



METROLOGIA

O04

**DEPARTAMENTO DE CAPACITACIÓN
FINNING CHILE S.A.**



Material del Estudiante

NOTAS DEL ESTUDIANTE

[illegible]

INDICE DE CONTENIDOS

Descripción del Curso	4
Contenidos	
Habilidades de los asistentes	5
Prerequisitos de los asistentes	5
Plan del Curso	
Presentación y Objetivos	6
Modulo I Sistemas de Medidas	7
Modulo II Instrumentos de Medición	25
Modulo III Comparador de Carátula	60
Información Anexa	
Información Anexa	76
Precauciones	79

CONTENIDO**DESCRIPCIÓN DEL CURSO**

Tiempo de Duración: 3 días

Este curso se desarrollara en tres Módulos y la clase en el salón (aproximadamente el 50%) será una orientación a conocer los diferentes sistemas de medidas, las reglas y conceptos necesarios para medir, los factores de conversión y las equivalencias entre los diferentes sistemas de medidas. Además conocerán algunos de los instrumentos mas empleados en la medición de componentes mecánicos y podrán interpretar los valores obtenidos en la medición.

El curso considera 6 hojas de trabajo que permitirá al estudiante relacionar los conocimientos teóricos con las habilidades practicas considerando además la interpretación y análisis de los valores obtenidos.

Durante los laboratorios los estudiantes tendrán la oportunidad de utilizar los instrumentos de medición.

Las hojas de trabajo, están diseñadas para ser consideradas como documentos de evaluación parcial.

- **Sistemas de Unidades de Medidas** - El desarrollo del curso comprende información, descripción y uso de los diferentes sistemas de medición empleados en la evaluación de componentes mecánicos.
- **Instrumentos de Medición** - Pie de Metro, Micrómetro, Medidor de ranura de anillo pistón, juego de identificación de roscas y juego de espesores (calibre) - De acuerdo al instrumento de medición los estudiantes recibirán la información necesaria para interpretar los valores obtenidos. Además conocerán los procedimientos necesarios para realizar una correcta medición y Desarrollaran las hojas de trabajo correspondientes donde se aplicara en forma practica los conocimientos entregados.
- **Comparador de Carátula** – Los estudiantes podrán conocer y desarrollar mediciones con el instrumento, además conocerán aspectos de mantenimiento de los instrumentos y consideraciones generales que deben realizar al tomar una medición.

**MAXIMO NUMERO
DE ESTUDIANTES**

El numero de estudiantes esta limitado a 10 personas. Nosotros queremos garantizar que al terminar el curso los alumnos están en capacidad de realizar todos los objetivos que nos hemos propuesto.

HABILIDADES**HABILIDADES DE LOS ASISTENTES**

Al terminar este curso, los estudiantes estarán en capacidad de realizar los siguientes procesos:

- Conocerán y desarrollaran medidas a componentes mecánicos utilizando unidades del Sistema Internacional y USCS.
- Uso correcto de los instrumentos de medición, pie de metro, micrómetros, medidor de ranura del anillo del pistón, juego identificación de rosca y juego de espesores.
- Uso correcto del Comparador de carátulas.
- Conocerán el mantenimiento adecuado a los instrumentos de medición y aspectos fundamentales que deben considerarse al medir componentes mecánicos.

PREREQUISITO DE LOS ASISTENTES

Este curso no requiere prerequisites

PLAN DEL CURSO**PRESENTACIÓN Y OBJETIVOS****MODULO I: SISTEMAS DE UNIDADES DE MEDIDAS**

Lección 1 : Introducción a La Metrología.

- Presentación de Diapositivas
 - Sistemas de Medidas
 - Unidades de medidas
 - Transformaciones y conversión de unidades de medidas
- Hojas de trabajo N° 1
 - Interpretación de medidas
 - Ejercicios de transformaciones
 - Ejercicios de conversión de unidades
- Resumen Modulo

MODULO II: INSTRUMENTOS DE MEDICION

Lección N° 1:

- Uso del pie de metro

Lección N° 2:

- Uso de Micrómetros

Lección N° 3

- Uso del medidor de ranuras de anillo pistón
- Uso del juego de identificación de roscas
- Uso del juego de espesores (calibres)
- Hojas de trabajo N° 2
 - Aplicación de medidas a componentes mecánicos
- Resumen del Modulo.

MODULO III: COMPARADOR DE CARATULA

- Lección 1: Introducción.
 - Funcionamiento
 - Aplicaciones
 - Generalidades fundamentales
 - Reglas para llevar a cabo mediciones
 - Mantenimiento de instrumentos de medición
- Hoja de trabajo N° 3
 - Ejercicios de medición componentes mecánicos
 - Resumen del Modulo.
- Resumen Modulo.

DESARROLLO**MODULO I: SISTEMAS DE UNIDADES DE MEDIDAS**

El propósito de este modulo es nivelar los conocimientos necesarios que permitan al alumno reconocer los sistemas utilizados en la medición de componentes mecánicos, interpretar los valores obtenidos además conocer las reglas matemáticas para las transformaciones de valores.

Utilizando las hojas de trabajo desarrollaran en la clase ejercicios que permitan comprender las operaciones matemáticas que se requieren para la conversión de unidades.

OBJETIVOS DEL MODULO

Al término de este modulo, el estudiante estará en capacidad de:

- ☐ 1. Utilizando los sistemas de medidas SI y USCS interpretar los valores obtenidos en la mediciones de componentes mecánicos.
- ☐ 2. Realizar conversiones y transformaciones entre los diferentes sistemas de medidas.
- ☐ 3. Conocer y relacionar medidas básicas del Sistema Internacional, como longitud, masa, temperatura, presión, potencia y torque.

**INFORMACION
PRELIMINAR****LABORATORIO
DE CLASE** ☐**LABORATORIO
DE TALLER** ☐**MATERIAL
NECESARIO****Lección: Introducción a la Metrología**

Esta lección le ayuda a familiarizarse con los conceptos importantes de la Metrología, además de conocer los sistemas que se utilizan para representar valores de medición de los diferentes estados de los cuerpos.

Se realizara una presentación en el salón de clase apoyadas con diapositivas y material escrito que permitirán al alumno interactuar con los temas relacionados.

Los alumnos con la ayuda de calculadoras desarrollaran las correspondientes hojas de trabajo.

- Apuntes de Metrología
- Hoja de Trabajo 1
- Calculadoras

APUNTES DE METROLOGIA

DEFINICIONES:

METROLOGIA (metron = Medida, Logos = Tratado)

De acuerdo con sus raíces la metrología está relacionada con todas y cada una de las actividades de la humanidad y ayuda a todas las ciencias existentes para facilitar su entendimiento, aplicación, evaluación y desarrollo, habiendo estado ligada al hombre desde sus inicios. También podemos decir de la metrología que es la ciencia que estudia las medidas y técnicas de medición. Además se ocupa de establecer las unidades en que deben expresarse y realizarse una medición.

MEDIR

Es determinar una magnitud comparándola con otra de la misma especie determinada previamente o también comparar un patrón conocido con otro desconocido.

SISTEMA DE UNIDADES DE MEDIDAS.

Un Sistema de unidades de medidas es un conjunto de unidades confiables, uniformes y adecuadamente definidas que sirven para satisfacer las necesidades de medición.

SISTEMA METRICO

Establecido como el primer Sistema de unidades de medidas, por allá en Francia en el siglo XVIII, presentaba un conjunto de unidades coherentes para las medidas de longitud, volumen, capacidad y masa, y estaba basado en dos unidades fundamentales: el metro y el kilogramo. Su variación es decimal.

SISTEMA INGLES (USCS)

El Sistema Inglés a menudo conocido como “Sistema de pulgadas – libras” es el Sistema de unidades de uso más común en E.U. para las medidas de longitud y peso.

SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI)

Es una versión modernizada del Sistema métrico, establecido por acuerdo internacional en octubre de 1960, (Conferencia General Internacional sobre Pesas y Medidas) que suministra un marco lógico interconectado con todas las mediciones de ciencias, industria y comercio.

Oficialmente abreviado SI, el Sistema es construido sobre los cimientos que forman siete unidades base, más dos unidades suplementarias.

Todas las demás unidades del SI se derivan desde estas unidades. Los múltiplos y submúltiplos son expresados en un Sistema decimal.

UNIDADES DE MEDIDA

Dentro del SI disponemos siete unidades de medidas básicas:

1) Longitud	= Metro	m
2) Masa	= Kilogramo	kg
3) Tiempo	= Segundo	s
4) Corriente Eléctrica	= Ampere	A
5) Temperatura	= Kelvin	K
6) Cantidad de Substancia	= Mol o Mole	mol
7) Intensidad Luminosa	= Candela	cd

Nosotros analizaremos las unidades de medidas principales que interesan a los mecánicos, como: unidades de medidas de longitud, peso, temperatura presión, potencia y torque. Además realizaremos algunos ejemplos de conversión de unidades entre los sistemas SI y USCS.

UNIDADES PARA MEDIR LONGITUD

El Metro

Corresponde a una unidad de medida de longitud y originalmente se definió como una cuarenta millonésima parte de la circunferencia que pasa por los polos de la tierra. Posteriormente se estableció como patrón de medida internacional una regla construida con una aleación compuesta del 90 % de platino y 10 % de iridio. Este patrón tenía una inexactitud de cerca de 0.2 micro metro (0,000.001). Actualmente y según la Conferencia General de pesos y medidas, la nueva definición del metro es: La longitud de la trayectoria recorrida por la luz en el vacío, durante un lapso de 1/299792458 de segundo.

Sistema métrico decimal: múltiplos y sub – múltiplos del metro, en mecánica automotriz, las medidas utilizadas para ajustar juegos, pasadores, ejes muñones, cojinetes de bancadas, etc., son siempre en milímetros, escríbese aplicando las unidades decimales, aquí representadas.

Centenas	Decenas	unidad	coma	décimas	centésimas	Milésimas
----------	---------	--------	------	---------	------------	-----------

Ejemplos para leer medidas

28,4 mm	Veintiocho milímetros y cuatro decimos de milímetro
4,82 mm	Cuatro milímetros y ochenta y dos centésimas de milímetro.
35,283 mm	Treinta y cinco milímetros y doscientas ochenta y tres milésimas de milímetro.
0,3 mm	Tres décimas de milímetro.
0,08 mm	Ocho centésimas de milímetro.
0,005 mm	Cinco milésimas de milímetros.
0,25 mm	Veinticinco centésimas de milímetro.
0,025 mm	Veinticinco milésimas de milímetro.

Observaciones:

La misma medida puede escribirse de diferentes manera, obedeciendo al grado de precisión.

Ejemplo: 0,5 mm; 0,50 mm; 0,500 mm; indican precisiones de décimas, de centésimas y de milésimas respectivamente.

A continuación veremos una tabla donde se relaciona el milímetro con el metro.

EN MILIMETROS	EN METROS	UNIDAD DE MEDIDA	ABREVIATURA
1.000.000 mm	1.000 m	Kilómetro	Km.
100.000 mm	100 m	Hectómetro	Hm.
10.000 mm	10 m	Decámetro	Dec
1.000 mm	1 m	Metro	m
100 mm	0,1 m	Decímetro	dm
10 mm	0,01	Centímetro	cm
1 mm	0,001m	Milímetro	mm
0,1 mm	0,0001 m	Décima de mm	0,1 mm
0,01 mm	0,00001 m	Centésima de mm	0,01 mm
0,001 mm	0,000001 m	Milésima de mm	0,001 mm

Sistema Ingles de Medidas:

Existe también el denominado sistema Inglés, que en la actualidad es empleado en forma casi exclusiva en Estados Unidos, aunque por su influencia se usa en otros países. Sin embargo, en Estados Unidos se están haciendo esfuerzos para adoptar el SI, pero dado que el cambio no es obligatorio transcurrirán varios años antes de que se deje usar el sistema Inglés.

Aun en los países que han adoptado oficialmente el SI éste no se usa en su totalidad, sino que utilizan algunas unidades precursoras del actual SI.

En el Sistema Inglés las unidades bases son la “Yarda” (longitud), la “Libra” (masa) y el “Segundo” (tiempo).

Las relaciones de medidas de longitud entre el SI y el USCS son:

1 yarda (yd)	=	3 pies (ft)
1 pie	=	12 pulgadas (in)
1 pulgada	=	25,4 milímetros (mm)
1 milla (mi)	=	1,61 kilómetros
1 metro	=	3,28 pies

En el pasado se utilizaba la pulgada fraccional, pero ha ido cayendo en desuso; en su lugar ahora se utiliza la pulgada decimal, que es la unidad más comúnmente utilizada en los dibujos de Ingeniería hechos siguiendo el sistema Inglés.

Pulgada decimal y sus submúltiplos decimales con su campo de aplicación; por definición se tiene que una pulgada es exactamente igual a 25,4 mm. Por lo que multiplicando las pulgadas por 25,4 se obtiene milímetros y dividiendo los milímetros entre 25,4 se obtiene pulgadas.

1 pulgada decimal	= 1 pulg.	
1/10 pulg.	= 0,1 pulg.	= 1 décima
1/100 pulg.	= 0,01 pulg.	= centésima
1/1000 pulg.	= 0,001 pulg.	= 1 milésima
1/10.000	= 0,0001 pulg.	= 1 diezmilésima

Sistema Ingles decimal:

Utilizado en los instrumentos de medición, reemplazan a las fracciones de pulgadas, a excepción de algunos instrumentos como medidores de roscas y medidas de llaves. A continuación realizaremos el método de transformación de fracción de pulgadas a décimas de pulgadas.

Regla N° 1: Para convertir fracción común a decimal de pulgadas se divide el numerador por el denominador

$\frac{1}{8}$ " (un octavo de pulgada) = 0,125" (ciento veinticinco milésimas de pulgadas).

$\frac{3}{8}$ " (tres octavos de pulgada) = 0,375" (treientos setenta y cinco milésimas de pulgadas).

Regla N° 2: Para convertir decimal de pulgada a fracción común se divide la fracción de decimal sin la coma por 1 y tantos ceros tenga en decimales. Ejemplo

0,875" (ochocientos setenta y cinco milésimas de pulgadas) = $0,875/1000$ se realiza una simplificación* de la fracción por múltiplos de ambos en este caso se divide 875 por 25 = 35 y 1000 dividido por 25 = 40, ahora la fracción nos queda de la siguiente manera $35/40$, seguimos simplificando por múltiplos de ambos números en este caso el 5, entonces $35/5 = 7$ y $40/5 = 8$. Finalmente la expresión decimal de pulgada 0,875" queda en la expresión fracción de pulgada igual a $7/8$. Otros ejemplos serian,

Decimal de pulgada	Dividir	Fracción	Múltiplos	Resultado
0,0625"	10000	$625/10000$	25	$1/16$ "
0,125"	1000	$125/1000$	$\frac{25}{5}$	$1/8$ "
0,1875"	10000	$1875/10000$	25	$3/16$ "
0,5"	10	$5/10$	5	$1/2$ "

* simplificar una fracción es dividir el numerador y el denominador por el mismo número entero, distinto de cero, sin cambiar el valor de la fracción.

También tendremos valores que no podremos simplificar a fracciones mas conocidas, en estos casos debemos expresarlos en los valores obtenidos, Ejemplo:

0,5635"..... $5635/10000$, 5635 es divisible por 5 = 1127 y 10000 dividido por 5 = 2000, por lo tanto, la fracción queda reducida a $1127/2000$. El valor 1127 es divisible por 7, pero no 2000 por lo que debemos dejar expresado en $127/2000$ como valor final. En estos casos nos encontramos con una fracción Irreducible.*

CONVERSION DE UNIDADES

Regla de tres simples:

La aplicación de esta regla es muy ventajosa en la practica, pues permite realizar cálculos de una forma muy sencilla y rápida a continuación veremos algunos ejemplos de conversión de unidades entre un sistema y otro. Esta regla la utilizaremos en todas las conversiones que necesitemos.

Ejemplo:

a) Tenemos un eje que tiene un diámetro de 10 pulgadas, pero necesitamos saber a cuantos milímetros corresponde esa medida.

Lo primero que necesitamos es saber es 1 pulgada a cuantos milímetros corresponde. Como lo dijimos anteriormente, corresponde a 25,4 mm, por lo tanto realizamos la siguiente operación

$$\begin{array}{rcl} 1 \text{ pulg.} & \underline{\hspace{2cm}} & 25,4 \text{ mm} \\ 10 \text{ pulg.} & \underline{\hspace{2cm}} & X \text{ mm} \end{array}$$

$$\text{Despejando } X = \frac{10 \text{ pulg.} \times 25,4 \text{ mm}}{1 \text{ pulg}}, \text{ por lo tanto el diámetro}$$

del eje en milímetros es = 254 mm

b) determinar a cuantas pulgadas corresponden 635 mm.

$$\begin{array}{rcl} 1 \text{ pulg.} & \underline{\hspace{2cm}} & 25,4 \text{ mm} \\ X & \underline{\hspace{2cm}} & 635 \text{ mm} \end{array}$$

$$\text{Despejando } X = \frac{1 \text{ pulg.} \times 635 \text{ mm}}{25,4 \text{ mm}}, \text{ la respuesta es;}$$

$$= 25 \text{ pulg.}$$

UNIDADES PARA MEDIR PESO

Introducción.

Relación entre masa y peso

Antes de analizar las unidades que utilizamos para determinar el peso, debemos comprender claramente la diferencia entre el peso de un cuerpo y su masa. Tal vez éstos son los conceptos más confusos para el alumno principiante. La libra (lb), que es la unidad de fuerza, con frecuencia se usa como unidad de masa, la libra-masa (lb_m). El kilogramo, que es una unidad de masa, con frecuencia se usa en la industria como unidad de fuerza, el kilogramo-fuerza (kgf). Estas unidades, aparentemente inconsistentes, son el resultado del uso de diversos sistemas de unidades.

Materia, es todo aquello que ocupa un espacio. Esto incluye gran variedad de cosas: vagones, vacas, aire, petróleo y polvo, por mencionar algunas. La materia puede transformarse de una forma en otra: un vagón puede cortarse en pedazos, refundirse y formarse como cajas de refrigerador; la vaca puede terminar en bistec y hamburguesas. La materia misma, sin embargo, nunca se destruye en tales procesos y siempre es igual a la que totalizan los productos finales.

La masa de un objeto es la medida de la cantidad de materia contenida en él. La masa de un objeto no cambia al moverlo de un lugar a otro.

El peso de cualquier cuerpo es la fuerza con la cual el cuerpo es atraído verticalmente hacia abajo por la gravedad. Cuando un cuerpo cae libremente hacia la tierra, la única fuerza que actúa sobre él es su peso W . Esta fuerza neta produce una aceleración g , que es la misma para todos los cuerpos que caen.

$$W = mg \quad \text{o bien} \quad m = \frac{W}{g}$$

Hay que recordar dos cosas para comprender totalmente la diferencia entre masa y peso:

- La masa es una constante universal igual a la relación del peso de un cuerpo con la aceleración gravitacional debida a su peso.
- El peso es la fuerza de atracción gravitacional y varía dependiendo de la aceleración de la gravedad.

Por lo tanto, la masa de un cuerpo es tan sólo una medida de su inercia y no depende en lo absoluto de la gravedad. En el espacio exterior, un martillo tiene un peso despreciable, pero sirve para clavar en la misma forma usual, puesto que su masa no cambia.

En unidades del sistema Ingles un cuerpo se describe en general indicando su peso W en libras. Si se desea, la masa se calcula a partir de este peso y su unidad es el slug. En el sistema de unidades SI un cuerpo se describe generalmente en términos de su masa en kilogramos. Si se desea el peso se calcula a partir de la masa conocida y su unidad es el newton.

En los manuales de rendimiento, la información de la capacidad de carga se entrega en Kilogramos y libras,

Tabla de conversión de unidades

Unidades de peso	kg	g	T	libra	shtn **	ton ***
1 kilogramo	1	1000	0,001	-	-	-
1 gramo	0,001	1	-	-	-	-
1 tonelada	1000	-	1	2.204,62	1,10231	0,98421
1 libra	0,45359	453,5924	-	1	0,0005	-
1 Shtn	907,185	-	-	2000	1	0,8929
1 ton	1016,05	-	1,01605	2240	1,12	1

**shtn: Tonelada corta EE.UU. = 2000 libra.

***ton: Tonelada larga Reino Unido = 2240 libra.

Nota: Es importante tener presente en faena el tipo de sistema de medida que utilizamos, pues, existe una diferencia importante cuando se habla de toneladas métricas y tonelada corta.

Por ejemplo, en el manual de rendimiento (edición 28) en el capítulo Camiones de obra y minería, sección especificaciones, (veamos el 793C) en los datos entregados con respecto a la capacidad máxima en toneladas, nos entrega los siguientes valores:

Capac. Máx. en ton. _____ 218t y 240T

Los 240T corresponden a toneladas cortas y los 218t a toneladas métricas.

Actualmente en los manuales de rendimientos (desde el 29 en adelante) la capacidad máxima se expresa en kilogramos y libras.

UNIDADES PARA MEDIR TEMPERATURA

La unidad SI para la temperatura termodinámica es el Kelvin (K), que es la fracción $1/273,16$ de la temperatura termodinámica del punto triple del agua; por tanto, $273,16$ K es el punto fijo (base) de la escala Kelvin.

Otra unidad que se emplea para la medición de la temperatura es el grado Celsius (antes conocido como centígrado), °C.

La relación entre una temperatura termodinámica T y una temperatura Celsius t es:

$$t = T - 273.16 \text{ K}$$

Por lo tanto, la unidad grado Celsius es igual a la unidad Kelvin, y una diferencia de temperatura sería la misma en cualquiera de las dos escalas.

En el USCS, la temperatura se mide en grados Fahrenheit, °F. La relación entre las escalas Celsius y Fahrenheit es:

$$t (^{\circ}\text{C}) = (t (^{\circ}\text{F}) - 32) / 1,8$$

$$t (^{\circ}\text{F}) = 9/5 ^{\circ}\text{C} + 32$$

Ejemplos de conversión de unidades.

a) Cuantos grados Celsius son $135 ^{\circ}\text{F}$.

$$t(^{\circ}\text{C}) = \frac{(135 ^{\circ}\text{F} - 32)}{1,8}$$

la respuesta es: $t(^{\circ}\text{C}) = 57,2 ^{\circ}\text{C}$

b) Cuantos grados Fahrenheit son $100 ^{\circ}\text{C}$.

$$t(^{\circ}\text{F}) = 9/5 * 100^{\circ}\text{C} + 32$$

la respuesta es: $t(^{\circ}\text{F}) = 212 ^{\circ}\text{F}$

¿Temperatura y Calor son lo mismo.?

No, Calor es una forma de energía producida por ejemplo en una combustión y temperatura es una medida de lo caliente o lo frío que está un objeto. La temperatura normalmente la medimos en grados °C o grados °F, en cambio el calor lo podemos medir en BTU. (Una BTU *es la cantidad de calor necesaria para aumentar en un grado Fahrenheit temperatura de una libra de agua)

- BTU significa Unidad térmica Británica y se usa para medir la cantidad de calor transferida de un objeto a otro.

UNIDADES PARA MEDIR PRESION

Presión, es una medida de la fuerza ejercida por unidad de área. Hay tres formas de producir presión, aumentando la temperatura, disminuyendo el volumen o restringiendo el flujo. Muchos sistemas y componentes de los motores de combustión interna operan a presiones específicas o las generan. El conocimiento y la medición de las presiones específicas en todo el motor y componentes hidráulicos proporcionan mucha información sobre el estado general de estos.

Tabla de conversión de unidades

Unidades de presión	Pa	Bar	Atm	psi
1 Pa = 1 N/m ²	1	10 ⁻³	0,1,019716 10 ⁻³	145,038 10 ⁻⁶
1 bar	10 ⁻³	1	0,986923	14,5038
1 atm	101325	1,01325	1	14,69595
1 psi	6,89476 10 ⁻³	68,9476 10 ⁻³	68,0460 10 ⁻³	1

Ejemplos de conversión de unidades de presión.

a) Cuantos psi son 70 kPa.

