MI-001	18/1/2005	21/1/2005	18/7/2005	21/4/2005

## 2.14. Procedimiento general para el mantenimiento de indicadores de carátula

### 2.14.1. Inspección visual

Esta inspección consta de varios puntos:

1. Observar el estado actual de su estuche o caja de almacenaje.
2. Revisar si tiene instructivo el instrumento.
3. Observar el instrumento si tiene algún defecto como oxidación, golpes, falta de algunos de sus componentes.

### **2.14.2. Limpieza del instrumento**

La limpieza del instrumento de precisión debe realizarse desde el estuche hasta en si el instrumento de precisión, es muy importante limpiar el instrumento con componentes que dejen una capa contra la corrosión, como el aceite y una especie de toalla que no tenga gamuza o que deje residuos de sus componentes, es muy importante limpiar el instrumento después de usarlos, también limpiar es estuche y tener en cuenta el lugar de almacenaje, el cual, tiene que tener un espacio especial para cada instrumento.

Este tipo de instrumento es importante no limpiar la cara de instrumento con material de limpieza muy fuertes pues esto tienden a dañar la superficie, no se pueden utilizar tiner o gasolina, es recomendable utilizar alcohol.

### **2.14.3. Lubricación del instrumento de precisión**

Cada vez que se utilice el instrumento se dejan ciertos residuos al momento de utilizarlo, tales como, sales que obtenemos de cuerpo humano a través de las manos, oxido que pueden tener las piezas a medir y para impedir que nuestro instrumento comience a tener cierto ataque de oxido, nosotros necesitamos limpiarlo, esta limpieza se hace con aceite y una toalla sin gamuza, con lo cual nos ayudara a mantener el instrumento bien lubricado y con protección de la oxidación. También la lubricación nos ayuda a tener un mejor manejo del instrumento al utilizarlo.

Esta clase de lubricación se le hace a todas sus partes metálicas, pues este instrumento consta de parte no metálicas, las cuales solo tiene que ser limpiadas.

#### **2.14.4. Mantener el instrumento en su estuche correspondiente**

Es muy importante mantener el instrumento de precisión en su estuche de fabricación, por la protección del instrumento contra las inclemencias del tiempo, el polvo, la oxidación, los golpes y mantener su estado óptimo para cualquier tipo de medida.

#### **2.14.5. Lugar de almacenaje**

El lugar de almacenaje tiene que ser un lugar especial solo para los instrumentos de precisión, ideal que solo se almacenaran instrumentos de precisión, libre de polvo, libre de las inclemencias del tiempo y algo que es importante como la temperatura en la cual se encuentran almacenados.

#### **2.14.6. Cada cuánto tiempo se hace el mantenimiento**

EL tiempo de mantenimiento de los instrumentos de precisión varia según su utilización de los mismo, entre mas utilización tenga este instrumento el tiempo de mantenimiento será mas corto, por lo general si los instrumento de precisión son utilizados todos los días, su mantenimiento de estos debe de ser cada tres meses y si la utilización de estos no es diaria su mantenimiento debe de ser de por lo menos cada 6 meses.

## **2.15. Procedimiento general para el ajuste de indicadores de carátula**

Este procedimiento es bastante sencillo, todos los indicadores de carátula se ajustan de la misma manera, al momento de querer utilizar el instrumento de precisión tenemos que dejar que su vástago este libre y el cual nos indicara por medio de su carátula y aguja la posición en que se encuentra, normalmente tendrá que marca 0, si por alguna razón no esta marcando el 0, esto quiere decir que nuestro instrumento esta desajustado.

### **2.15.1. Ajuste del indicador de carátula**

Al saber que el indicador esta desajustado o sea que libre el vástago, no marca el cero en la carátula, entonces, la cara del indicar es movable y la cual podemos mover hacia la derecha o hacia la izquierda, al momento de querer ajustar el indicador solamente tenemos que girar la carátula hacia el lado contrario de donde se encuentra el desajuste, hay que tener cuidado y ver perpendicularmente la aguja contra el cero para poder estar seguro que nuestro indicador se encuentra ajustado.



## 2.16. Codificación de indicadores de carátula



INSTRUMENTO	No. DE CÓDIGO
Indicador de carátula rambold, precisión de 0.001 mm	IC-001
Indicador de carátula rambold, precisión 0.01 mm	IC-002
Indicador de carátula rambold, precisión 0.1 mm, doble vástago	ICDV-001
Indicador de carátula rambold, precisión 0.01 mm, doble vástago	ICDV-002
Indicador de carátula rambold, precisión 0.01 mm, doble vástago	ICDV-003
Indicador de carátula rambold, precisión 0.01 mm, doble vástago	ICDV-004