Al colocar la letra k, delante del prefijo Pa, está diciendo kilo pascal, o sea, 1000 pascales, como sabemos que 1 pascal equivalen a 145,038 10⁻⁶ psi, aplicamos la regla de tres simples.

$$\begin{array}{rcl} 1 \text{ Pa} & \underline{\hspace{2cm}} & 145,038 \text{ } 10^{-6} \text{ psi} \\ 70.000 \text{ Pa} & \underline{\hspace{2cm}} & X \end{array}$$

$$X = \frac{70.000 \text{ Pa} \times 0,000145038 \text{ psi}}{1 \text{ Pa}}$$

La respuesta es; 10 psi

UNIDADES PARA MEDIR POTENCIA

Potencia, es un valor, que describe la cantidad de trabajo* producido en un periodo de tiempo. También Potencia es la rapidez con la que se realiza el trabajo.

$$P = \frac{\text{trabajo}}{T}$$

La unidad de SI para la potencia es el Joule por segundo, y se denomina watt (W).

$$1 \text{ W} = 1 \text{ J/s}$$

En unidades USCS, se usa la libra – pie por segundo (ft x lb/s). Esta unidad de potencia no recibe ningún nombre en particular.

El watt y la libra - pie por segundo tienen el inconveniente de ser unidades demasiado pequeñas para la mayoría de los propósitos industriales. Por lo tanto, se usan el kilowatt (kW) y el caballo de fuerza (hp), que se definen como:

$$\begin{aligned} 1 \text{ kW} &= 1000 \text{ W} \\ 1 \text{ hp} &= 550 \text{ ft x lb/s} \end{aligned}$$

En los Estados Unidos, el watt y el kilowatt se usan casi exclusivamente en relación con la energía eléctrica; el caballo de fuerza se reserva para la energía mecánica. Esta practica es simplemente una convención y de ningún modo es obligatoria.

Potencia al freno, se define como la potencia útil disponible en el volante, esta potencia es menor que la real porque se usa cierta energía para mover los componentes del motor. Nosotros veremos normalmente valores de potencia al freno.

Factores de conversión de unidades

Para convertir	A	Multiplicar por
Watts	Caballo de potencia	$1,341 \cdot 10^{-2}$
Caballo de potencia	Kilowatts	0,746
Kilowatts	Caballo de potencia	1,341

* Trabajo, se define como el producto de la fuerza por el desplazamiento y observe que las unidades de trabajo son las unidades de fuerza multiplicadas por las distancia. Por lo tanto, en unidades del SI, el trabajo se mide en newton – metro (N m)

Ejemplos:

a) cuantos HP (caballos de fuerza) corresponden 2406 kw.

Se multiplican los $2406 \times 1,341 = 3226$ hp

b) cuantos kW (Kilowatts) son 3400 hp .

Se multiplican los $3400 \times 0,746 = 2536$ hp

Conceptos importantes

Potencia en el volante

Las dos especificaciones más comunes de la potencia del motor son la potencia neta y la potencia en el volante. Potencia neta es la potencia medida en el pistón, antes de que una parte de la potencia haya sido utilizada para mover piezas como el cigüeñal, el turbocargador y otras. La potencia en el volante es la potencia utilizable disponible en el volante.

La potencia se relaciona directamente con la cantidad de trabajo que el motor que el motor puede hacer y se emplea para comparar la capacidad de un motor con la otro motor.

RPM Revoluciones por minuto

Las revoluciones por minuto (r.p.m.) son los números de giros que el cigüeñal y el volante hacen en un minuto. Cada motor tiene una clasificación en r.p.m., asignada por el fabricante. La clasificación de las r.p.m. de un modelo de motor dado puede variar de acuerdo con su configuración y su aplicación. Por ejemplo, para un 3306, la clasificación podría ser de 1500 r.p.m. en una aplicación para un grupo electrógeno, y de 1900 r.p.m. en un tractor de cadenas D6.

Los vendedores deben tener presente que un motor debe poder funcionar a sus r.p.m. clasificadas. Si el cliente dice que su motor no funciona a sus r.p.m. clasificadas, se presenta un problema que debe investigarse inmediatamente.

La clasificación de potencia y las r.p.m. están relacionadas. Para obtener la potencia clasificada, la máquina deberá poder mantener las r.p.m. de su clasificación. Por ejemplo, para obtener 120 hp de un motor 3304, el motor deberá funcionar uniformemente a 1800 r.p.m.

Relación de cilindrada con potencia

Esta relación se calcula dividiendo la cilindrada del motor con la potencia del volante. La relación de la cilindrada con la potencia puede emplearse en conversaciones de ventas al comparar los tiempos de vida de servicio de los motores. Por ejemplo, cuando se compara un motor Cat de 10 litros (600 pulg.³) que produce 400 hp, con un motor de la competencia de 7 litros (450 pulg.³) que produce 400 hp, se espera que el motor Cat tendrá una vida de servicio más larga. El motor de la competencia tendría que funcionar con más rapidez para producir la misma potencia y probablemente tendrá más desgaste y vida útil más corta debido a la demanda más alta.

Par motor y reserva de par

En términos generales, par motor es sinónimo de potencia del motor. La reserva de par es diferente del par motor.

Reserva de par es el aumento de par motor en una aplicación de tiro pesado. Sencillamente, la reserva de par es la capacidad de sobrecarga del motor. Cuando un motor comienza a sobrecargarse y se reducen las r.p.m., se aumenta el par o la potencia para que la maquina pueda mantener su velocidad. Por ejemplo, cuando un camión de carretera comienza a subir una pendiente pronunciada, el motor comienza a sobrecargarse y el par motor se aumenta o se eleva, arrastrando el camión hacia arriba de la pendiente. Lo que sucede realmente es que el sistema de combustible entrega al motor una cantidad de combustible ligeramente superior, creando, por tanto, un aumento de potencia.

La reserva de par es una característica de ventas importante de los motores Cat. Estos generalmente tienen una mayor reserva de par que los motores de la competencia, proporcionando al dueño de la maquina más capacidad de sobrecarga en situaciones de sobrecarga.

UNIDADES PARA MEDIR TORQUE

Se dice que una barra está en torsión cuando está rígidamente sujeta en uno de sus extremos y torcida en el otro extremo por un par mecánico o torque.

Es importante para conocer lo que significa torque, que conozcamos lo que significa Fuerza, y que corresponde a la acción de empujar o tirar que tiende a generar un movimiento, en el sistema SI el newton (N) es la unidad de fuerza, su relación con la unidad del sistema USCS que es la libra (lb), es

$$\begin{aligned} 1 \text{ N} &= 0,225 \text{ lb} \\ 1 \text{ lb} &= 4,45 \text{ N} \end{aligned}$$

Brazo de palanca de una fuerza es, la distancia perpendicular que hay entre la línea de acción de la fuerza y el eje de rotación.

Momento de torsión, se define como la tendencia a producir un cambio en el movimiento rotacional, este movimiento es afectado tanto por la magnitud de la fuerza F como por su brazo de palanca.

$$\text{Momento de torsión} = \text{fuerza} \times \text{brazo de palanca}$$

Las unidades del momento de torsión son las unidades de fuerza por distancia, por ejemplo, newton – metro (N x m) y libra – pie (lb x ft).

Actualmente en los Manuales de Servicio se adjunta con las especificaciones un folleto con las Especificaciones de torque de la tornillería a modo general, ya que para otros casos se establece claramente las especificaciones de torques que se deben aplicar. Nosotros realizaremos las conversiones entre un sistema y otro.

Ejemplo:

- a) Transformar 280 N m en libras – pies.
Primero debemos saber lo siguiente

1 metro = 3,28 pies y 1 N = 0,225 lb, entonces de acuerdo a estos datos realizamos la conversión de unidades.

$$280 \text{ N m} \times \frac{0,225 \text{ lb}}{1 \text{ N}} \times \frac{3,28 \text{ pies}}{1 \text{ m}}$$

se multiplican los valores y simplifican los símbolos N y m, quedando como resultado

$$207 \text{ lb ft}$$

b) Transformar 2000 lb ft, a newton metro.

Realizando la misma operación anterior, recordamos que,

$$1 \text{ ft} = 0,308 \text{ m} \text{ y } 1 \text{ lb} = 4,45 \text{ N}$$

$$2000 \text{ lb-ft} \times \frac{4,45 \text{ N}}{1 \text{ lb}} \times \frac{0,308 \text{ m}}{1 \text{ ft}}$$

$$2.741 \text{ N m}$$

Freno de prony

Para medir el momento de torsión y la disipación de potencia se ha usado el freno de Prony.

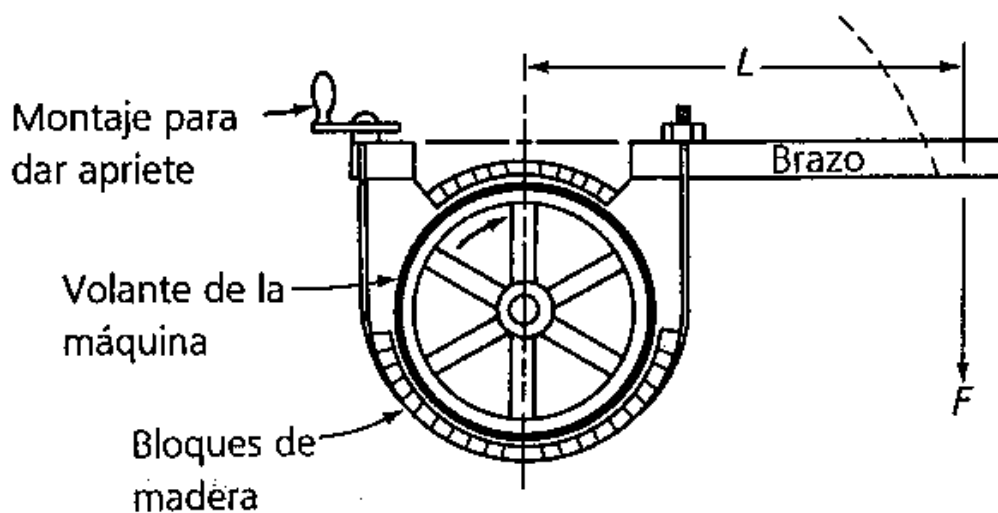
El par o momento de torsión ejercida en el freno del Prony lo da la formula:

$$T = F \times L$$

Y la potencia será;

$$P = \frac{2\pi TN}{33000} (\text{HP})$$

Donde T está en pie – libra – fuerza; N es la velocidad rotacional en revoluciones por minuto.



DESARROLLO**MODULO II: INSTRUMENTOS DE MEDICION**

El propósito de este modulo es entregar a los estudiantes, los conocimientos necesarios para el uso correcto de los instrumentos de medición, y la interpretación correcta de los valores obtenidos.

Utilizando las hojas de trabajo, desarrollaran en clases mediciones de componentes mecánicos.

OBJETIVOS DEL MODULO

Al termino de este modulo, el estudiante estará en capacidad de:

1. Utilizar correctamente los siguientes instrumentos de medición;
 - Lección 1 : Pie de metro
 - Lección 2 : Micrómetro
 - Lección 3 : Medidor de ranura de anillo de pistón
 - Juego de identificación de rosca
 - Juego de espesores (calibres)

INFORMACION**Lección 1 : Introducción****PRELIMINAR**

Los alumnos conocerán los diferentes pie de metro y recibirán los procedimientos correctos para realizar mediciones.

Lección 2 : Introducción

Conocerán los diferentes tipos de Micrómetros sus aplicaciones y recibirán los procedimientos correctos para realizar mediciones.

Lección 3 : Introducción

Conocerán las herramientas para evaluación e identificación de componentes mecánicos, como Pistones de motor y diferentes tipos de tornilleria (en unidades Inglesas y métricas).

**LABORATORIO
DE CLASE**

Se realizara mediciones practicas a componentes mecánicos, como; pernos, tuercas, ejes, cojinetes, etc. Además desarrollaran la hoja de trabajo N° 2 y N° 3.

**LABORATORIO
TALLER**

Los alumnos deberán realizar mediciones practicas a componentes, de motor como cigüeñal y pistones además de tornilleria en general.

**MATERIAL
NECESARIO**

Apuntes Metrologia N° 2
Hoja de trabajo 2 y 3
Instrumentos medición; Pie de metro, micrómetro, medidor de ranura, juego identificación rosca, juego de espesores.

APUNTES INSTRUMENTOS DE MEDICION

PIE DE METRO

Introducción:

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 de Vernier, o pie de Rey, 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.

Medición de exteriores

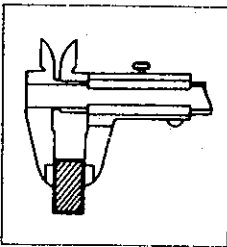


Figura N° 1

Medición de interiores

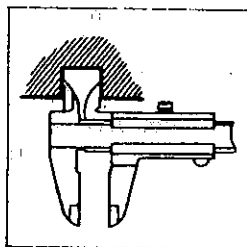


Figura N° 2

Medición de profundidad

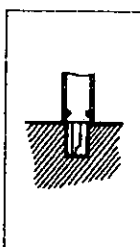


Figura N° 3

Medición de peldaño

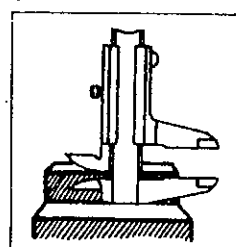


Figura N° 4

Tipos de Vernier

El Vernier es una escala auxiliar que se desliza a lo largo de una escala principal para permitir en ésta lecturas fraccionales exactas de la mínima división.

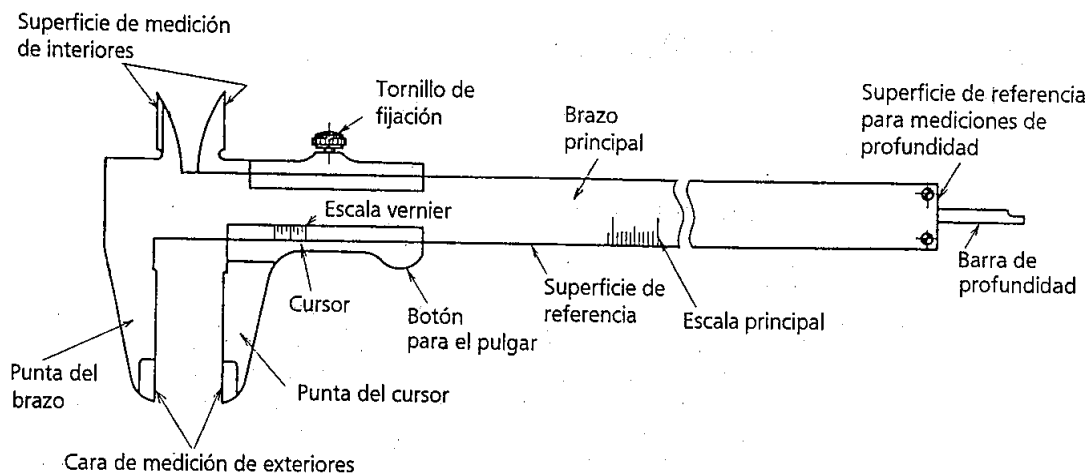


Figura N° 5

DESCRIPCION GENERAL

El calibrador Vernier o Pie de Metro, es un instrumento para medir longitudes que permite lecturas de fracciones de milímetros y de pulgadas a través e una escala llamada Nonio o Vernier.

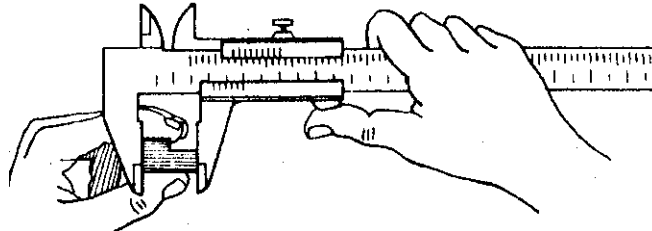


Figura N° 6

El calibre con nonio está compuesto de dos partes principales: cuerpo fijo y cuerpo móvil (cursor). Estas partes están constituidas por:

a) Cuerpo Fijo.

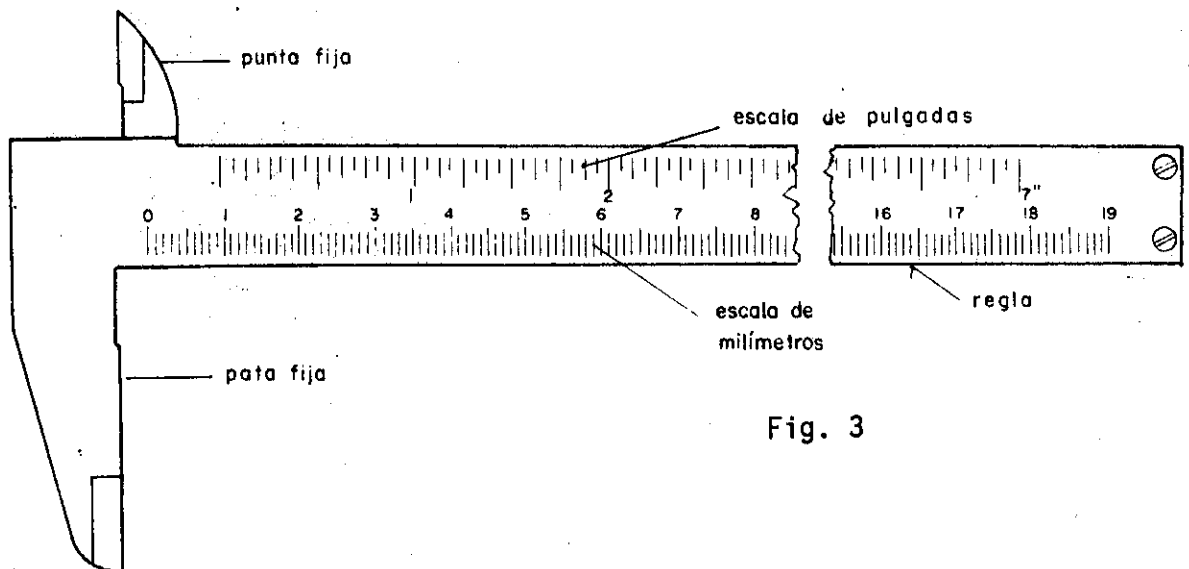


Fig. 3

Figura N° 7

- Regla: Graduada en los sistemas métrico e Ingles.
- Pata fija: Con superficie de contacto a la pieza para medir exteriormente.
- Punta fija: Parte fija de contacto con la pieza, para medir interiormente.

b) Cuerpo Móvil (cursor).

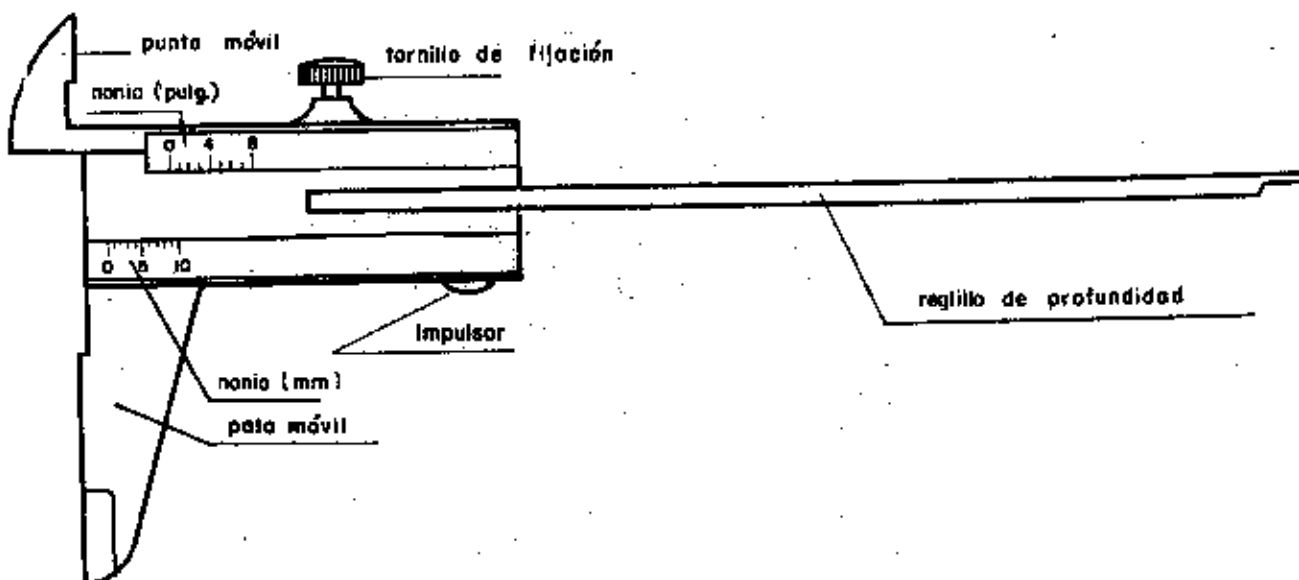


Figura N° 8

- Nonio: Escala métrica de 9 milímetros de longitud (aproximación 0,01mm) y escala en pulgadas con 8 divisiones (aproximadamente 1/128").
- Pata móvil: Con superficie de contacto a la pieza para medir exteriormente.
- Punta móvil: Parte móvil de contacto con la pieza para medir interiormente.
- Reglilla de profundidad: Está unida al cursor y sirve para tomar medidas de profundidad.
- Tornillo de fijación: Tiene la finalidad de fijar el cursor y actúa sobre la lamina de ajuste.
- Impulsor: Apoyo del dedo pulgar para desplazar el cursor.

LECTURA EN MILÍMETROS

El nonio de 0,1 mm tiene una longitud total de 9 milímetros y está dividido en 10 partes iguales (figura N° 9). De donde, cada división del nonio vale:

$$9/10 \text{ mm} = 0,9 \text{ mm}$$

Por tanto, cada división del nonio es 0,1 menor que cada división de la escala. Resulta que, a partir de los trazos en coincidencia (como muestra la figura N° 9), los primeros trazos del nonio y de la escala se separan 0,1 mm, los segundos trazos se separan 0,2 mm, los terceros trazos se separan 0,3 mm y así sucesivamente.

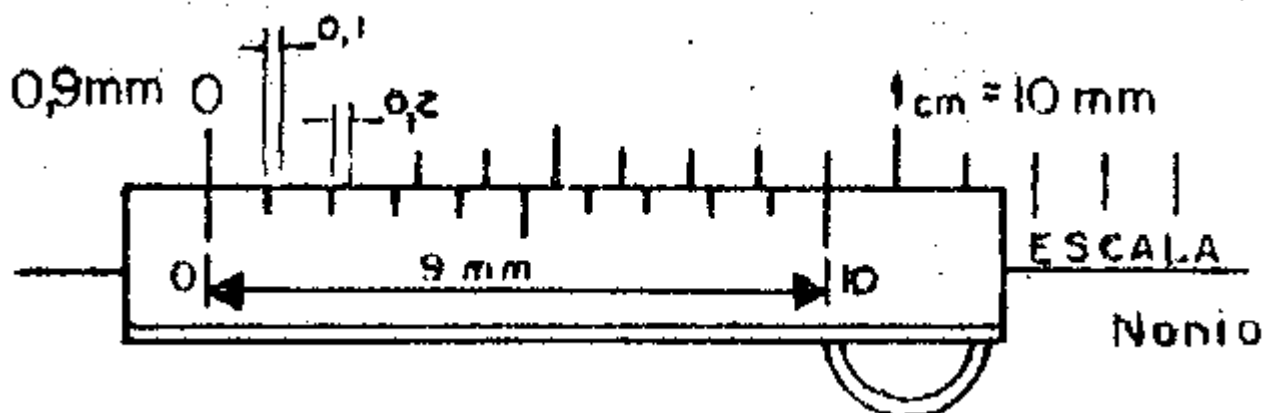


Figura N° 9 (nonio de 0,1 mm graduaciones ampliadas).