**2.17. Elaboración de tablas de control de mantenimiento y ajuste de indicadores de carátula**



No. de código del instrumento	Ultima fecha de mantenimiento	Ultima fecha de ajuste	Próxima fecha de mantenimiento	Próxima fecha de ajuste
IC-001	24/1/2005	27/1/2005	24/7/2005	27/4/2005
IC-002	24/1/2005	27/1/2005	24/7/2005	27/4/2005
ICDV-001	25/1/2005	27/1/2005	25/7/2005	27/4/2005
ICDV-002	25/1/2005	28/1/2005	25/7/2005	28/4/2005
ICDV-003	26/1/2005	28/1/2005	26/7/2005	28/4/2005
ICDV-004	26/1/2005	29/1/2005	26/7/2005	29/4/2005

## CONCLUSIONES

1. Los instrumentos de precisión como en el caso del vernier, en su mayoría necesitan ser reemplazados, porque ya están desajustados y nunca tuvieron un mantenimiento adecuado, lo que nos da medidas erróneas, por lo cual a los nuevos vernieres deben elaborárseles una ficha de mantenimiento.
2. Los instrumentos de precisión, como el vernier, micrómetro e indicadores de carátula, necesitan de almacenamiento exclusivo para ellos, donde no les afecte el polvo y ninguna inclemencia del tiempo,
3. El lugar de almacenamiento tiene que tener un encargado de la herramienta, el cual llevará el control de la herramienta que sale y entra, así como el estado de la misma.
4. El instrumento de precisión llamado vernier, solo puede ser utilizado para tomar medidas y no como herramienta de impacto porque se vería afectada su precisión, lo que nos llevaría a tomar medidas erróneas
5. El micrómetro sólo puede ser utilizado para medir diámetros exteriores e interiores y los indicadores de carátula para centrados y superficies, los cual dependerá del trabajo que estemos realizando.
6. Es necesario saber utilizar los instrumentos de precisión y proporcionarles el cuidado adecuado, ya que, son instrumentos delicados que, fácilmente, pierden su calibración

7. Para obtener medidas precisas en diámetros exteriores e interiores utilizar el micrómetro convencional de un solo rango de medida y no el micrómetro tipo yunque intercambiable, el cual nos da varias medidas porque su rango es mucho mayor, pero es menos preciso.

## RECOMENDACIONES

Al asesor técnico de la planta.

1. Dar información al personal sobre los instrumento de precisión, vernier, micrómetro, indicador de carátula, así como material de apoyo o capacitación, para el uso adecuado y mantenimiento de los instrumentos de precisión, para evitar el deterioro prematuro de los mismos.
2. Tener la información de cómo y cuando utilizar cada instrumento de precisión, así como su capacidad y el tipo de medidas a tomar para poder sacar el mayor beneficio de dichos instrumentos.
3. Capacitar al personal de mantenimiento, para el cuidado de estos instrumentos porque son muy delicados y precisos, y al vez onerosos.

Al jefe de taller de la planta

4. Utilizar los instrumentos de precisión solo para tomar medidas, no como herramienta de impacto, porque se desajustan y suelen dar medidas erróneas lo cual afectara el trabajo realizado en la empresa.
5. No tomar hacer mediciones en piezas en movimiento o calientes, porque al estar en movimiento no solo se aumenta el riesgo de un accidente, si no que la medida tomada no puede ser exacta y al estar caliente la medida tomada será errónea por la dilatación del material medido.

6. Designar a un encargado de la herramienta que lleve el control y estado del mismo, para poder llevar un inventario de la herramienta y así poder tenerle su mantenimiento a tiempo y evitar perdidas de las mismas.

Al jefe de bodega de la planta.

7. Mantener los instrumento de precisión en una área especifica en el cual solamente se encuentres dichos instrumentos, no mezclarlos con cualquier otra herramienta y tratar siempre de mantenerlos lubricados y protegidos de los inclemencias del tiempo porque, así, ayudaremos a tener un instrumento preciso y listo para su utilización.
8. Llevar un control para que y quien van a utilizar los instrumentos de precisión, con el objeto de conservar el instrumento y llevar un control de su uso con el objeto de preservarlos y mejorar el manejo del mismo.

## REFERENCIAS

1. Mars. **Manual del Ingeniero Mecánico**. México: Mcgraw-Hill 1982-84  
380 Pág.
2. Harry D. Moore y Donald R. Kibbey. **Manual del Ingeniero Mecánico**.  
México: Limusa 1990. 521 Pág.





## BIBLIOGRAFÍA

1. Hoffman, Edward G. **Instrumentos básicos de medición**. Segunda edición. México: Limusa 1992. 207 Pág.
2. Creus Sole, Antonio. **Instrumentación Industrial**. Cuarta edición México: Alfaomega 1992. 717 Pág.
3. Soisson, Harold E. **Instrumentación Industrial**. México: Limusa 1988. 550 Pág.
4. Gonzales Gonzales, Carlos. **Metrología**. México: Mcgraw-Hill 1995. 692 Pág.