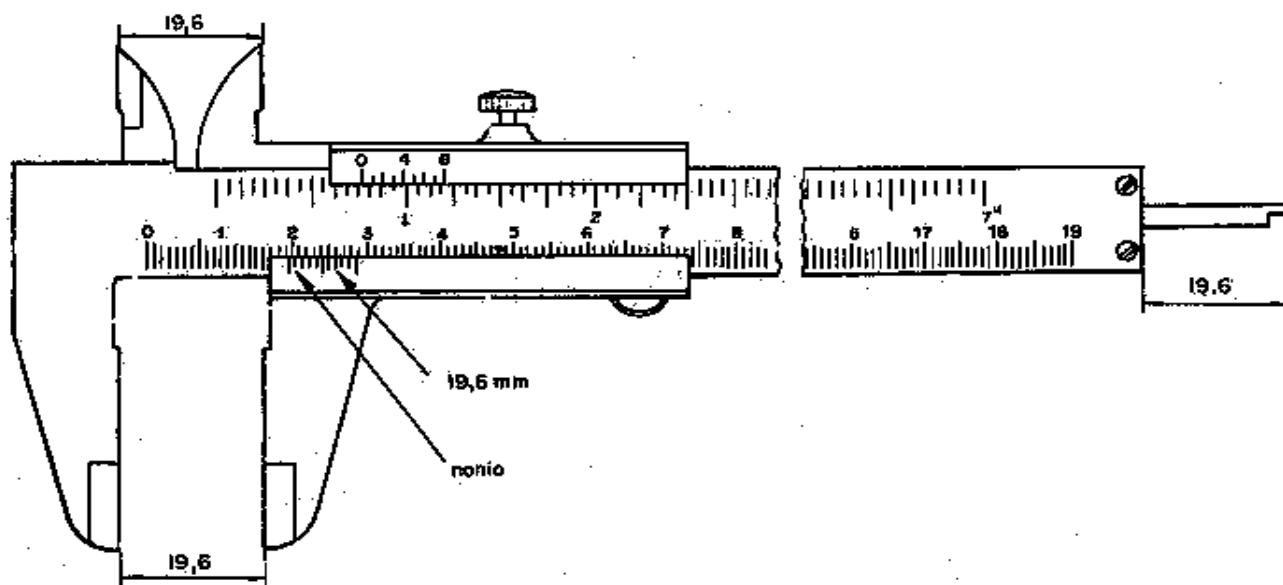
A partir de la coincidencia de trazos del nonio y de la escala, una división del nonio equivale a 0,1 mm de aproximación, dos divisiones dan 0,2 mm de aproximación, tres divisiones dan 0,3 mm de aproximación y así sucesivamente.

Lectura

Para efectuar la lectura se leen, en la escala, los milímetros enteros hasta antes del cero del nonio (en la figura 10, tenemos 19 mm), después se cuentan los trazos del nonio hasta que coincida con un trazo de la escala (en la figura 10, coincide el trazo 6) para obtener los décimos de milímetros.

En la Figura N° 10 la lectura corresponde a 19,6 mm

Figura 10



En la figura N° 11, la lectura es 59,4 mm, porque el 59 de la escala está antes del cero del nonio y la coincidencia se da en el 4^{to} trazo del nonio.

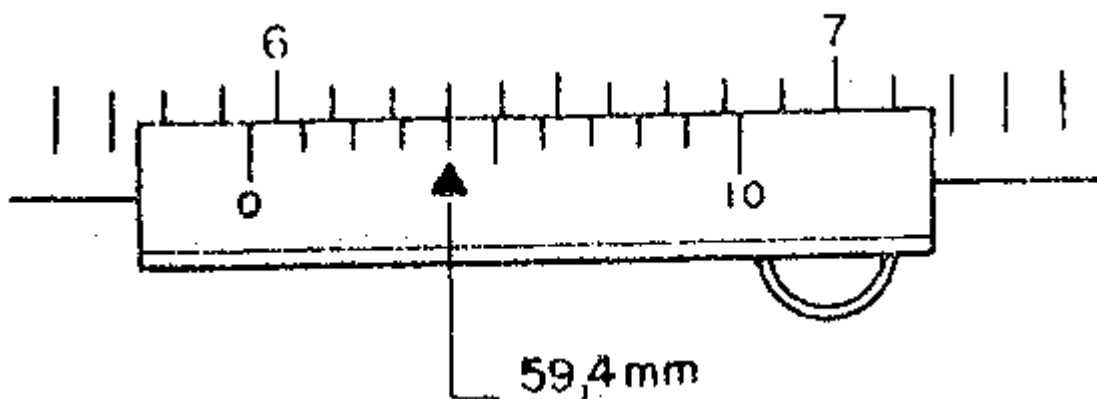


Figura N° 11

Veamos otro ejemplo, en la figura N° 12, la lectura es 1,3 mm, porque el 1 (milímetro) de la escala está antes del cero del nonio y la coincidencia se da en el 3^{er} trazo del mismo.

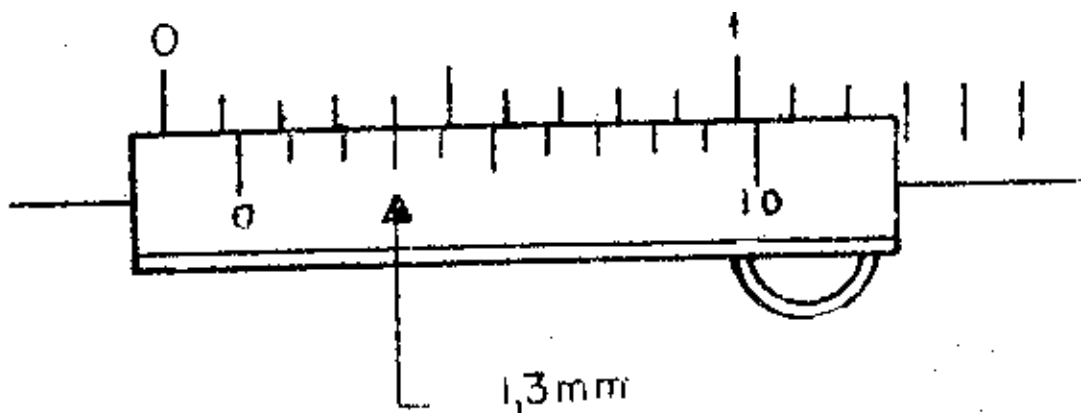


Figura N° 12

LECTURA EN PULGADAS

Calibre con nonio de 1/128 de pulgada

El nonio que aproxima la lectura hasta 1/128 pulgada tiene una longitud total de 7/16 de pulgada está dividido en 8 partes iguales (figura N° 13). Cada parte mide, por lo tanto;

$$\frac{7/16}{1/8} = 7/128$$

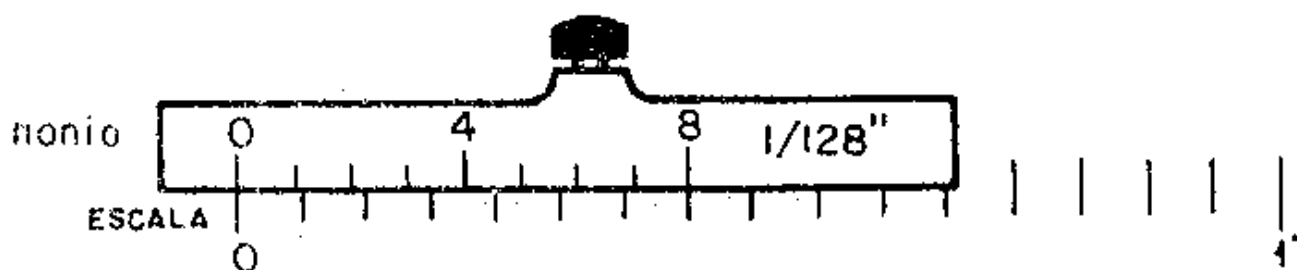


Figura N° 13

Cada división de la escala mide $1/16 = 8/128$. Resulta que cada división del nonio es de $1/128$ menor que la división de la escala.

A partir, pues, de trazos en coincidencia (de "0" hasta "8") los 1^{ro} trazos del nonio y de la escala se separan $1/128$ "; los 2^{do} trazos de $2/128$ " (o $1/64$ "); los 3^{ro} trazos de $3/128$ "; los 4^{to} trazos de $4/128$ " (o $1/32$ "); los 5^{to} trazos de $5/128$ "; los 6^{to} trazos de $6/128$ " (o $3/64$); los 7^{mo} trazos de $7/128$ ".

Lectura de la medida con el nonio.

Se leen, en la escala, hasta antes del cero del nonio, las pulgadas y fracciones (las fracciones pueden ser: media pulgada, cuartos octavos o dieciséis avos).

En la figura N° 14, por ejemplo, se tiene: $3/4$ " enseguida, se cuentan los trazos del nonio, hasta el que coincide con un trazo de la escala. En la figura N° 14, por ejemplo, tres trazos, o sea, $3/128$ ".

Por último se suma: $3/4 + 3/128 \Rightarrow 96/128 + 3/128 = 99/128$ "

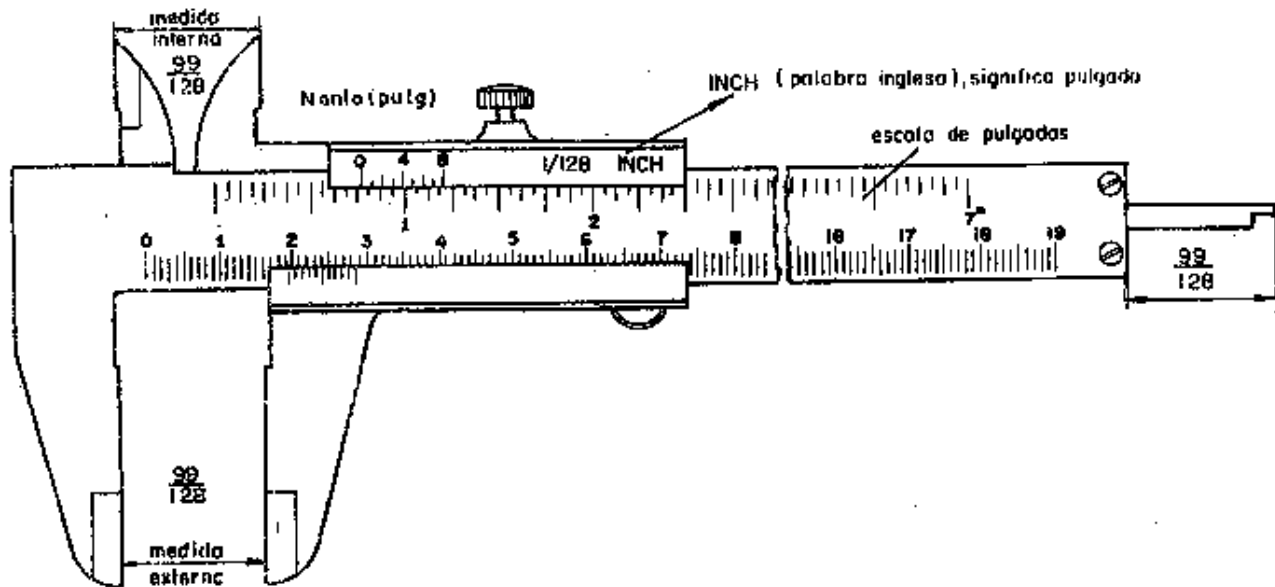


Figura N° 14

Ejemplo

En la figura N° 15, la lectura es $1 \frac{29}{128}$ ", porque el cero del nonio está entre: $1 \frac{3}{16}$ " y $1 \frac{4}{16}$ " y la coincidencia se da en el 5^{to} trazo, de donde;
 $1 \frac{3}{16}" + \frac{5}{128}" = 1 \frac{24}{128}" + \frac{5}{128}" = 1 \frac{29}{128}"$

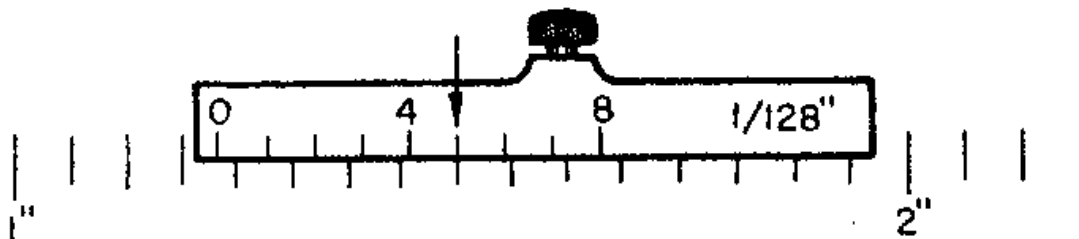


Figura N° 15

Otros ejemplos
Figura N° 16

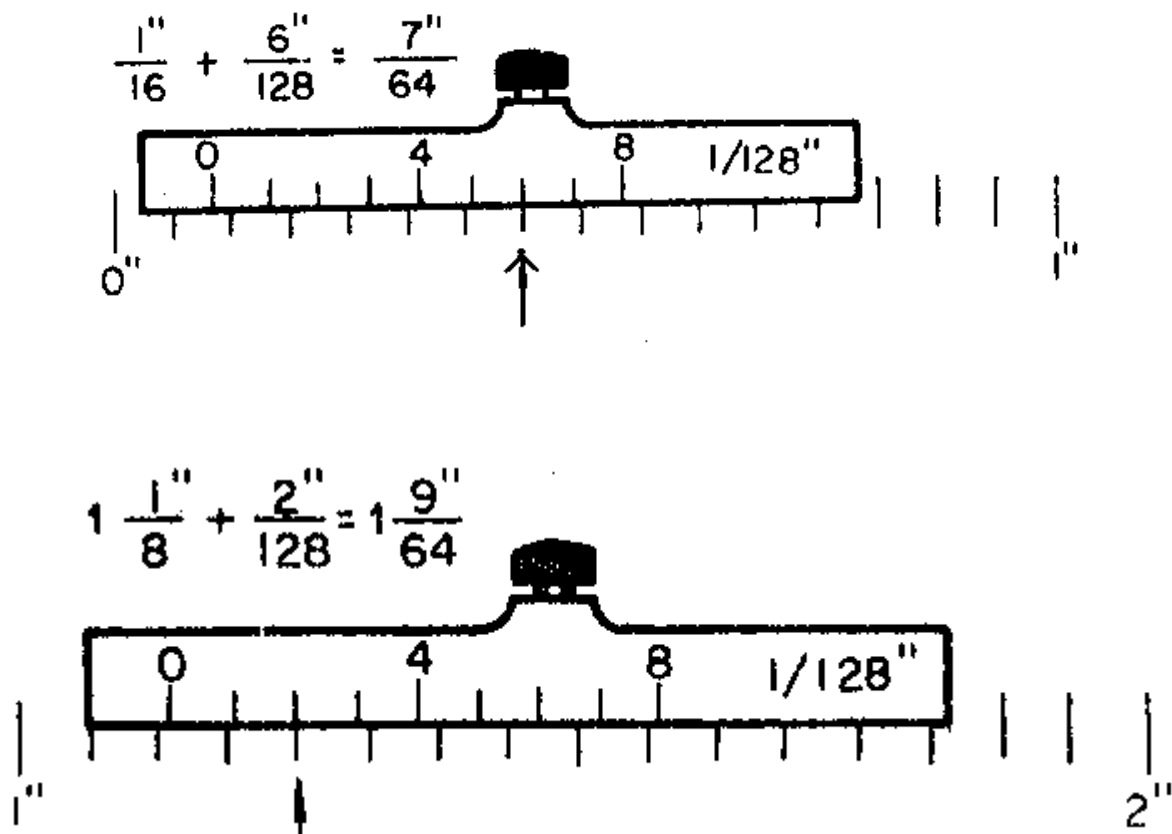


Figura N° 17

Calibres con nonio de 0,001"

En la escala fija, una pulgada está dividida en 40 partes de modo que cada parte mide $1/40''$ o 0,025".

El nonio con 0,001" tiene una longitud de 0,600" y está dividido en 25 partes iguales (figura N° 18) midiendo cada división del nonio:

$$\frac{0,600''}{25} = 0,024''$$

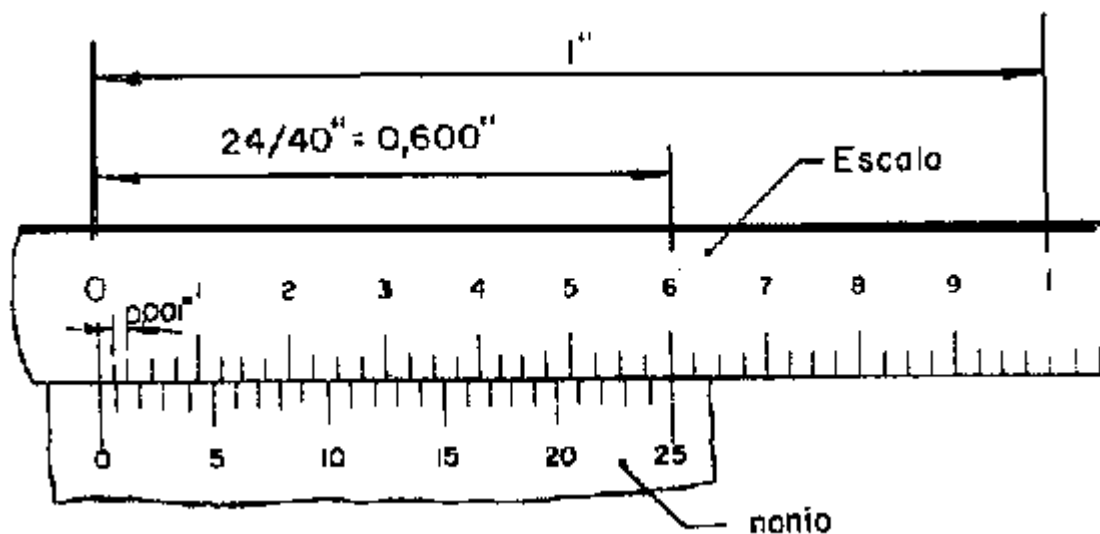


Figura N° 18

Por tanto, cada división del nonio es $0,001''$ menor que cada división de la escala.

A partir, pues, de trazos en coincidencia, (de 0 para 25), los 1^{eros} trazos del nonio y de la escala se separan $0,001''$, los 2^{dos} trazos $0,002''$, los 3^{eros} trazos $0,003''$ y así sucesivamente.

La lectura se hace como en los calibres con nonio en milímetros y pulgadas fraccionarias, contando a la izquierda del 0 del nonio las unidades de $0,025''$ cada una, sumando con los milésimos de pulgada, indicados por la coincidencia de uno de los trazos del nonio con uno de la escala.

Veamos algunos ejemplos de lectura.

$$0,050'' + 0,14'' = 0,064''$$

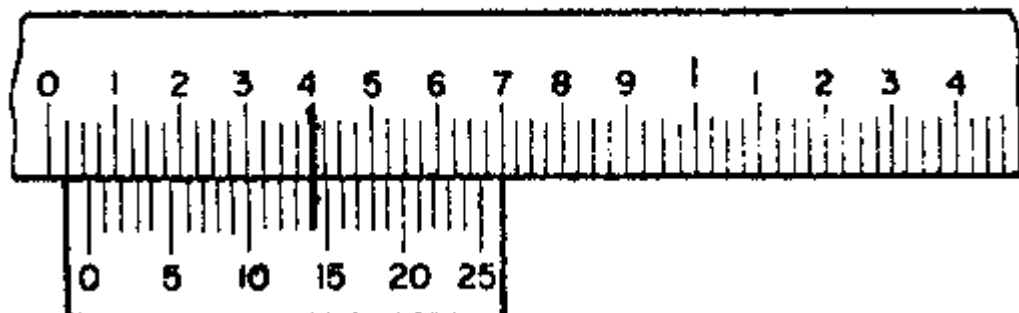


Figura N° 19

$$1,700'' + 0,021'' = 1,721''$$

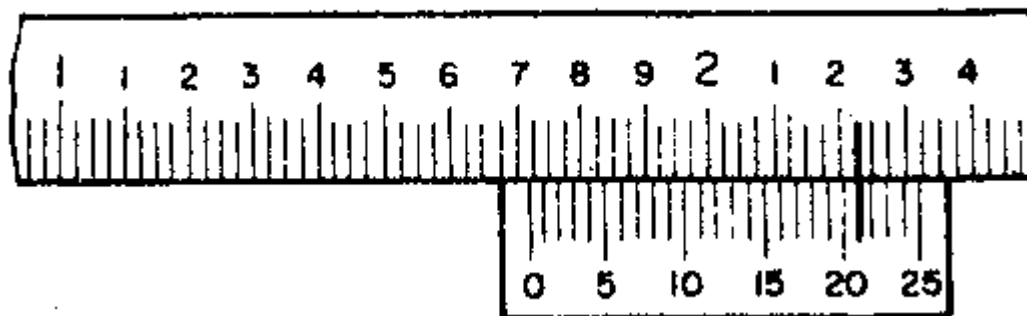


Figura N° 20

$$0,450'' + 0,021'' = 0,471''$$

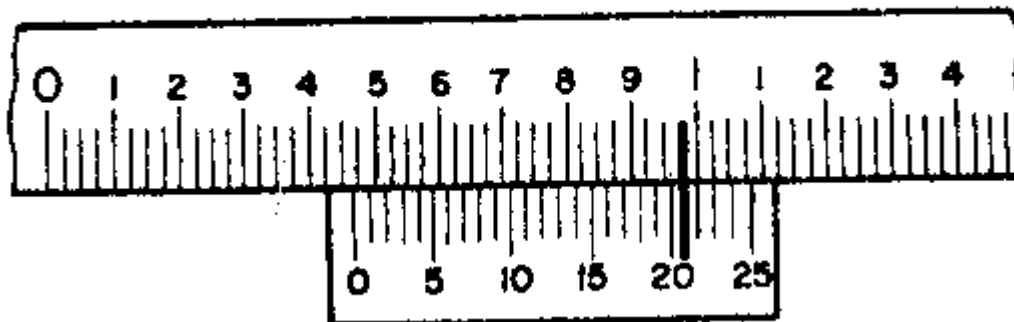


Figura N° 21

Apreciación 0,05 mm y 0,02 mm

Aproximación 0,05 mm (nonio con 20 divisiones)

Para obtener lecturas con aproximación de 0,05 mm, se utiliza un nonio de 19 mm de longitud dividido en 20 partes iguales (figura N° 22), de modo que cada parte mide:

$$\frac{19}{20} = 0,95 \text{ mm}$$

Luego, la diferencia de longitud entre las divisiones de ambas escalas es:

$$1 - 0,95 = 0,05 \text{ mm}$$

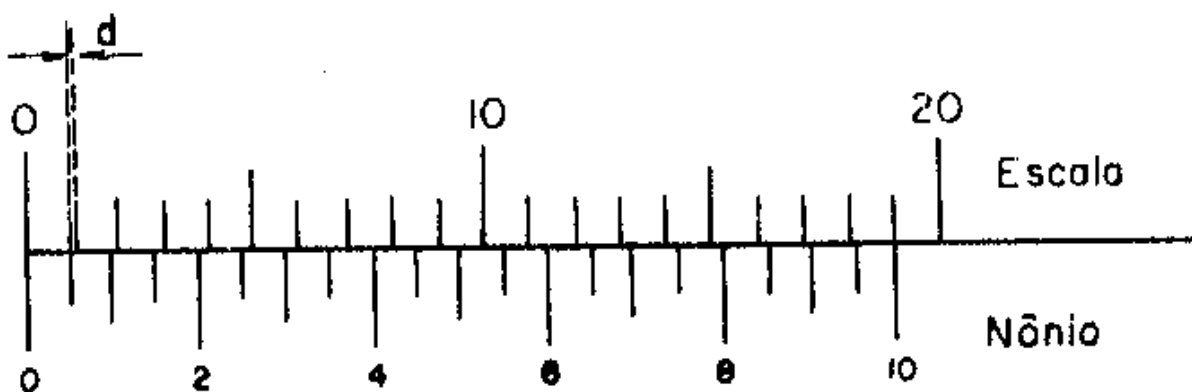


Figura N° 22

La Figura N° 23 señala una lectura de 3,65 mm, porque el 3 de la escala está antes del cero del nonio y la coincidencia se da en el 13avo trazo del nonio, por tanto; $13 \times 0,05 \text{ mm}$ es igual a $0,65 \text{ mm}$, sumado a los 3 nos da como resultado; 3,65 mm.

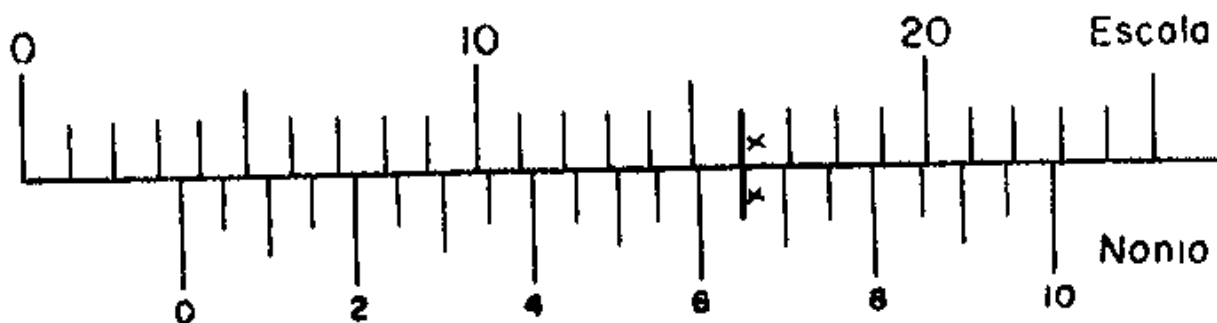


Figura N° 23

Aproximación de 0,02 mm (nonio con 50 divisiones)

Para obtener lecturas con una aproximación de 0,02 mm se utiliza un nonio de 49 mm de longitud dividido en 50 partes iguales, de modo que cada parte mide;

$$\frac{49}{50} = 0,98 \text{ mm}$$

luego, la diferencia de longitud entre las divisiones de ambas escalas es :

$$1 - 0,98 \text{ mm} = 0,02 \text{ mm}$$

veamos el ejemplo de lectura de la figura N° 24, que corresponde a 17,56 mm

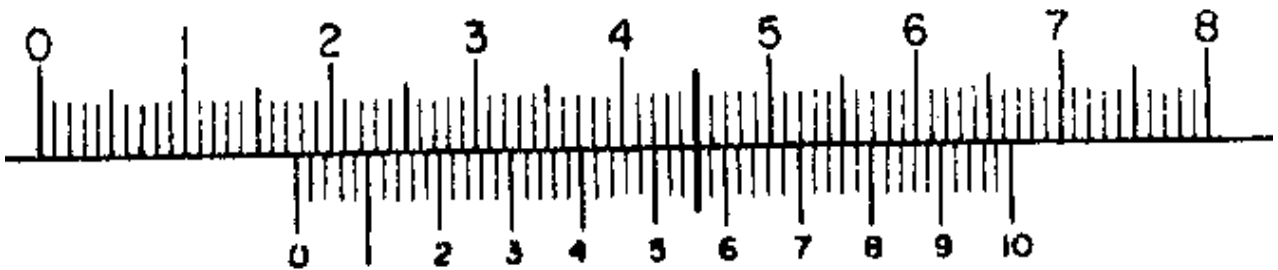


Figura N° 24

Algunos calibres con nonio de 50 divisiones están provistos de un dispositivo que permite un desplazamiento mecánico del cursor (figura N° 25)

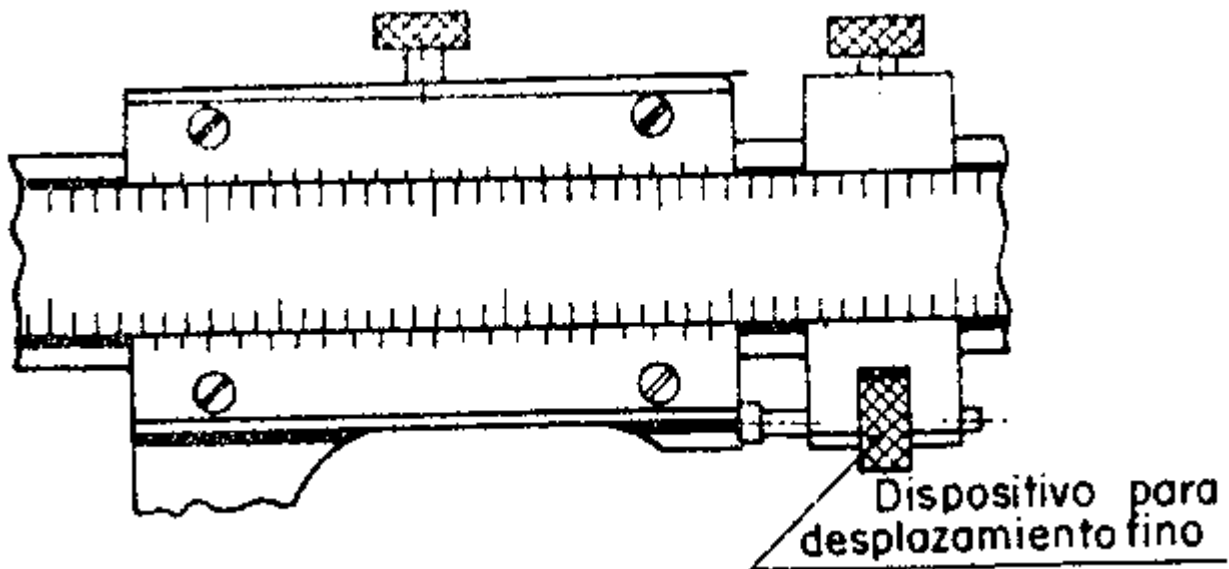


Figura N° 25

La apreciación de estos instrumentos de medición está dada por la lectura de la menor fracción de la unidad de medida, que se puede obtener con la aproximación del nonio.

La máxima aproximación de la lectura se obtiene por el coeficiente entre la magnitud de la menor división de la escala principal dividida por el numero de divisiones de la escala auxiliar o nonio.

La apreciación se obtiene, pues, con la formula;

$$a = \frac{e}{n}$$

a = Apreciación

e = Menor división de la escala

n = Numero de divisiones del nonio

Ejemplos: Figura N° 26 (calibres con nonio en el sistema métrico).

1^o e = 1 milímetro de la escala principal

n = 10 divisiones en el nonio

$$a = \frac{e}{n} = \frac{1}{10}$$

a = 0,1 milímetro de la escala

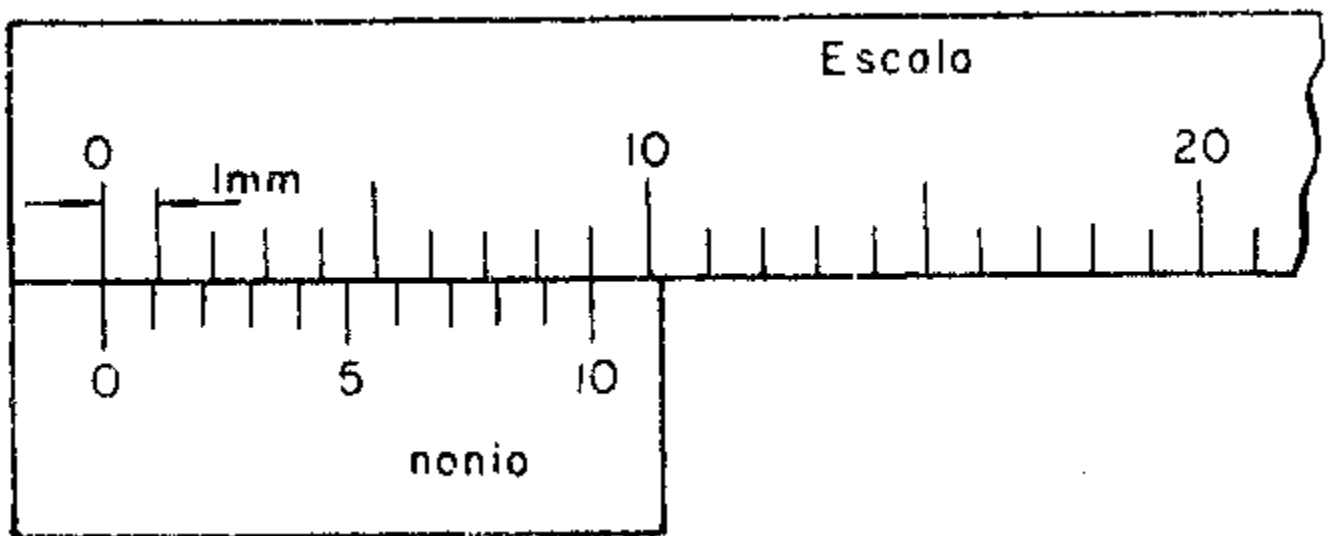


Figura N° 26

cada división del nonio permite una lectura aproximada hasta 0,1 mm
 2^{do} e = 1 milímetro de la escala principal
 n = 20 divisiones del nonio

$$a = \frac{1}{20}$$

a = 0,05 milímetros de la escala

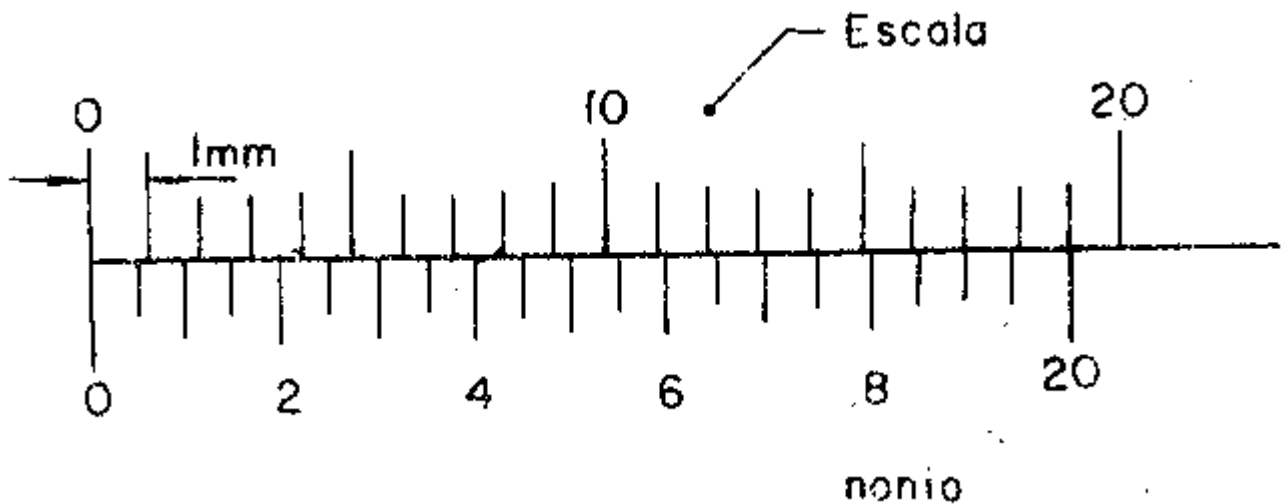


Figura N° 27

Cada división del nonio permite una lectura aproximada hasta 0,05 mm

3^{ro} e = 1 milímetro de la escala principal
 n = 50 divisiones en el nonio

$$a = \frac{1}{50}$$

a = 0,02 milímetros de la escala

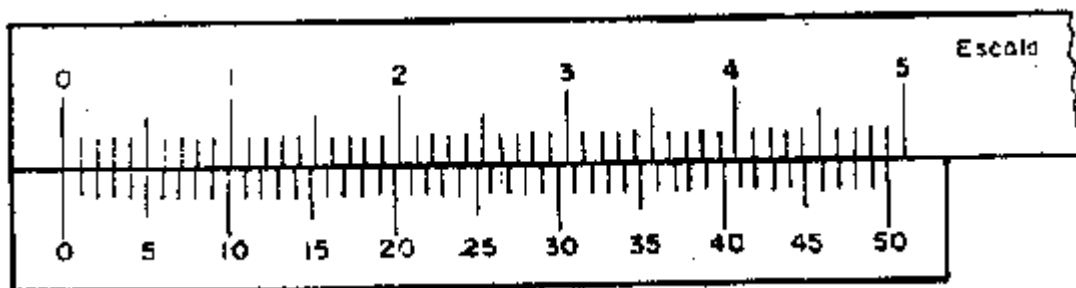


Figura N° 28

Cada división del nonio permite una lectura aproximada hasta 0,02 mm

Calibradores de carátula

Debido al mecanismo del indicador basado en cremallera y piñón, el calibrador de carátula ofrece lecturas fáciles; pero, al mismo tiempo, esta característica requiere poner una atención especial en su manejo, que no se requiere en el de los calibradores de Vernier.

El fin de la siguiente información es ayudar al usuario a utilizar mejor todas las ventajas posibles del calibrador de carátula.

La figura N° 29 muestra la nomenclatura para los calibradores de carátula mientras que la tabla N° 1 muestra los diferentes tipos de graduaciones para calibradores de este tipo.

Como se observa en la figura N° 29, una cremallera se sujeta a la ranura de la barra principal. Debe notarse que cuando se emplean los tipos 2 y 5, la cremallera está sujeta al lado superior de la ranura para eliminar la rotación inversa de la aguja indicadora.

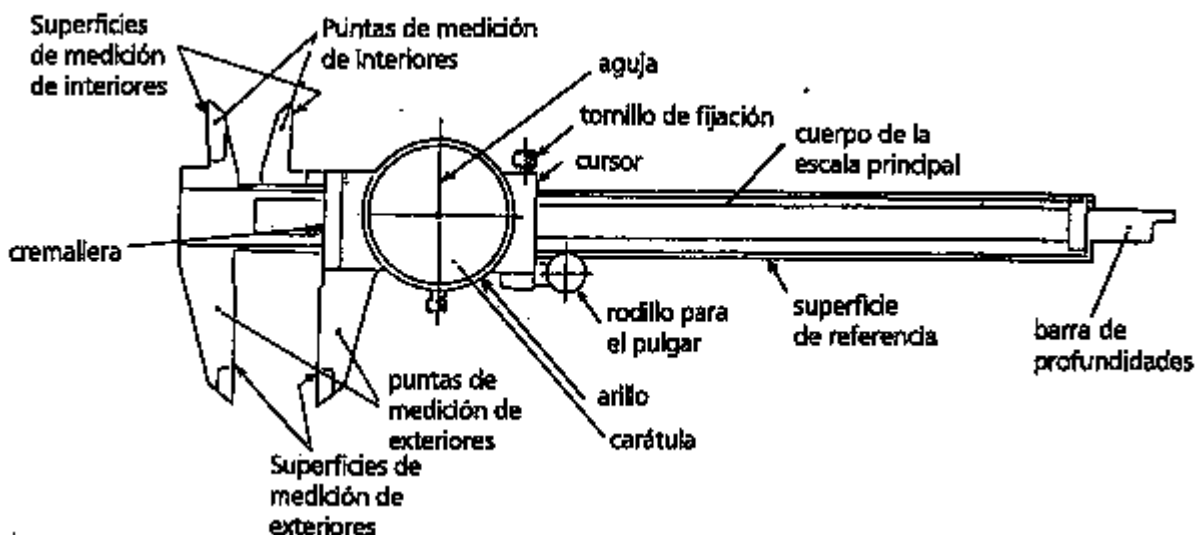


Figura N° 29

Tabla N° 1

Métrico			Ingles		
División	Graduaciones en la carátula	Desplazamiento por revolución	División	Graduaciones en la carátula	Desplazamiento por revolución
0,05 mm	100 divisiones*	5 mm/rev.	0,001 pulg	100 divisiones	0,1 pulg/rev.
0,02 mm	100 divisiones	2 mm/rev.	0,001 pulg	200 divisiones	0,2 pulg/rev.
0,01 mm	100 divisiones	1 mm/rev.			

* divisiones alrededor de la circunferencia

MICROMETROS

Introducción:

Uno de los instrumentos que se utiliza con mayor frecuencia en la industria metalmecánica es el micrómetro, dispositivo que mide el desplazamiento del husillo cuando éste 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 éste 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.

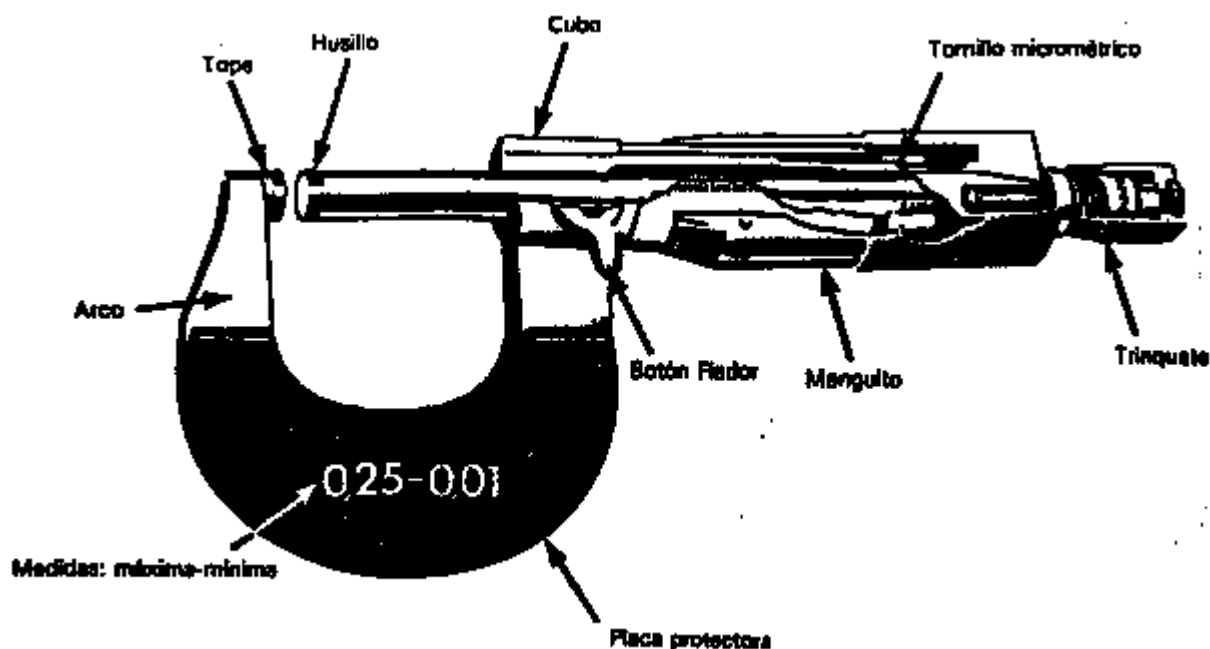


Figura N° 1

El micrómetro de arriba es de una precisión de 0,01 mm, mientras que hay otros con precisión de 0,001 mm

LECTURA DEL MICROMETRO

Para el micrómetro estándar en milímetros nos referimos a las figuras N° 2 y N° 3.

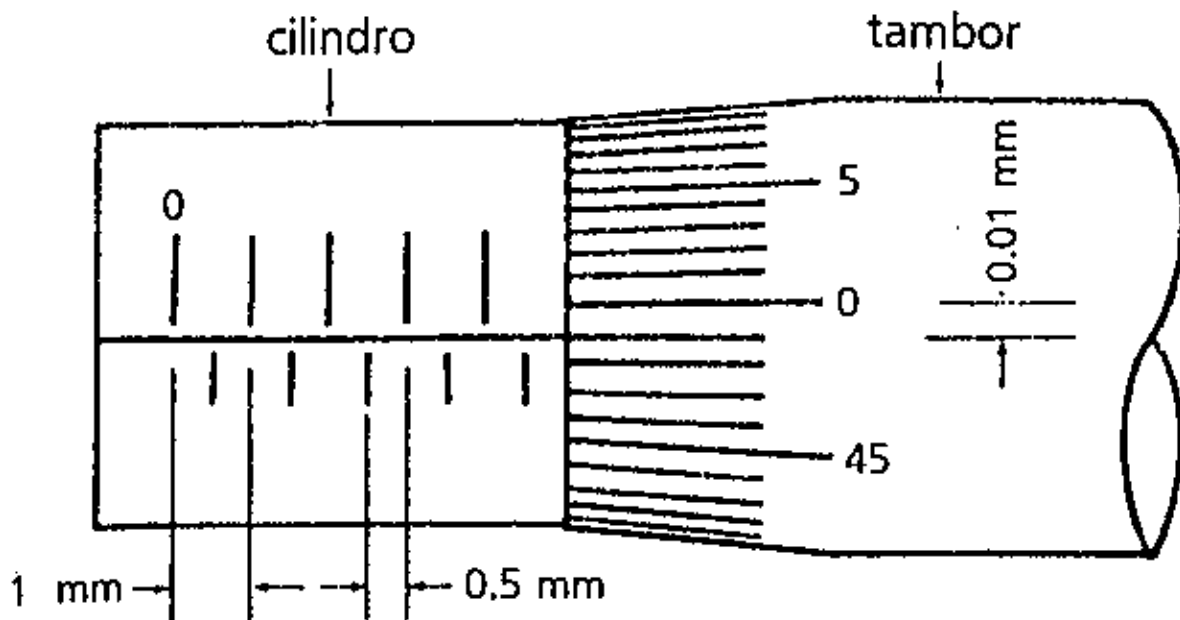


Figura N° 2

Vernier para micrómetros (0.001 mm)

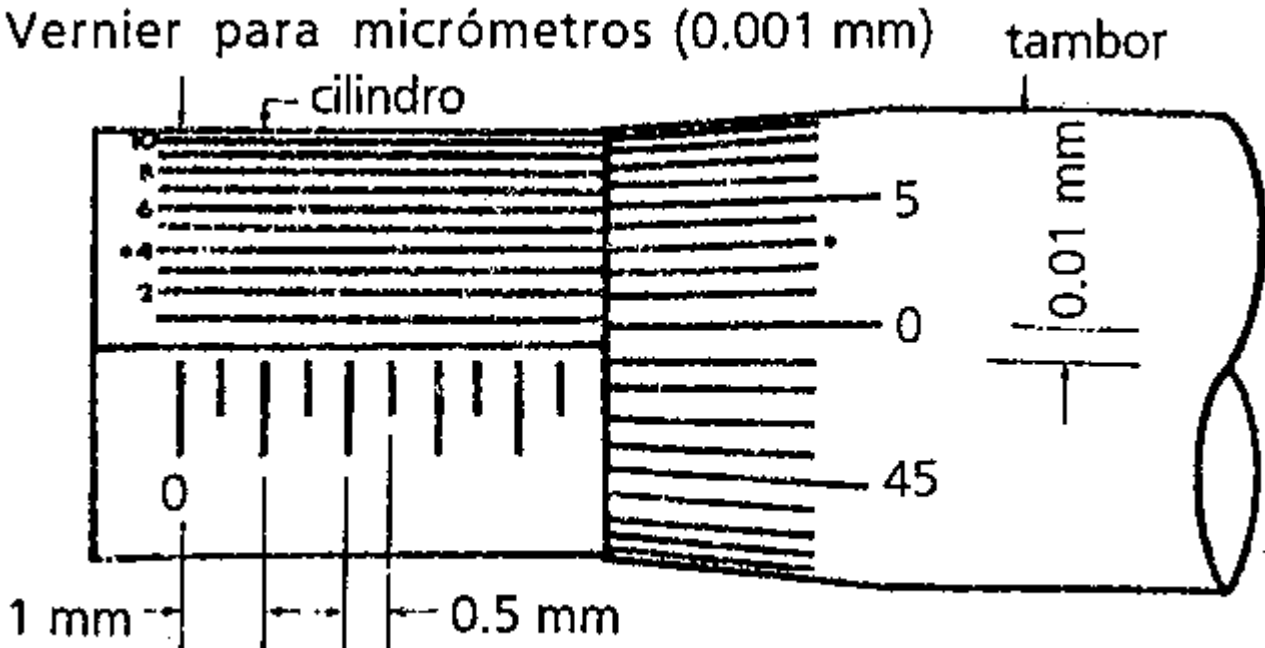


Figura N° 3

Para lecturas en centésimas de milímetro primero tome la lectura del cilindro (obsérvese que cada graduación corresponde a 0,5 mm) y luego la del tambor, sume las dos para obtener la lectura total.

Para el ejemplo mostrado en la figura N° 2:

- 1.- Note que el tambor se ha detenido en un punto más allá de la línea correspondiente a 4 mm.
- 2.- 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.
- 3.- La línea 49 sobre el tambor corresponde con la línea central del cilindro así:

a) Lectura sobre el cilindro	4,0 mm
b) Lectura entre el 4 y el borde del tambor	0,5 mm
c) Línea del tambor coincidiendo con la del cilindro	<u>0,49 mm</u>
Lectura Total	4,99 mm

Para lecturas en micrómetros con Vernier (0,001 mm)

- 1.- Tome la lectura hasta centésimas de milímetros en la misma forma que en el ejemplo anterior. Cuando la línea central del cilindro queda entre dos líneas del tambor, la cantidad desconocida se lee utilizando la escala Vernier marcada sobre el cilindro.
- 2.- El Vernier sobre el cilindro proporciona lecturas con incrementos de 0,001 mm.
- 3.- Para leer el Vernier, encuentre cuál línea sobre la escala de éste coincide con la línea sobre el tambor y tome la lectura del número indicado a la izquierda de la escala Vernier, nunca tome el número del tambor.
- 4.- Note en la figura N° 3 que la línea con el número 4 del Vernier coincide exactamente con una del tambor e indica 0,004 mm.

a) Lectura sobre el cilindro	4,0 mm
b) Línea entre el 4 y el borde del tambor	0,5 mm
c) Línea del tambor que ha pasado la línea del cilind.	0,49 mm
d) Línea Vernier coincidiendo con una del tambor	<u>0,004 mm</u>
Lectura Total	4,994 mm

Para el Micrómetro en pulgadas (figuras N° 4 y N° 5)

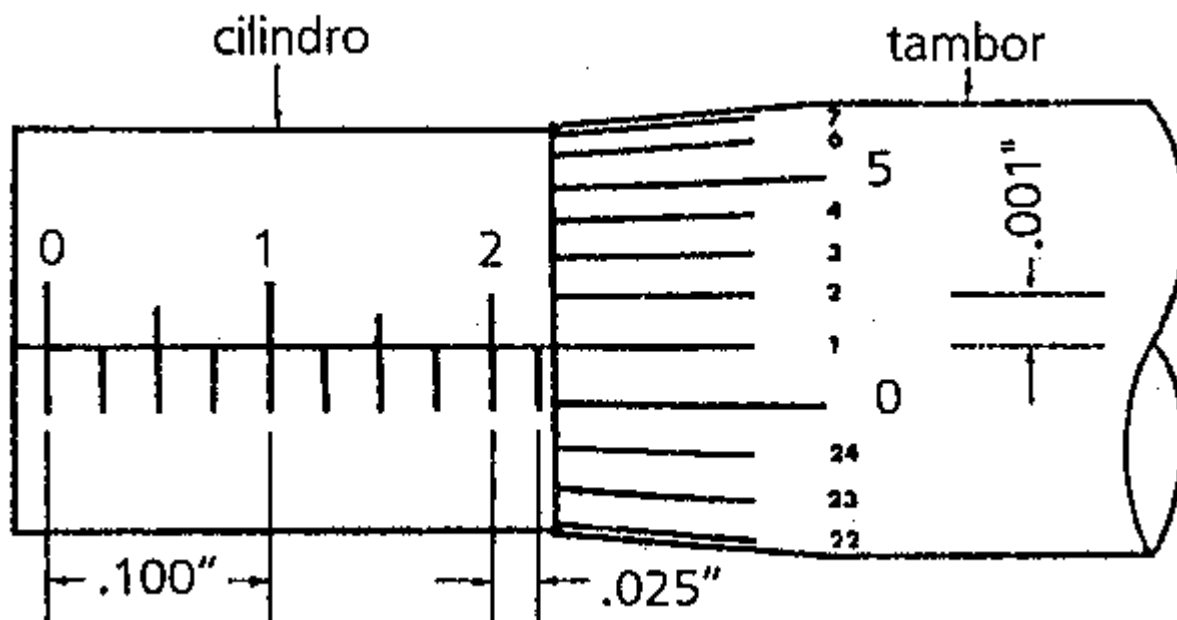


Figura N° 4

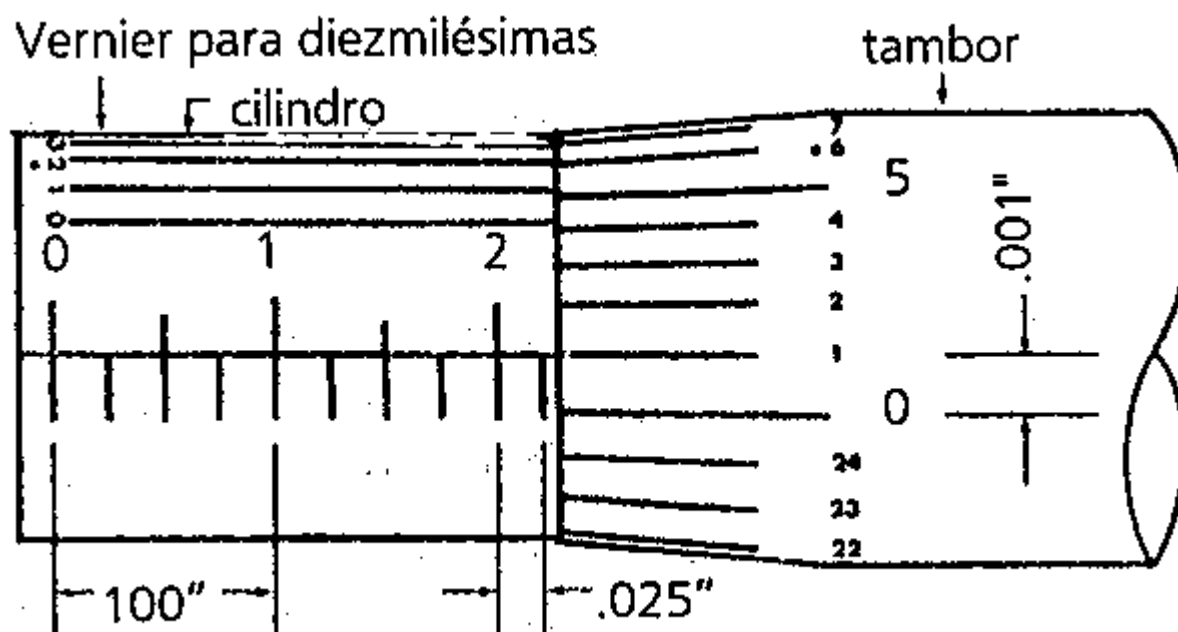


Figura N° 5

Para lecturas en milésimas de pulgadas primero tome la lectura del cilindro (observe que cada graduación corresponde a 0,25 de pulgadas) y luego la del tambor, sume las dos para obtener la lectura total.

Para el ejemplo mostrado en la figura N° 4

- 1.- Note que el tambor se ha detenido en un punto más allá del 2 sobre el cilindro y que indica 0,200" de pulgadas.
- 2.- Note que una línea adicional es visible entre la graduación con el 2 y el borde del tambor y que indican 0,025 " de pulgadas.
- 3.- La línea numerada 1 sobre el tambor coincide con la línea central del husillo, lo que significa 0,001" de pulgada adicional. Así:

a) Lectura sobre el cilindro	0,200"
b) Línea entre el 2 y el borde del tambor	0,025"
c) Línea del tambor coincidiendo a la línea central del cilindro	<u>0,001"</u>
Lectura total	0,226"

Para lecturas en diezmilésima de pulgadas.

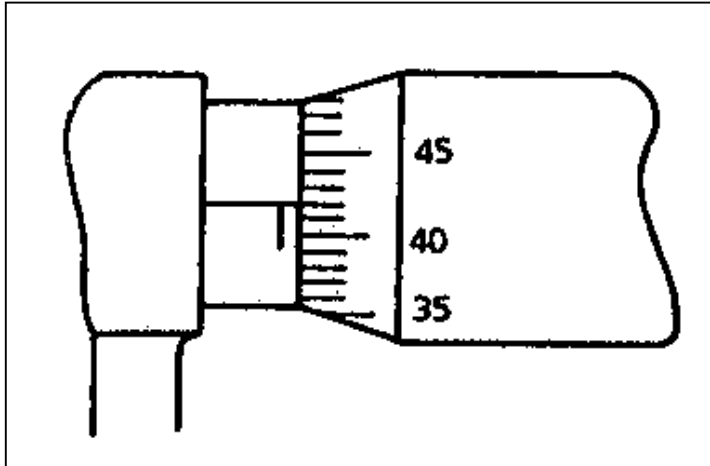
- 1.- Tome la lectura hasta milésimas de pulgada en la misma forma que en el ejemplo anterior. Cuando la línea central del cilindro queda entre dos líneas del tambor, la cantidad desconocida se lee utilizando la escala Vernier marcada sobre el cilindro.
- 2.- El Vernier sobre el cilindro proporciona lecturas con incrementos de 0,0001 de pulgada.
- 3.- Para leer el Vernier, encuentre cuál línea sobre la escala de éste coincide con una línea sobre el tambor y tome la lectura del número indicado a la izquierda de la escala Vernier, nunca tome el número del tambor.
- 4.- Note, en la figura N° 5, que la línea con el número 2 del Vernier coincide exactamente con una del tambor y que indica 0,0002 pulgadas. Así:

a) Lectura sobre el cilindro	0,200"
b) Línea entre el 2 y el borde del tambor	0,025"
c) El tambor ha pasado la línea sobre el cilindro	0,001"
d) Línea Vernier coincidiendo exactamente con la línea del tambor	<u>0,0002"</u>
Lectura total	0,2262"

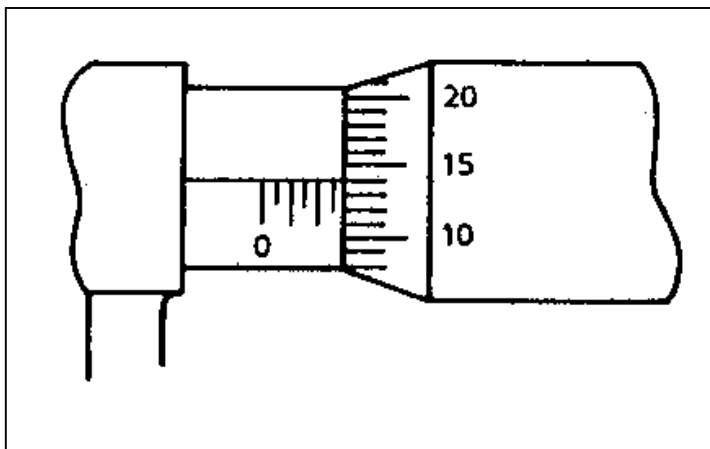
Aun cuando no se cuente con la escala Vernier sobre el cilindro, conviene estimar la lectura del tercer dígito decimal, en el caso de milímetros, o el cuarto dígito decimal, en el caso de pulgadas.

Ejemplo de lecturas:

1. cuál es la lectura de los micrómetros de la figura.



Lectura del cilindro:	0
Lectura del tambor	<u>0,42</u>
Lectura total	0,42



Lectura del cilindro	2,50
Lectura del tambor	<u>0,14</u>
Lectura total	2,64

Cuidados que se han de tomar con el Micrómetro

1. Al usar el micrómetro, hay que tratar con mucho cuidado los topes de medición, pues, cualquier pequeño defecto en ellos afectara la precisión total del micrómetro.
2. Nunca se ha de guardar el micrómetro con los topes de medición arrimados, teniendo en cuenta el acabado de sus superficies de contacto; la una hace presión sobre la otra, al cabo de cierto tiempo pueden aparecer puntos diminutos de corrosión.
3. Periódicamente, se debe limpiar con cuidado todo el polvo del micrómetro. El único punto del instrumento que se debe lubricar es el tornillo micrométrico; aplíquese en él aceite especial del tipo de las maquinas de coser.
4. Evitar golpes en el micrómetro.
5. No se debe girar el micrómetro asegurándolo únicamente por el manguito
6. El micrómetro se ha de guardar dentro de su propio estuche, en recinto seco y protegido de la influencia directa del calor y del sol.

Diferentes tipos de micrómetros

Todos los micrómetros destinados a medir exteriores, poseen escalas que permiten una lectura a lo largo de 25 mm o 1”.

Así pues, de acuerdo con la medida o tamaño de la pieza objeto de control, existen instrumentos con:

0 – 25 mm; 25 – 50 mm; 50 – 75 mm; 75 – 100 mm; etc.

Es muy frecuente en un taller la necesidad de tomar medidas a diferentes tipos de piezas o herramientas.

Para estos casos, existen diferentes tipos de micrómetros, de los cuales damos a seguir algunos ejemplos, con sus aplicaciones.

Micrómetros para aplicación especial

Micrómetro para tubo

Este tipo de micrómetro está diseñado para medir el espesor de la pared de partes tubulares, tales como cilindros y collares. Los siguientes tipos están disponibles.

1. Tope fijo esférico
2. Tope fijo y de husillo esférico
3. Tope fijo tipo cilíndrico

Tipo tope fijo esférico

La figura N° 6 muestra un micrómetro con tope fijo esférico. La superficie esférica permite medir el espesor de la pared de tubos y otras partes con paredes cilíndricas. Las mediciones se toman poniendo en contacto la superficie esférica con la superficie interna de un tubo y el tope del husillo con la superficie externa.

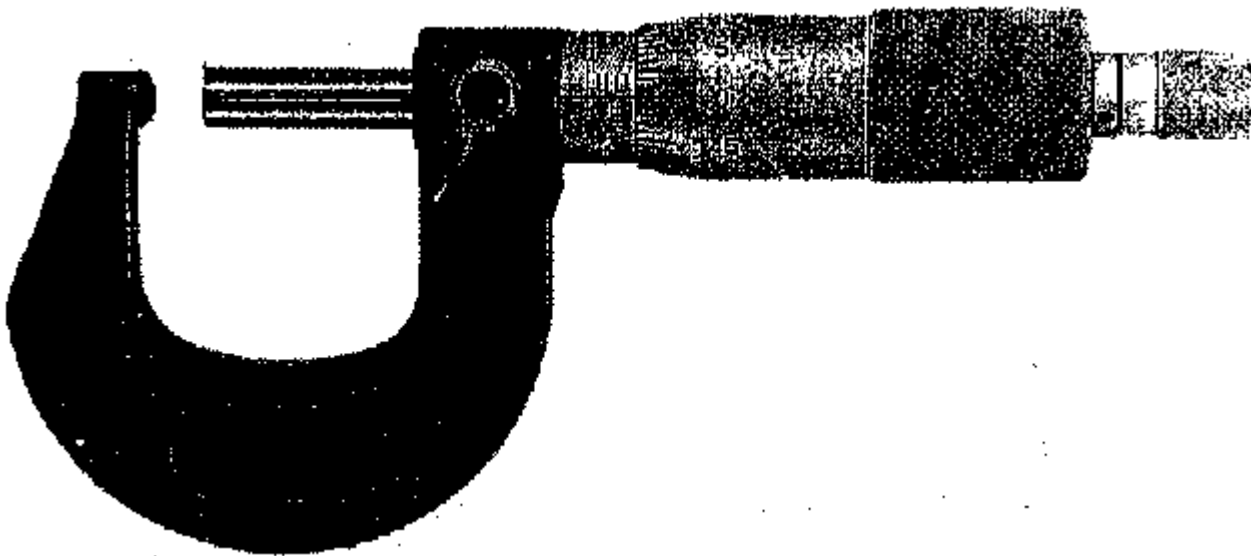


Figura N° 6

Tipo con ambos topes esféricos

Ambos topes de medición son esféricos, como lo muestra la figura N° 7. Este tipo es útil para medir el espesor de pared de tubos de forma especial con una superficie exterior no circular, lo que un husillo plano no podría medir con exactitud.

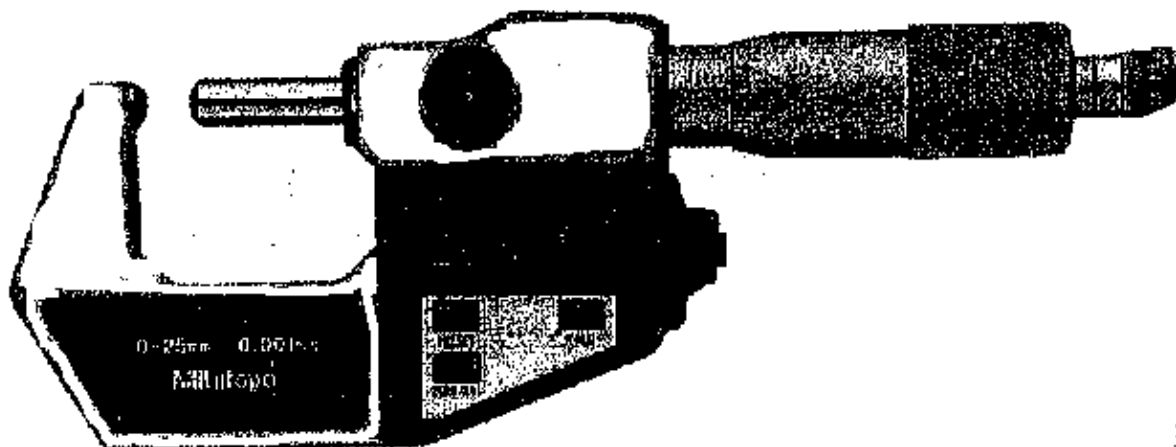


Figura N° 7

Tipo tope cilíndrico

Este tipo de micrómetro es utilizado para medir el espesor de pared de tubos con pequeño diámetro interior, la forma del tope del husillo puede ser plana o esférica. Requiere cuidado especial durante la medición porque el tope largo y delgado está sujeto a flexión o deformación cuando se aplica una fuerza de medición excesiva. Para evitar este problema la fuerza de medición en el trinquete es menor que la del micrómetro estándar de exteriores, ver figura N° 8.

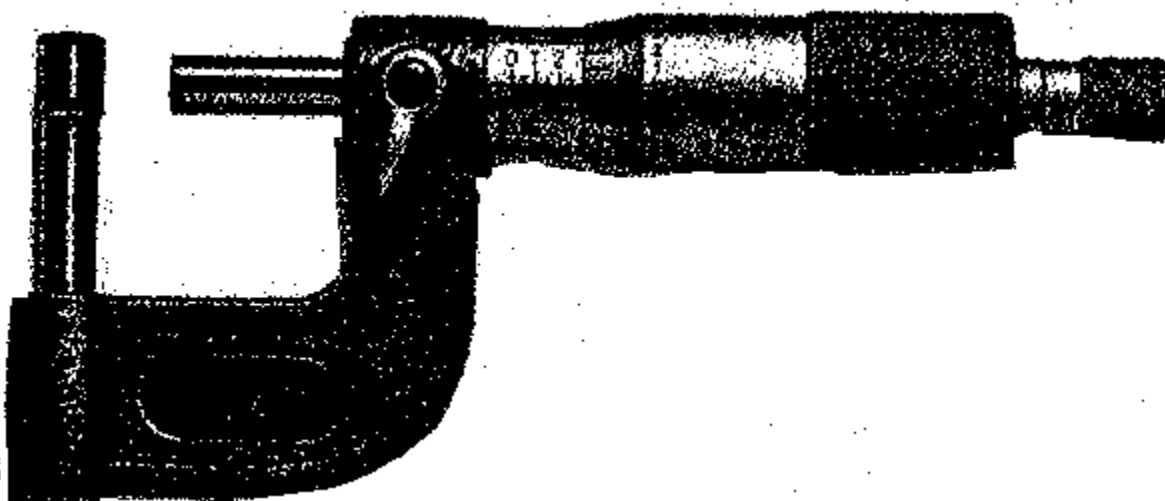


Figura N° 8

Micrómetros para dimensiones mayores a 25 mm

Para medir dimensiones exteriores mayores a 25 mm (1 pulgada) se tienen dos opciones. La primera consiste en utilizar una serie de micrómetros, para mediciones de 25 a 50 mm (1 a 2 pulgadas), 50 a 75 mm (2 a 3 pulgadas), etcétera. La segunda consiste en utilizar un micrómetro con un rango de medición de 25 mm y arco grande con tope intercambiable ver figura N° 9

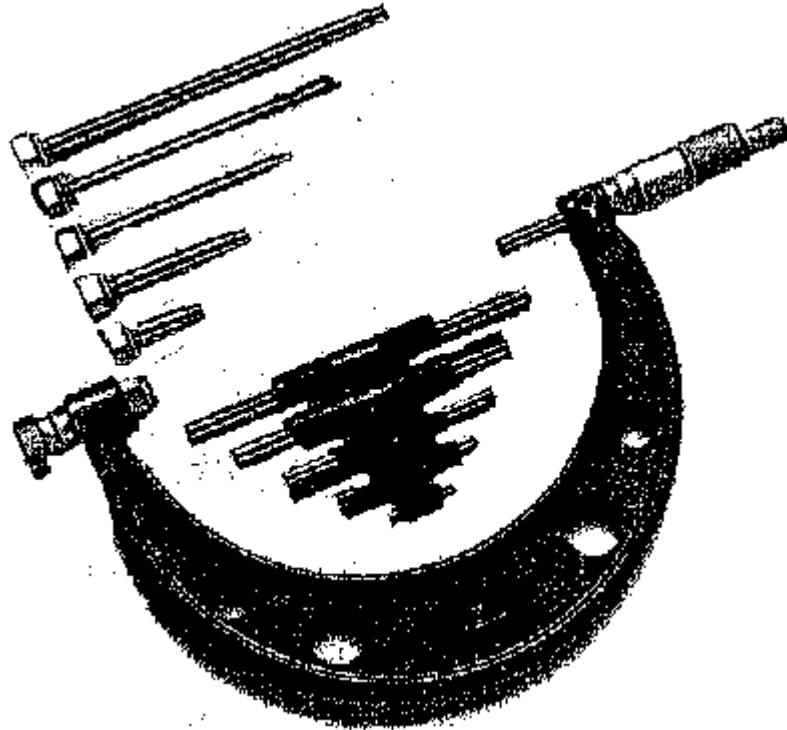


Figura N° 9

Micrómetro de Interior tipo calibrador

La estructura del tambor y cilindro es la misma que la del micrómetro normal de exteriores. La estructura interna del micrómetro de interiores tipo calibrador, el husillo pasa a través de un tubo al cual está montada la punta fija. Las graduaciones están dadas en la dirección opuesta respecto de un micrómetro normal de exterior.

Para medir diámetros de agujeros con micrómetro de interiores tipo calibrador deben insertarse los vástagos de las puntas de medición dentro del agujero y girar dos o tres vueltas adicionales el tambor hasta después que el trinquete comience a sonar. En este caso, mueva ligeramente una punta hacia delante y hacia atrás a lo largo de la circunferencia del agujero mientras gira con lentitud el trinquete. Este ajuste es necesario para obtener el diámetro real del agujero.

La figura N° 10 representa un micrómetro de interior tipo calibrador.

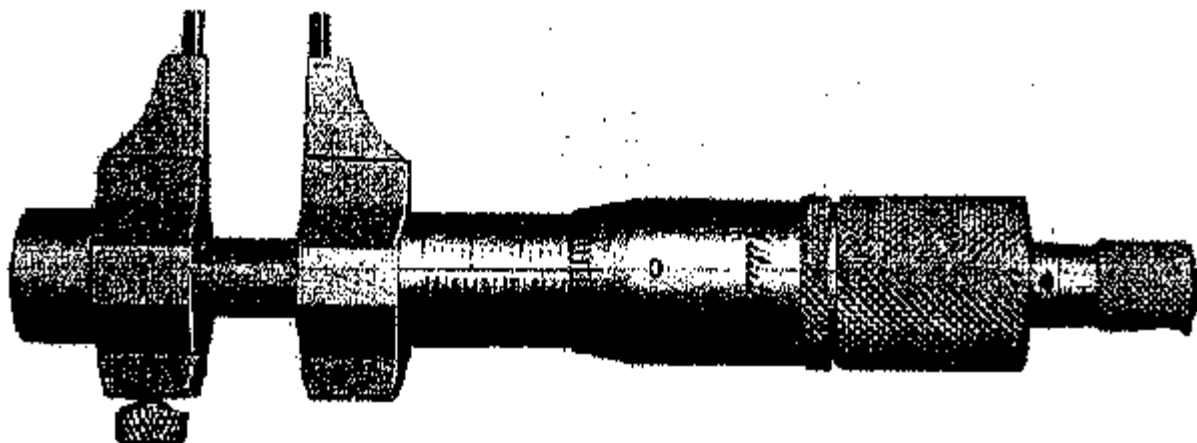


Figura N° 10

Micrómetro de profundidades tipo varilla simple

Como puede apreciarse en la figura N° 11, este micrómetro consiste de una cabeza micrométrica, un husillo y una base. La construcción del cilindro y el tambor es la misma que la del micrómetro normal de exteriores, pero las graduaciones están dadas en la dirección inversa. El rango de medición típico (recorrido del husillo) es de 25 mm.

La superficie externa del husillo sirve como cara de medición. La base está hecha de acero endurecido. Debido a que la superficie inferior de la base se utiliza como superficie de referencia, está lapeada con exactitud a un alto grado de planitud.

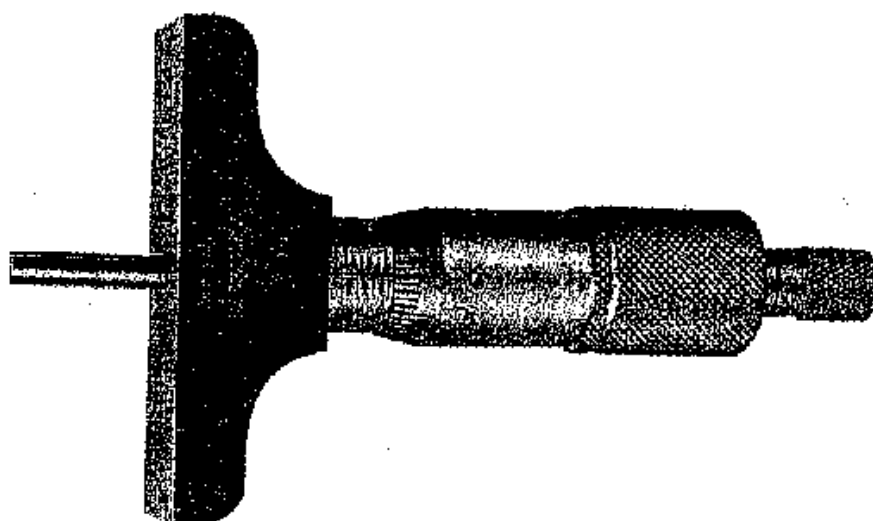


Figura N° 11

Micrómetros digitales

Lectura analógica contra lectura digital

Cuando el diámetro de una barra redonda o el espesor de una lamina se mide con un micrómetro convencional, la medición la indica una escala analógica.

Si el valor de la dimensión pudiera expresarse, se requeriría un numero infinito de dígitos decimales. Cuando una dimensión puede representarse mediante un numero finito de dígitos, digamos 10,24 mm o 10,25 mm, este numero es realmente la mejor estimación que el inspector puede leer sobre la escala de su instrumento. En otras palabras, el inspector ha convertido, basado en su juicio el valor análogo en un valor digital. Un instrumento de medición capaz de proporcionar valores digitales elimina la necesidad de que el inspector emita un juicio al leer la escala.

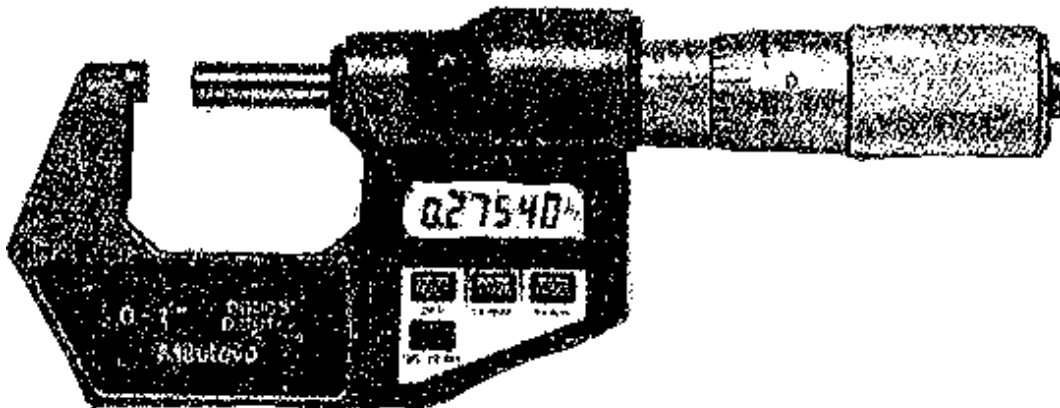


Figura N° 12

APUNTES DE CALIBRES

Medidor de ranuras de anillo de pistón

Introducción

En las evaluaciones realizadas para determinar el desgaste producido en las ranuras de los anillos de pistón se utiliza una herramienta tipo calibre, que permite determinar en forma rápida la reutilización del pistón. Normalmente disponemos dos tipos, una que consiste en un juego de calibres o placas, 6 para pistones con anillos rectos n/p 5P3519 (ver figura N° 1) y 7 para anillos tipo keystone o cuña n/p 1U6431 (ver figura N° 2), y otro tipo calibre “pasa o no pasa” (ver figura N° 3).

Este desgaste que debe ser controlado ya que, si excede las especificaciones recomendadas ocasionara perdidas de potencia en el motor. Para un uso adecuado siempre debe consultar las instrucciones especiales que vienen con las herramientas y los manuales de servicios.



Figura N° 1



Figura N° 2



Figura N° 3

Uso adecuado del juego de calibres tipo keystone

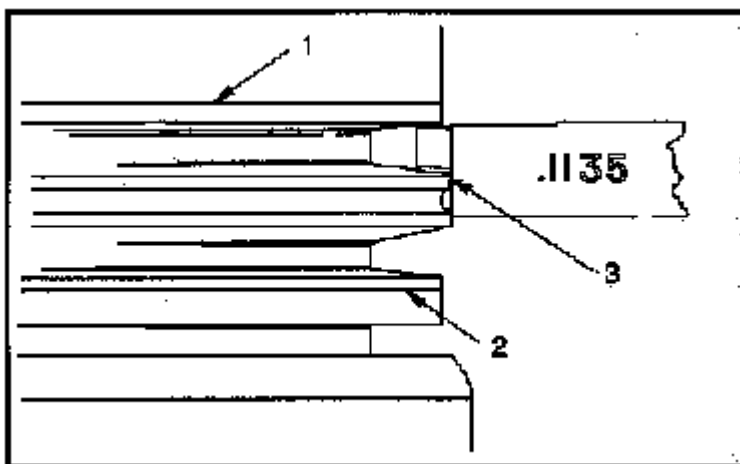


Figura N°4

Para la ranura del anillo superior

Si no hay una claridad en el punto 3 no debe ser utilizado el pistón.

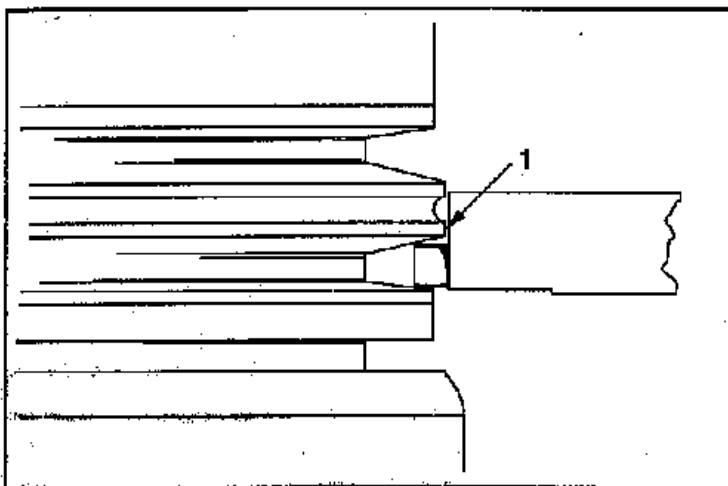


Figura N° 5

Para la ranura del segundo anillo

Se coloca el calibre de acuerdo a lo mostrado en la figura, si no hay una claridad en el punto 1, no debe ser utilizado el pistón.

Para los calibres tipo pasa o no pasa, el procedimiento es mas sencillo, se coloca el calibre como se muestra en la figura y si existe juego axial el pistón no debe ser usado.

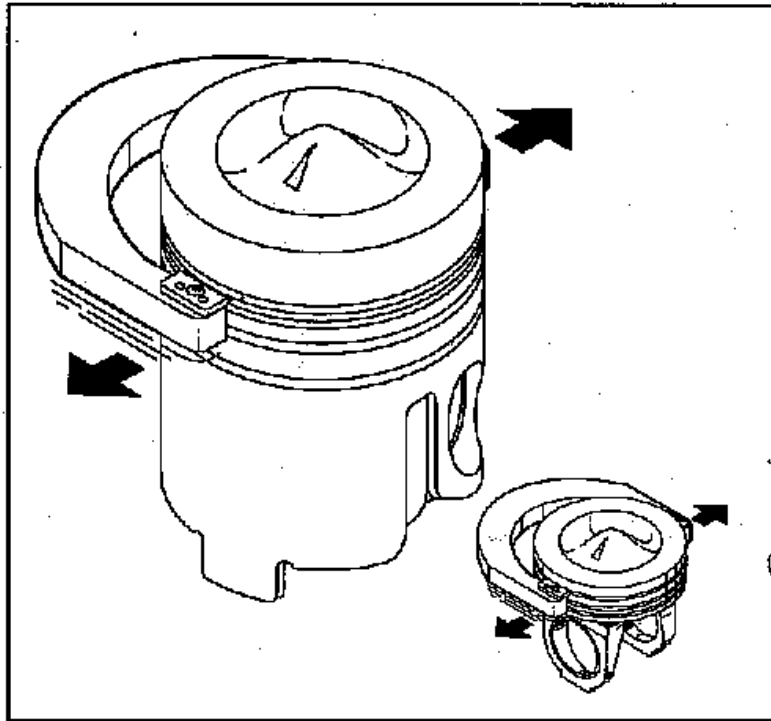


Figura N° 6

Juego de identificación de roscas

Introducción

La finalidad del cuenta hilos o juego de identificación de roscas, es determinar en forma exacta el tipo y paso de los hilos o roscas que tiene determinado perno, tornillo u orificio. Consta de varias hojas o laminas, cada una de las cuales tiene las medidas exactas del filete o hilo que está marcado en la misma.

En general los cuenta hilos se construyen para diferentes tipos de hilos que son: Whitworth, Milimétrico y Sellers (americano).

Las hojas de los cuenta hilos dan lugar a la apreciación del paso entre los hilos, no relacionándolos con el diámetro de la pieza medida.

Cada hoja lleva grabado el numero de hilos por pulgadas y el paso en decimal de pulgada (Whitworth) o bien el paso en milímetros solamente.

Es conveniente, cuando los dientes de un tornillo son pequeños colocarlos frente a una luz, para que de esta forma pueda apreciarse la diferencia de los mismos, cuyas medidas son a veces muy semejantes entre los distintos tipos de hilos.

Además se recomienda mantener limpio el cuenta hilos y la pieza a medir, para que puedan entrar en contacto todos los dientes de la pieza medida con los del cuenta hilo, y evitar cometer errores en la apreciación de la medida realizada.

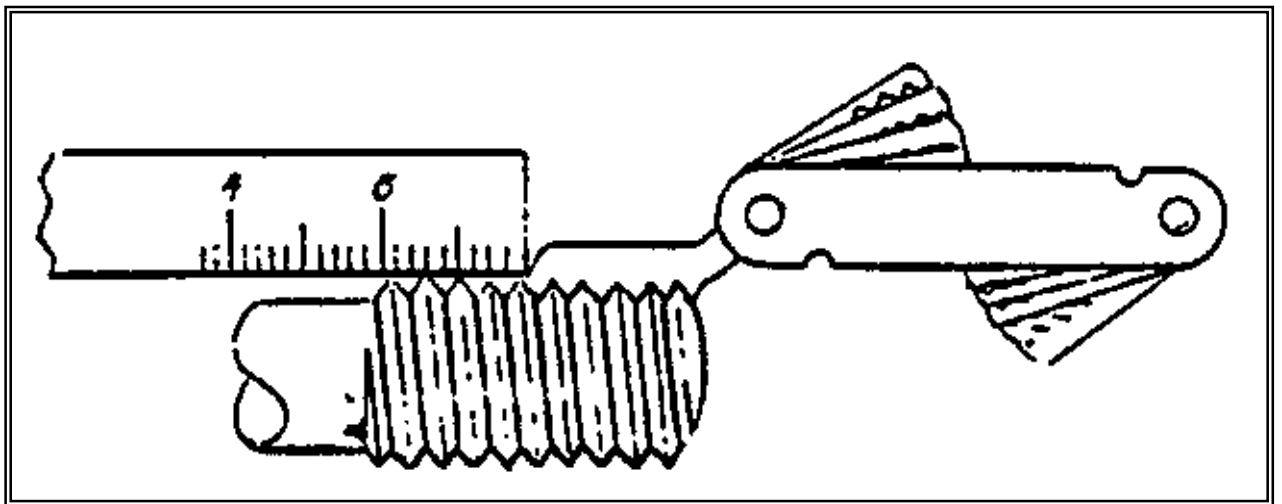


Figura N° 7

Juego de espesores (lainas o Filler)

Estos medidores consisten en láminas delgadas que tienen marcado su espesor y que son utilizadas para medir pequeñas aberturas o ranuras. El método de medición consiste en introducir una lana dentro de la abertura, si entra fácilmente se prueba con la mayor siguiente disponible, si no entra vuelve a utilizarse la anterior.

Los juegos de lainas se mantienen juntos mediante un tornillo que atraviesa un agujero que tienen en un extremo. Debe tenerse cuidado de no forzar las lainas ni introducirlas en ranuras que tengan rebabas o superficies ásperas porque esto las dañarían.

Existen juegos con diversas cantidades de lainas y pasos de 0,01 mm (0,001 pulgada). Es posible combinar las lainas para obtener medidas diferentes. Los espesores van de 0,03 a 0,2 mm (0,0015 a 0,025 pulgadas).

La longitud de las lainas puede variar y ser del mismo espesor en toda su longitud o tener una pendiente cónica en un extremo.

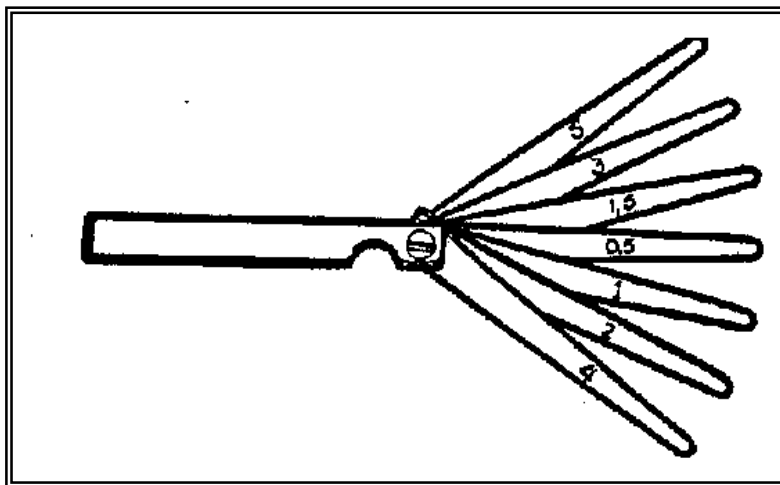


Figura N° 8

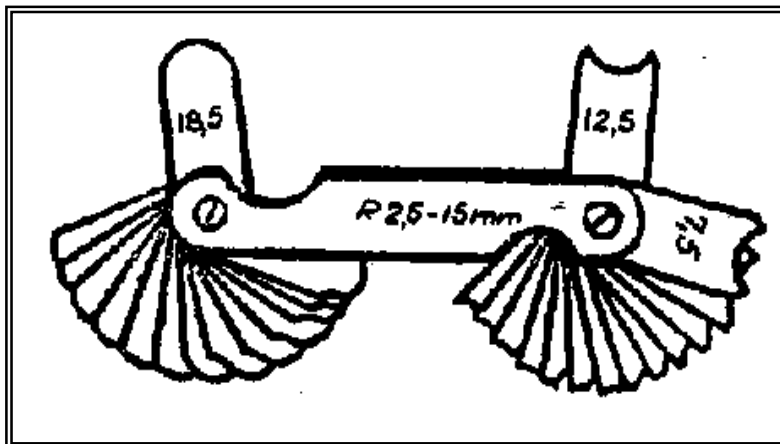


Figura N° 9

DESARROLLO**MODULO III: COMPARADOR DE CARATULAS**

El propósito de este modulo es entregar a los estudiantes los conocimientos necesarios para el uso correcto de los indicadores de carátula o reloj Comparador.

Utilizando las hojas de trabajo, los estudiantes desarrollaran el laboratorio correspondiente

OBJETIVO DEL MODULO

Al termino de este modulo, el estudiante estará en capacidad de:

1. Realizar mediciones correctas de acuerdo a los procedimientos entregados.

INFORMACION PRELIMINAR**Lección: Introducción**

Los estudiantes conocerán los aspectos más importantes de los instrumentos, y recibirán el entrenamiento adecuado para tomar mediciones correctas.

LABORATORIO DE CLASES

Los estudiantes desarrollaran la hoja de trabajo N° 4

MATERIAL NECESARIO

- Apuntes Metrologia N° 5
- Hoja de trabajo N° 4
- Comparador de carátula

APUNTES DE COMPARADOR

RELOJ COMPARADOR

Introducción:

Relojes Comparadores se emplean para medir longitudes, cuando se trata de comprobar diferencias de un determinado valor de medición. La precisión de lectura es de 1/100 mm, para llevar a cabo las mediciones, se necesitan dispositivos fijadores especiales y para mediciones interiores, además varillas de transmisión.

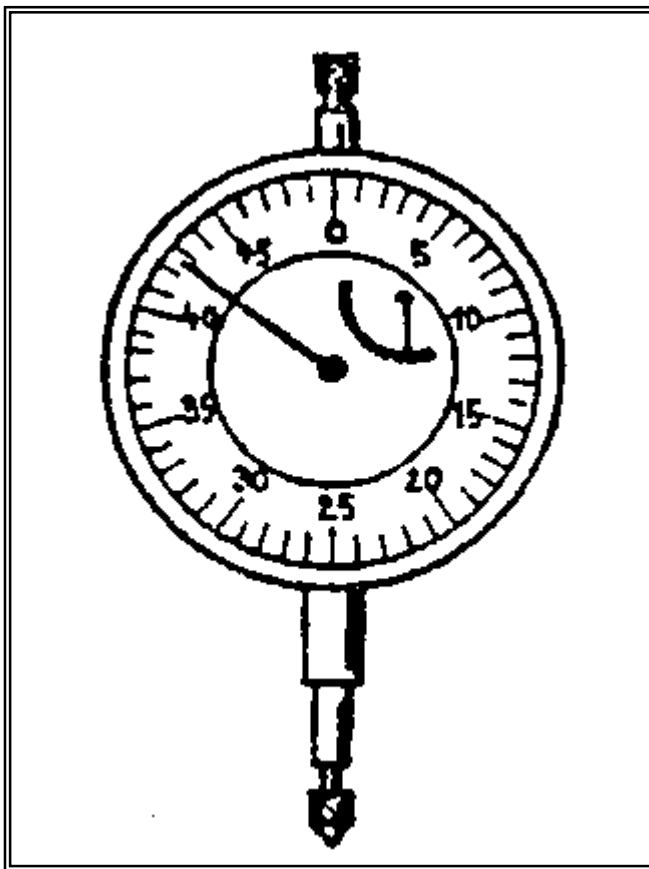


Figura N° 1

Designación / empleo

Reloj Comparador con:

- a) 3 mm de alcance de medición sin o con marcas de tolerancia.
- b) 10 mm de alcance de medición sin o con marcas de tolerancia.

(aguja pequeña para lectura en mm y agujas grandes para lectura en 1/100 mm)

Dispositivos fijadores:

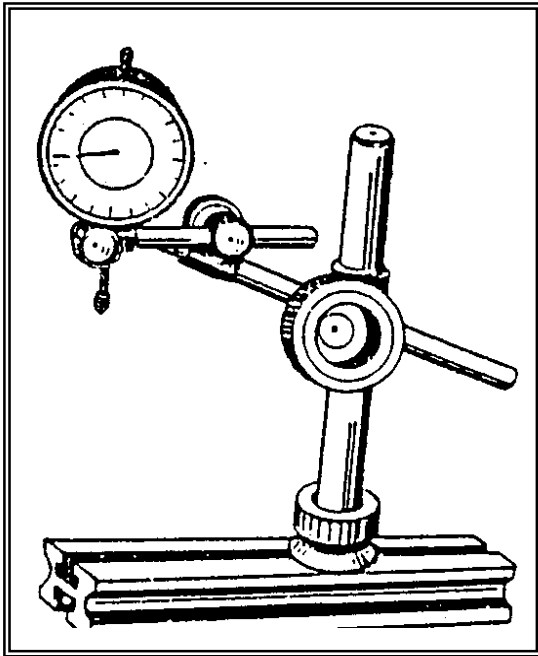


Figura N° 2

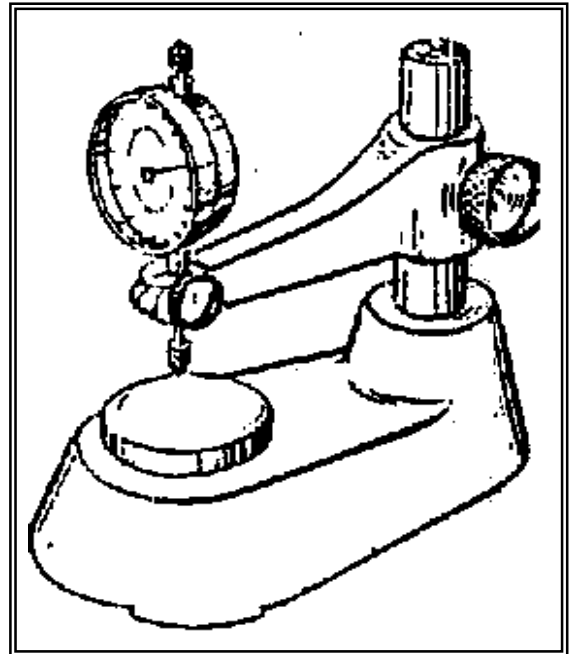
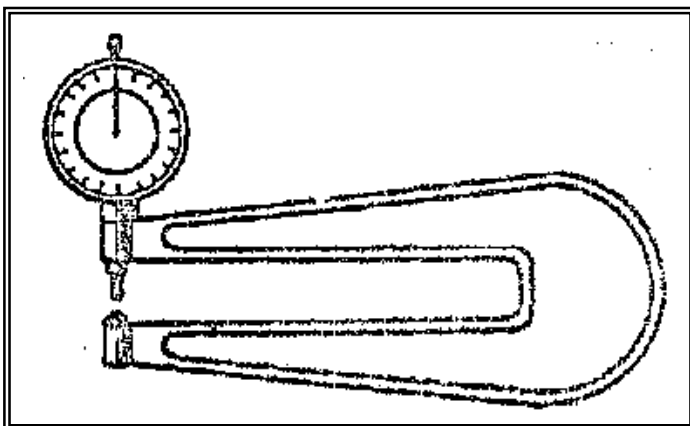


Figura N° 3



medición para medir grosores.

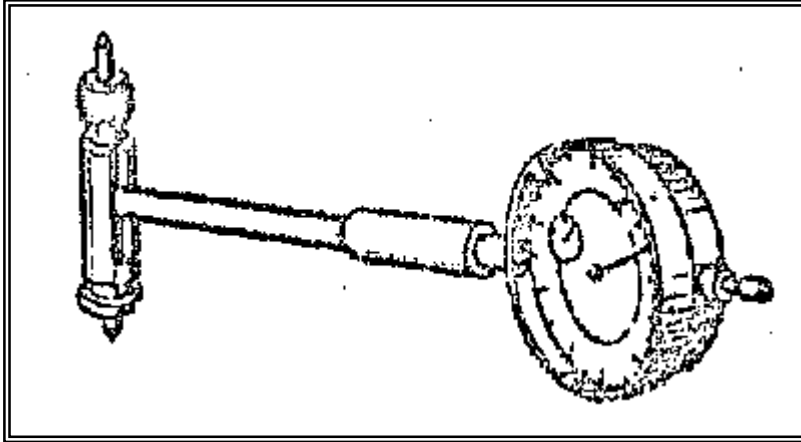
Figura N° 4

a) Figura N°2, Reloj Comparador con soporte de medición para el empleo en maquinas de herramientas.

b) Figura N° 3, Reloj Comparador con mesa de medición para lugares de medición.

Figura N° 4

c) Figura N° 4, Reloj Comparador con arco de



d) Figura N° 5, Reloj Comparador con varilla de transmisión para medición de interiores.

Figura N° 5

La figura N° 6 muestra los componentes externos de un reloj indicador de carátula.

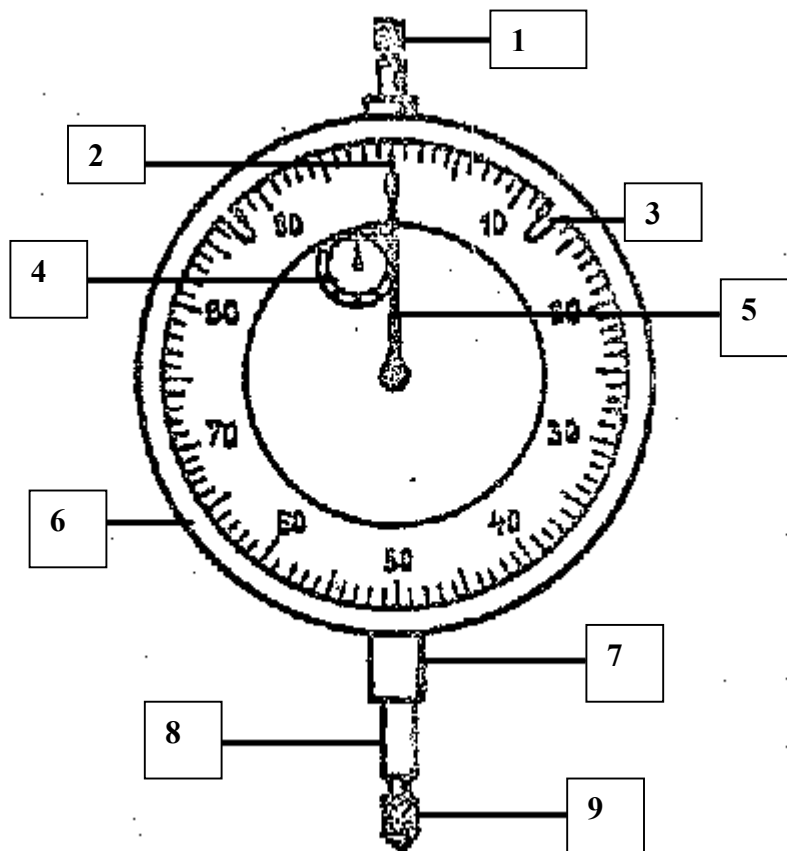


Figura N° 6
Componentes Externos

1. Capuchón
2. Carátula
3. Indicador pasa / o no pasa
4. Aguja cuenta vueltas
5. Aguja principal
6. Arillo
7. Vástago
8. Husillo
9. Punta de contacto

Medición con indicadores de carátula

Al tratar de realizar mediciones de longitud con un indicador de carátula, el usuario se percata de que éste no es un instrumento completo, ya que debe complementarse con algún dispositivo que permita sujetarlo firmemente y alinearlos en la dirección en la que se realizará la medición y, además, contar con una superficie de referencia con respecto a la cual realizar las mediciones (figura N° 7).

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 más común de los indicadores.

Para llevarla a cabo se procede como lo ilustra la figura N° 8 y como se describe a continuación.

- a) Se coloca el indicador en un soporte adecuado a la longitud de lo que se pretende medir.
- b) Se inserta un bloque patrón de longitud conveniente entre la superficie de referencia del soporte y la punta de contacto del indicador.
- c) 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.
- d) Se retira el bloque patrón y se inserta la pieza por medir.
- e) Se lee sobre la carátula la variación que representa cuanto 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 utilizados para el ajuste del cero.

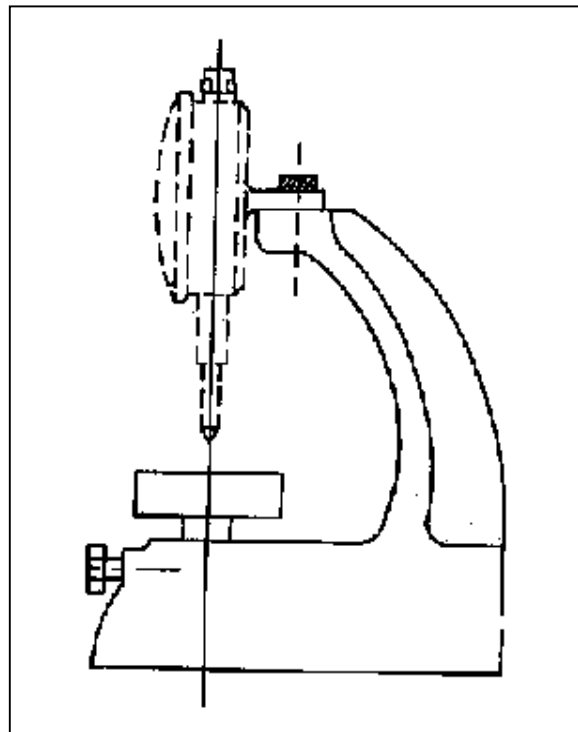


Figura N° 7

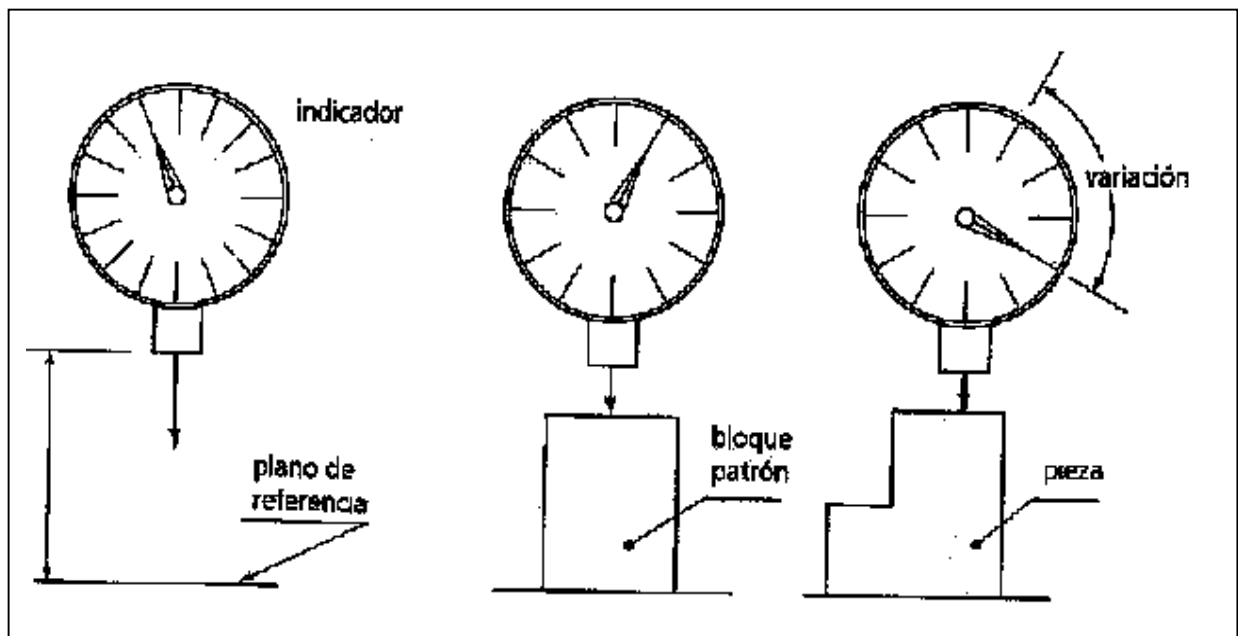


Figura N° 8

Mediciones de excentricidades

En mediciones de excentricidades con el reloj Comparador en piezas de trabajo entre puntas, el eje del reloj Comparador debe estar siempre en posición rectangular con relación al eje de la pieza de trabajo.

La excentricidad se calcula de la carrera medida (H):

$$e = \frac{H}{2}$$

Medición del giro redondo de una pieza de trabajo:

Se ajusta el reloj Comparador con tensión previa a cero. Si, al ser girado lentamente la pieza de trabajo, no aparece en el reloj Comparador una desviación de la aguja, la pieza de trabajo es impecable, pero cuando se nota desviación de la aguja, entonces indica la diferencia entre el valor máximo y el valor mínimo la carrera (golpe); la excentricidad es la mitad, o sea:

$$e = \frac{H}{2}$$

Hay que repetir la medición en varios sitios (ver figura N° 9)

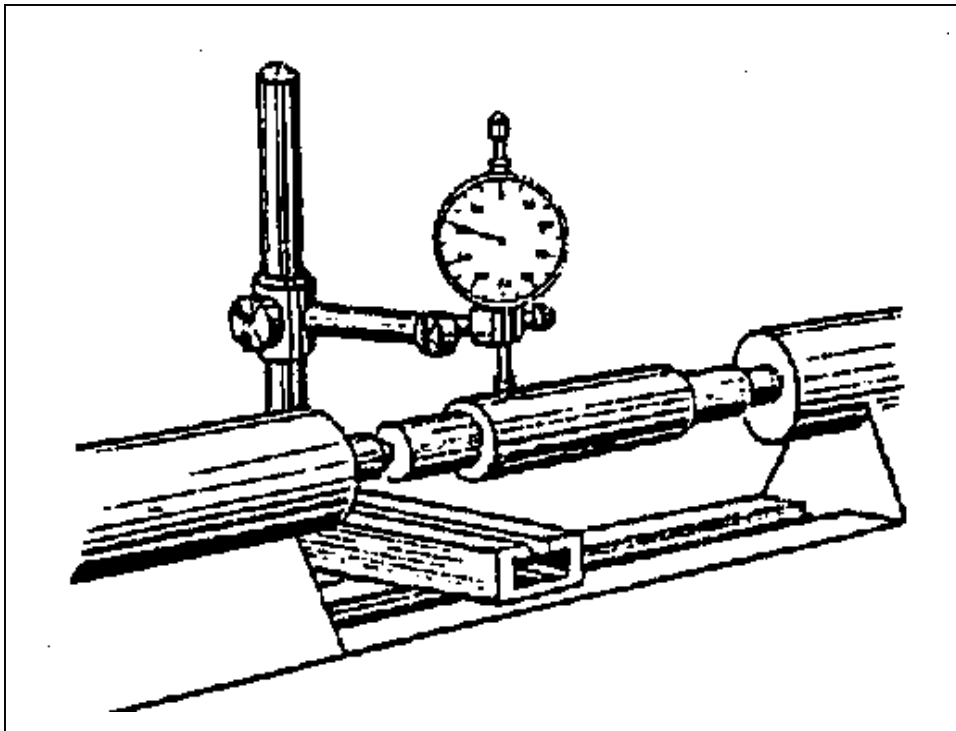


Figura N° 9

Medición de excentricidad de superficies paralelas:

En este caso, hay que prestar atención a que la superficie destinada a la medición esté alineada paralelamente con relación a la superficie de apoyo de la columna de medición.

Esta posición será controlada mediante el desplazamiento de la columna de medición no debiendo desviarse entonces la aguja del reloj Comparador. A continuación se lee el reloj Comparador, se gira la superficie inferior hacia arriba, se restablece nuevamente el paralelismo y se vuelve a leer.

En caso que las dos mediciones no difieran, las superficies son simétricas con relación al centro.

Si hubiese una diferencia (carrera), resultará de ello la excentricidad:

$$e = \frac{H}{2}$$

ver figura N° 10

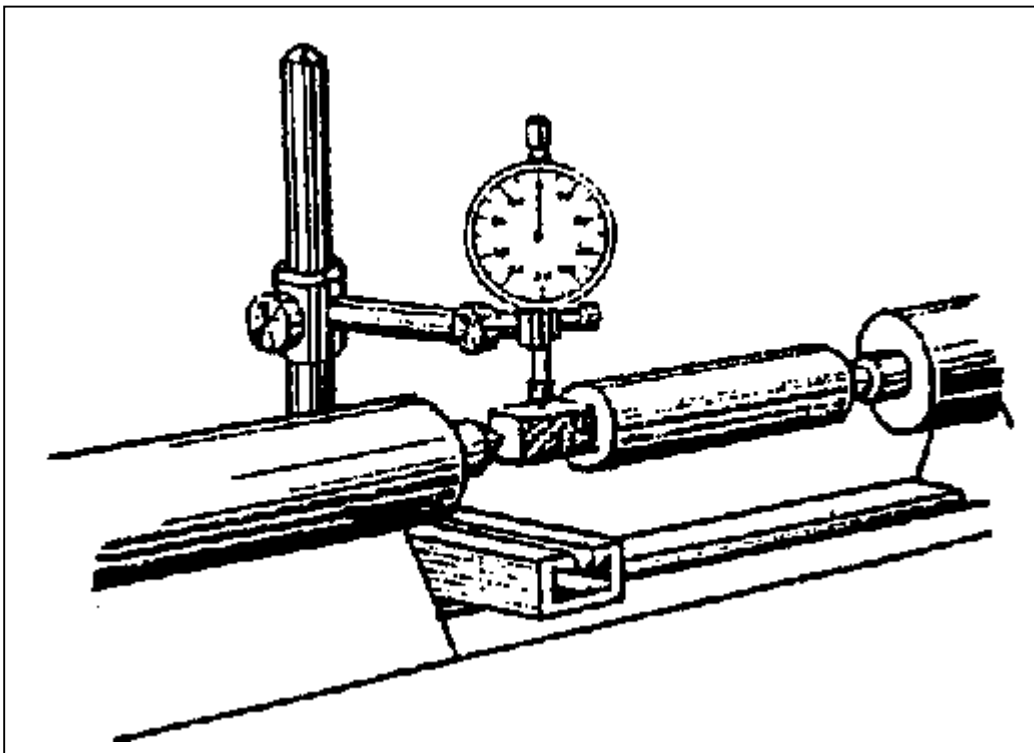


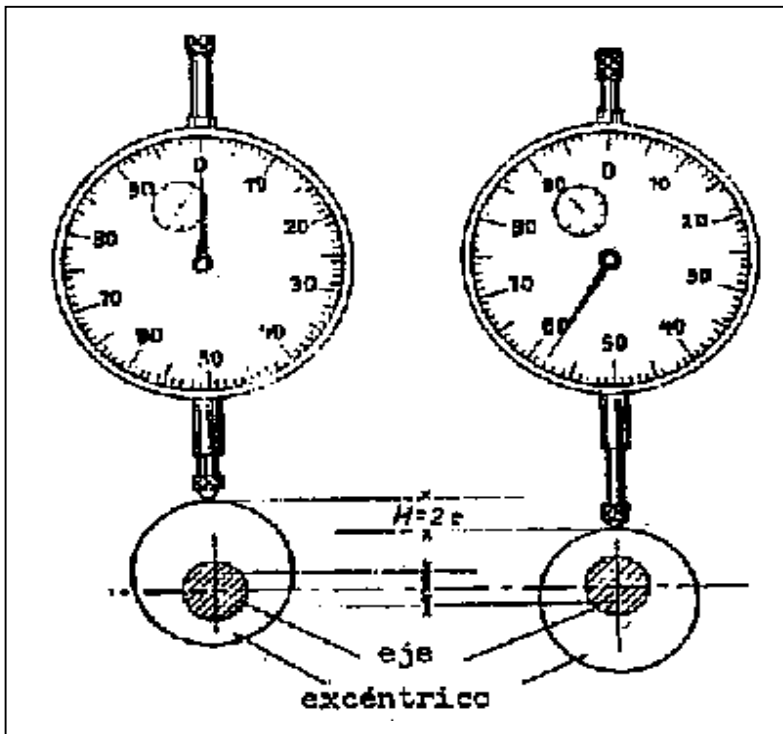
Figura N° 10

Medición de una carrera excéntrica:

Se lee el reloj Comparador una vez en la posición más alta (M_1) y una vez en la posición más baja (M_2) del excéntrico.

Carrera del excéntrico: $H = M_1 - M_2$

Excentricidad : $e = \frac{H}{2} = \frac{M_1 - M_2}{2}$



Ejemplo:

$$M_1 = 9,00$$

$$M_2 = 1,58$$

$$H = 7,42$$

$$e = \frac{7,42}{2} = 3,71 \text{ mm}$$

Figura N° 11

Si hay marcas de tolerancia, éstas pueden ser ajustadas de caso a caso a la diferencias admitidas.

$$\begin{array}{rcccl} + & 0,1 \text{ mm} & = & + & 10/100 \\ - & & & - & \end{array}$$

Todas las piezas de trabajo, a cuya medición la aguja se encuentran entre las marcas de tolerancia, pueden considerarse como inmejorables por lo que refiere las medidas.

Medidores de agujeros con indicador de Carátula

La medición de agujeros es una de las aplicaciones usuales del indicador de carátula. Un medidor de agujeros con indicador de carátula (en lo sucesivo medidor de agujeros) es muy fácil de manejar y es útil para medir agujeros de una misma dimensión específica. Algunos medidores de agujeros pueden medir diámetros de agujeros profundos con la ayuda de una barra de extensión.

Los medidores de agujeros se dividen en dos tipos, lo que depende del tipo de cambio de dirección del desplazamiento de las puntas de contacto: (1) tipo leva y (2) tipo cono.

En la clasificación de estos dispositivos se aplican las siguientes definiciones dadas en la norma JIS B 7515-1982:

1. El medidor de agujeros con indicador de carátula es un instrumento en el cual el desplazamiento de una punta se transmite mecánicamente, en dirección perpendicular a su desplazamiento, a un indicador de carátula integrado donde es posible leerlo.
2. El rango efectivo de medición es el rango operativo de la punta dentro del cual se garantiza el desempeño del medidor de agujeros. En general, es el rango cuyo origen es la posición en la cual la punta está presionada 0,1 mm y cuyo fin es cuando la punta está presionada 1,2 mm más.

Tipos y construcción

En los medidores de agujeros el desplazamiento de la punta se transmite en ángulo recto, por tanto, hay disponibles, en el mercado, levas de varias formas, como lo muestra la figura N° 1.

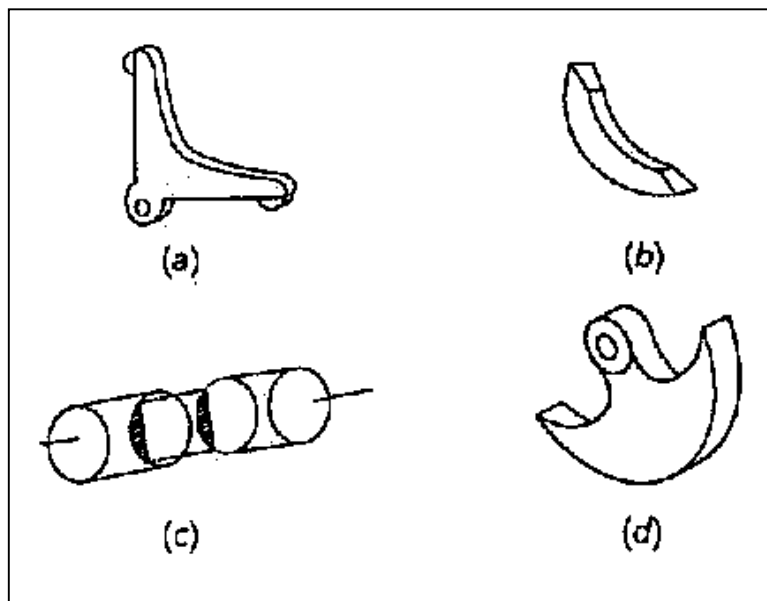


Figura N° 1

Medidor de agujeros grandes (ϕ 18 a ϕ 400 mm)

La figura N° 2 muestra la vista externa y el nombre de los componentes de un medidor de agujeros grandes.

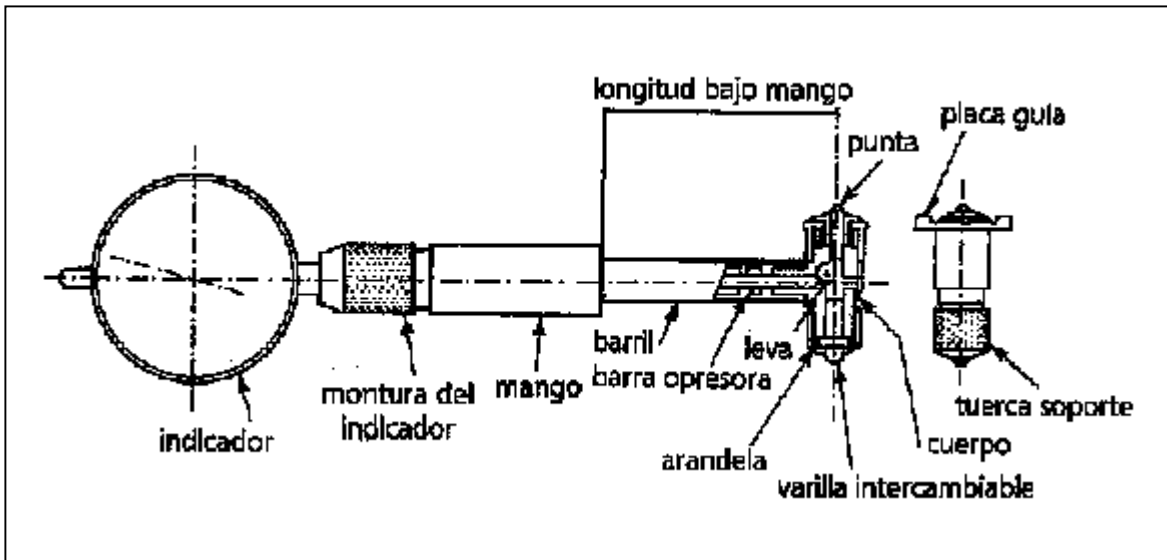


Figura N° 2

La norma JIS correspondiente especifica que el rango de desplazamiento de la punta deberá ser mayor que 1,4 mm; por lo tanto, después de restar un margen de 0,1 mm en cada extremo, el rango de medición efectivo será de 1,2 mm. La exactitud de la medición se garantiza dentro de este rango efectivo de medición.

Con el objeto de fijar un rango de medición del medidor de agujeros acorde con el diámetro que pretende medirse, se utiliza la combinación de una varilla intercambiable y un determinado número de rondanas (arandelas); la primera es útil para lograr un ajuste aproximado al diámetro deseado y las segundas para el ajuste fino. Es preciso seleccionar una varilla intercambiable apropiada para que la dimensión por medir quede cerca del centro del rango efectivo de medición. Por otro lado, los espesores de las rondanas intercambiables sólo difieren 0,5 mm.

Cuando una varilla intercambiable se coloca en posición, la punta queda 0,7 mm mayor que la dimensión deseada. (ver tabla)

Rango de medición	Varillas intercambiables		Arandelas intercambiables		Profundidad medida	Observ.
18 – 35	18,20,22 -34	9 piezas	0,5, 1	2 piezas	100 (500)	
35 – 60	35,40,45-60	6 piezas	0,5, 1, 2, 3	4 piezas	150 (1000)	
50 – 100	50,55,60-100	11 piezas	0,5, 1, 2, 3	4 piezas	150 (1000)	
50 – 150	50,55,60-100	11 piezas	0,5, 1, 2, 3	4 piezas	150 (1000)	a
100 – 160	100,105,110 – 160	13 piezas	0,5, 1, 2, 3	4 piezas	150 (1000)	
160 – 250	160,175,190 – 235	6 piezas	0,5, 1, 2 – 6	4 piezas	250 (1000)	
250 – 400	250,265,280 – 310	5 piezas	0,5, 1, 2 – 6	7 piezas	250 (1000)	b

a; El medidor de agujeros de 50 – 150 mm de rango se suministra con un subyunque de 50 mm y el de 250 – 400 mm de rango con un subyunque de 75 mm.

b; Los números entre paréntesis en la columna de profundidad de medición muestran las dimensiones máximas cuando se usa varilla de extensión.

Medidor de agujeros pequeños (ϕ 6 a ϕ 18,5 mm)

La figura N° 3 muestra la vista externa y el nombre de cada componente del medidor de agujeros pequeños, el cual se clasifica en los dos tipos siguientes, lo que depende de su rango de medición.

- Para rango de ϕ 6 a ϕ 10 mm
- Para rango de ϕ 10 a ϕ 18,5 mm

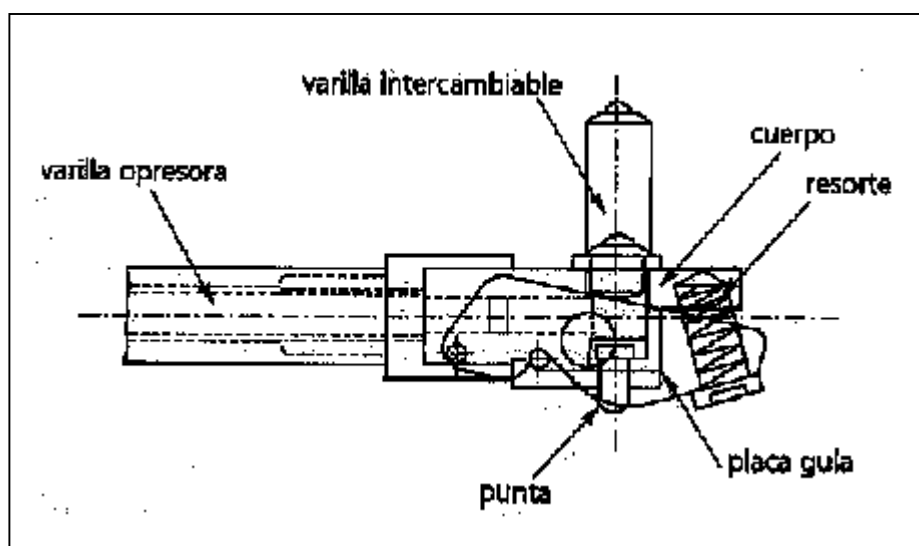


Figura N° 3

Los rangos de efectivos de medición de estos dos tipos los muestran las figuras N° 4 y N° 5, respectivamente. El tipo a) tiene un rango efectivo de medición de 0,5 mm, mientras que el del tipo b) es de 0,6 mm dentro de los rangos antes descritos; la exactitud de cada medidor se garantiza cuando es necesario cambiar el rango de medición. El tipo a) utiliza únicamente una varilla intercambiable y el tipo b) utiliza una combinación de varillas intercambiables y rondana (ver figura N° 6 y N° 7).

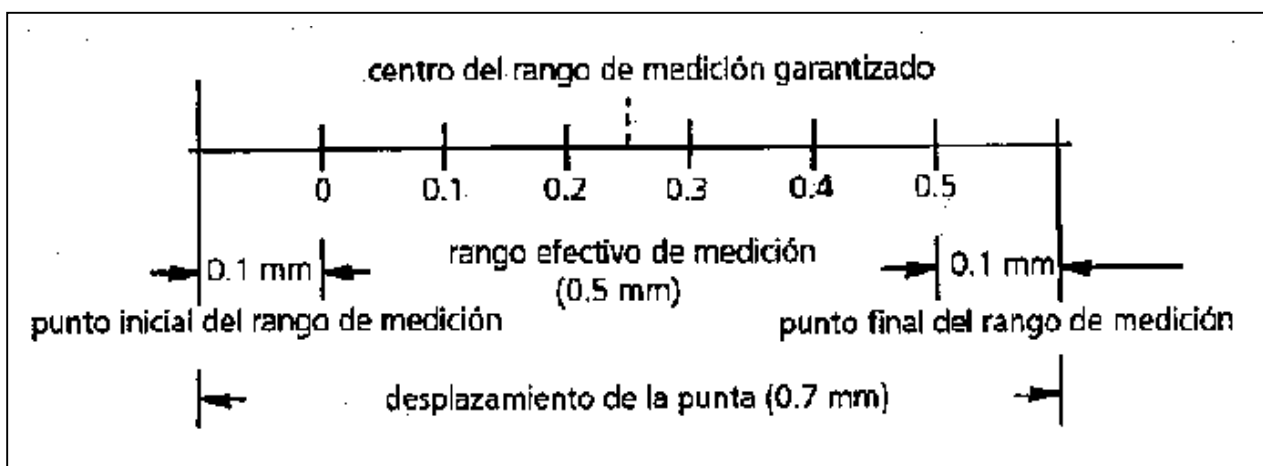


Figura N° 4

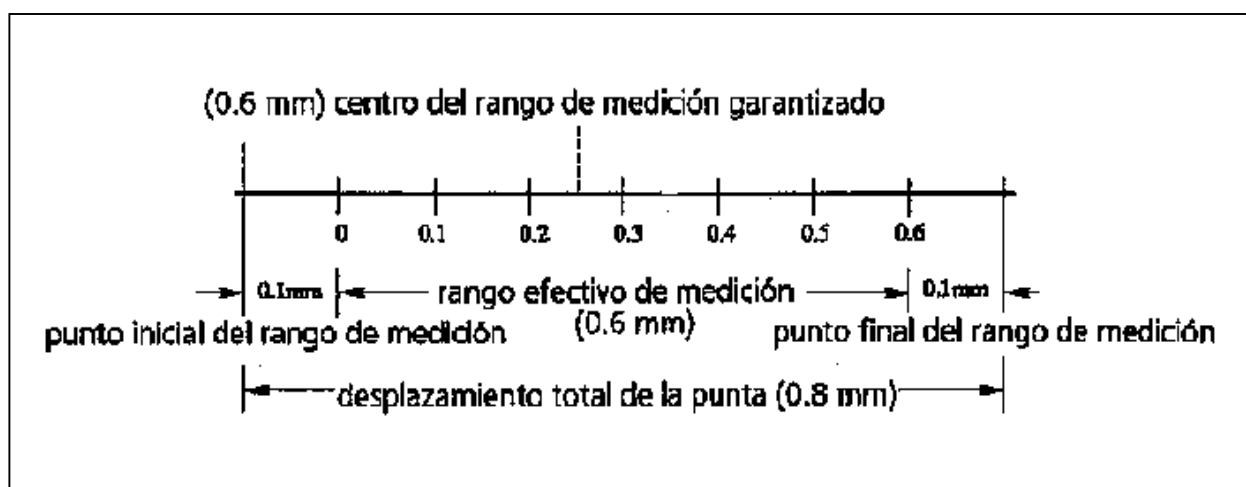


Figura N° 5

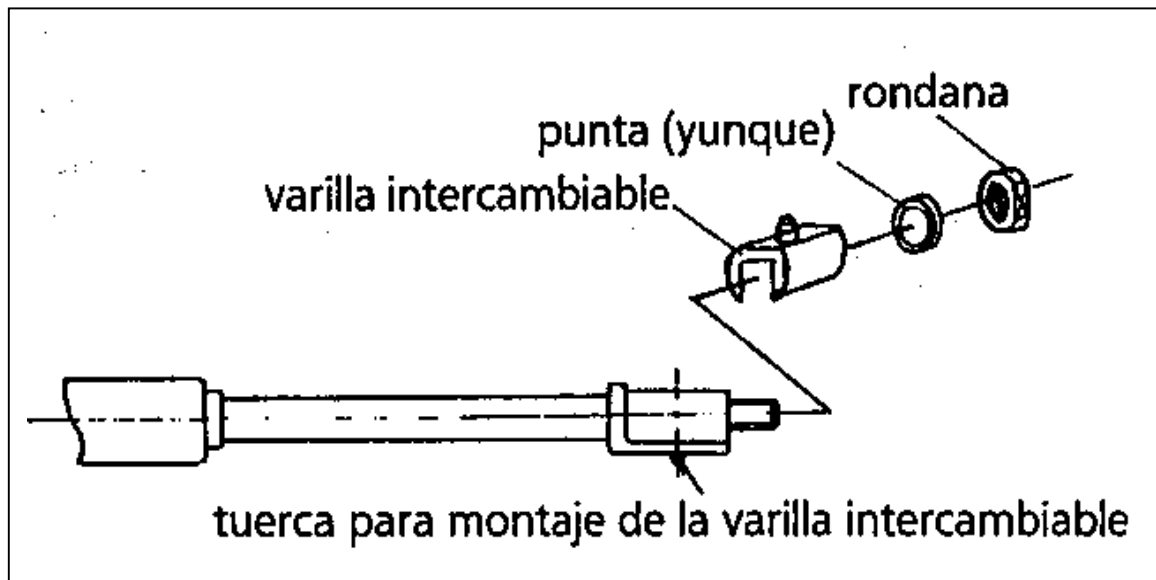


Figura N° 6

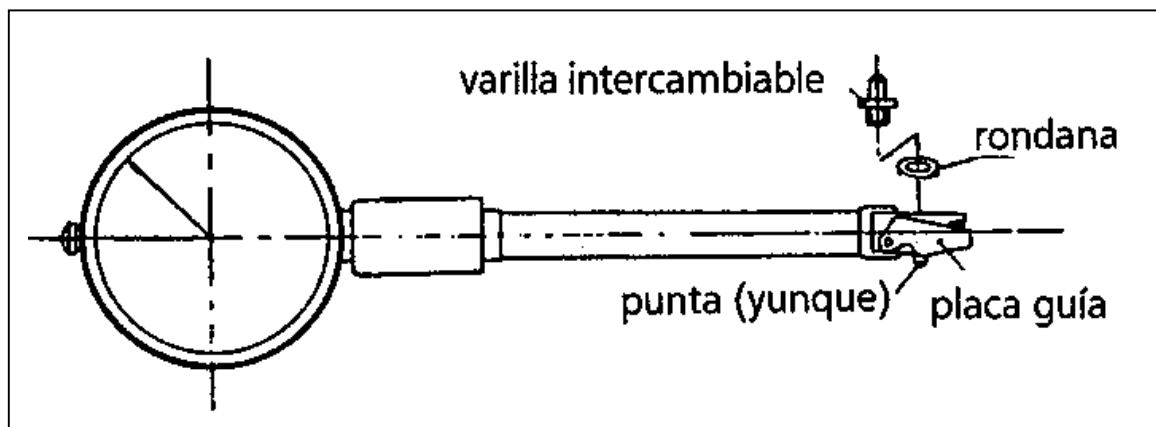


Figura N° 7

Especificaciones para cambiar el rango de medición desde 6 hasta 18,5 mm.

Rango de medición	Varilla intercambiable	Arandelas intercambiables	Profundidad de medida	Accesorios estándar
6 – 10	6,6- 5,7- 10	9 piezas	Ninguna	Llave
10 -18,5	10,11,12-18	9 piezas	0,5	Pinzas

Medidor de agujeros con cabeza micrométrica

Por lo general, el rango de medición de un medidor de agujeros es tan limitado que debe modificarse cambiando la varilla o la rondana y ajustarse a cero cada vez que se haga alguno de estos cambios.

Con el objeto de eliminar el reemplazo de la varilla intercambiable como se describió antes, un medidor de agujeros con cabeza micrométrica utiliza ésta en lugar de aquella de modo que el rango de medición pueda alterarse dentro del rango de medición de la cabeza micrométrica. La estructura se muestra en la figura N° 8 y N°9.

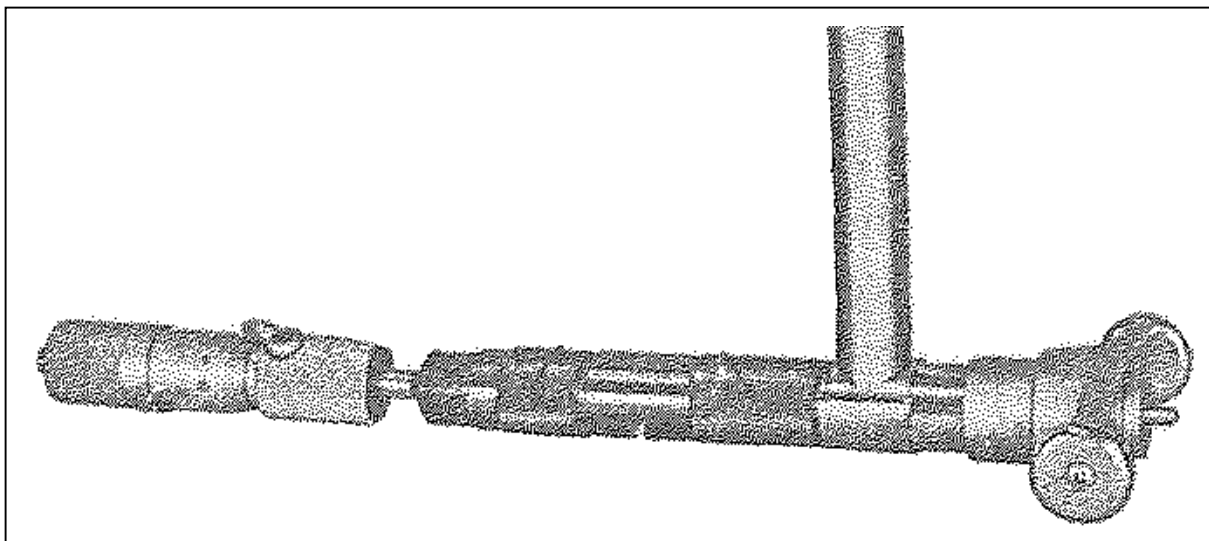


Figura N° 8

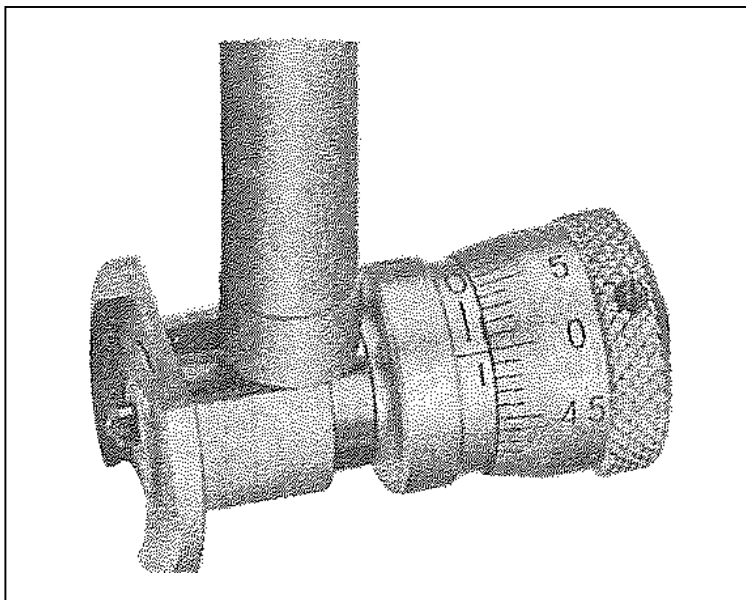


Figura N° 9

UN VISTAZO A LAS CARACTERISTICAS DE LOS PERNOS CAT

Cabeza Más Alta

Sobrepasa en un 20% los requisitos SAE para proporcionar pernos más fáciles de asir con menos riesgo de aflojamiento.

Marcas de Clasificación SAE

Los rayos (rebordes) indican la clasificación de fortaleza SAE, de fácil identificación. Los seis rayos en la cabeza garantizan la clasificación más alta disponible actualmente: el grado 8 (SAE). Aunque todos los pernos Cat cumplen estas especificaciones, muchos tienen especificaciones que exceden el grado 8 (SAE), dando como resultado aún más fortaleza.

Cabeza Forjada

Proporciona un perfil natural y gradual que reduce la acumulación de esfuerzos de tensión. Las esquinas no se redondean. Más resistente a las cargas de choque.

Asientos Lisos de las Arandelas

Los pernos se asientan correctamente sin aflojarse.

Roscas Laminadas

Roscas lisas . . . fuertes . . . laminadas con precisión — que ofrecen mayor capacidad de sujeción, mayor resistencia a fuerzas cortantes y son menos propensas a estropearse. Los hilos están redondeados en la raíz y tienen espaciamiento uniforme.

Acero de Grano Fino

Proporciona una microestructura más uniforme, aumenta la tenacidad y es menos propenso a fracturarse.

Extremo Achaflanado

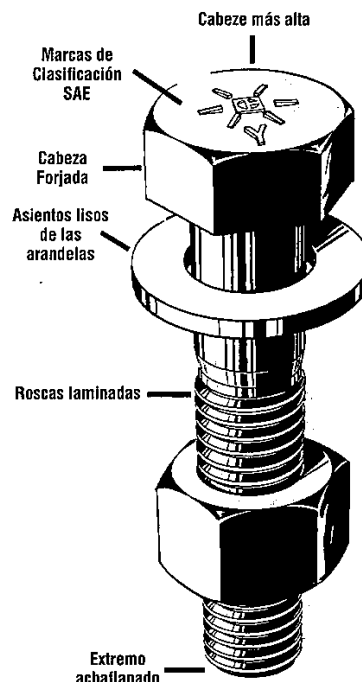
Para un enroscamiento suave y fácil.

Sistema de Fijación Combinado

Para lograr máxima fortaleza y durabilidad, se deben aparear los pernos Caterpillar con las arandelas y tuercas endurecidas Caterpillar. Diseñados para cumplir con todos los requisitos de par recomendados por Caterpillar.

Suave Curvatura de Enlace

Prolonga la duración de las piezas. Elimina los puntos en que se acumulan los esfuerzos de tensión y las resultantes fallas por fatiga.



INFORMACION ANEXA

LOS HERRAJES RECIOS COMIENZAN DONDE LOS DEMAS TERMINAN

Nuestro renglón de herrajes comienza con los Herrajes Estándar Caterpillar. Son pernos que tienen una carga de prueba¹ mínima de 830 MPa (120.000 lb/pulg²) y una resistencia a la tracción² mínima de 1040 MPa (150.000 lb/pulg²); estas son especificaciones que satisfacen o exceden los requisitos de fortaleza de Grado 8 (SAE).

Los Herrajes Caterpillar Estándar eliminan la posibilidad de usar accidentalmente pernos de calidad inferior que podrían averiarse en alguna parte crítica de la máquina, causando costosas reparaciones y paralizaciones.

El Renglón de Herrajes Caterpillar también incluye pernos para aplicaciones más severas — según se requiere en conjuntos de cadenas y de cuchillas y en otras aplicaciones especiales.

Para cualquier aplicación, use únicamente Herrajes Caterpillar. Es su seguro de calidad para cualquier trabajo.

IDENTIFICACION DE PERNOS CATERPILLAR

Pernos de Cabeza Hexagonal Estándar — roscas en pulgadas

—Seis Rayos (rebordes) —

Carga de Prueba — 830 MPa (120.000 lb/pulg²) mínimo

Resistencia a la Tracción — 1040 MPa (150.000 lb/pulg²) mínimo

Dureza — Rc 33 a 39



Pernos de Cabeza Hexagonal de Alta Fortaleza — roscas en pulgadas

—Siete Rayos (rebordes) —

Carga de Prueba — 965 MPa (140.000 lb/pulg²) mínimo

Resistencia a la Tracción — 1175 MPa (170.000 lb/pulg²) mínimo

Dureza — Rockwell C 37 a 42

Pernos Estándar — Métricos*

—Clase de Propiedad 10,9

Carga de Prueba — 830 MPa (120.000 lb/pulg²) mínimo

Resistencia a la Tracción — 1040 MPa (150.000 lb/pulg²) mínimo

Dureza — Rockwell C 33 a 39

Pernos de Cabeza de 12 Puntas

Carga de Prueba — 965 MPa (140.000 lb/pulg²) mínimo

Resistencia a la Tracción — 1175 MPa (170.000 lb/pulg²) mínimo

Dureza — Rc 37 a 42

Pernos de Cabeza Hexagonal Hueca

Carga de Prueba — 1070 MPa (155.000 lb/pulg²) mínimo

Resistencia a la Tracción — 1240 MPa (180.000 lb/pulg²) mínimo

Dureza — Rc 39 a 45

**PRACTICAL PRESSURE CONVERSION CHART
FOR FIELD CONVERSIONS**

kPa	PSI	in. Hg	mm. Hg	cm. Hg	in. H ₂ O	ft. H ₂ O	cm. H ₂ O	Atm	BAR	kg/cm ²
0.5	—	0.1	3.7	0.3	2.0	—	5.0	—	—	—
1.0	0.1	0.2	7.5	0.7	4.0	—	10.1	—	—	—
1.5	0.2	0.4	11.2	1.1	6.0	—	15.2	—	—	—
2.0	—	0.5	15.0	1.5	8.0	—	20.3	—	—	—
2.5	0.3	0.7	18.7	1.8	10.0	—	25.4	—	—	—
3.0	0.4	0.8	22.5	2.2	12.0	1.0	30.5	—	—	—
3.5	0.5	1.0	26.2	2.6	14.0	—	35.6	—	—	—
4.0	—	1.1	30.0	3.0	16.0	—	40.7	—	—	—
4.5	0.6	1.3	33.7	3.3	18.0	—	45.8	—	—	—
5.0	0.7	1.4	37.5	3.7	20.0	—	50.9	—	—	—
5.5	—	1.6	41.2	4.1	22.0	—	56.0	—	—	—
6.0	0.8	1.7	45.0	4.5	24.0	2.0	61.1	—	—	—
6.5	0.9	1.9	48.7	4.8	26.0	—	66.2	—	—	—
7.0	1.0	2.0	52.5	5.2	28.1	—	71.3	—	—	—
7.5	—	2.2	56.2	5.6	30.1	—	76.4	—	—	—
8.0	1.1	2.3	60.0	6.0	32.1	—	81.5	—	—	—
8.5	1.2	2.5	63.7	6.3	34.1	—	86.6	—	—	—
9.0	1.3	2.6	67.5	6.7	36.1	3.0	91.7	—	—	—
9.5	—	2.8	71.2	7.1	38.1	—	96.8	—	—	—
10.0	1.4	2.9	75.0	7.5	40.1	—	101.9	—	0.1	0.1
10.5	1.5	3.1	78.7	7.8	42.1	—	107.0	0.1	—	—
11.0	—	3.2	82.5	8.2	44.1	—	112.1	—	—	—
11.5	1.6	3.3	86.2	8.6	46.1	—	117.2	—	—	—
12.0	1.7	3.5	90.0	9.0	48.1	4.0	122.3	—	—	—
12.5	1.8	3.6	93.7	9.3	50.1	—	127.4	—	—	—
15.0	2.1	4.4	112.5	11.2	60.2	5.0	152.9	—	—	—
20.0	2.9	5.9	150.0	15.0	80.2	6.6	203.9	—	0.2	0.2
25.0	3.6	7.3	187.5	18.7	100.3	8.3	254.9	0.2	—	—
30.0	4.3	8.8	225.0	22.5	120.4	10.0	305.9	—	0.3	0.3
35.0	5.0	10.3	262.5	26.2	140.5	11.7	356.8	0.3	—	—
40.0	5.8	11.8	300.0	30.0	160.5	13.3	407.8	—	0.4	0.4
45.0	6.5	13.2	337.5	33.7	180.6	15.0	458.8	0.4	—	—
50.0	7.2	14.7	375.0	37.5	200.7	16.7	509.8	—	0.5	0.5
55.0	7.9	16.2	412.5	41.2	220.8	18.4	560.8	0.5	—	—
60.0	8.7	17.7	450.0	45.0	240.8	20.0	611.8	—	0.6	0.6
65.0	9.4	19.1	487.5	48.7	260.9	21.7	662.7	0.6	—	—
70.0	10.1	20.6	525.0	52.5	281.0	23.4	713.7	—	0.7	0.7
75.0	10.8	22.1	562.5	56.2	301.1	25.0	764.7	0.7	—	—
80.0	11.6	23.6	600.0	60.0	321.1	26.7	815.7	—	0.8	0.8
85.0	12.3	25.1	637.5	63.7	341.2	28.4	866.7	0.8	—	—
90.0	13.0	26.5	675.0	67.5	361.3	30.1	917.7	—	0.9	0.9
95.0	13.7	28.0	712.5	71.2	381.4	31.7	968.6	0.9	—	—
100.0	14.5	29.5	750.0	75.0	401.4	33.4	1019.6	—	1.0	1.0
105.0	15.2	31.0	787.5	78.7	421.5	35.1	1070.6	1.0	—	—
110.0	15.9	32.4	825.0	82.5	441.6	36.8	1121.6	—	1.1	1.1
115.0	16.6	33.9	862.5	86.2	461.6	38.4	1172.6	1.1	—	—
120.0	17.4	35.4	900.0	90.0	481.7	40.1	1223.6	—	1.2	1.2
125.0	18.1	36.9	937.5	93.7	501.8	41.8	1274.5	1.2	—	—
130.0	18.8	38.3	975.0	97.5	521.9	43.4	1325.5	—	1.3	1.3
135.0	19.5	39.8	1012.5	101.2	541.9	45.1	1376.5	1.3	—	—
140.0	20.3	41.3	1050.0	105.0	562.0	46.8	1427.5	—	1.4	1.4
145.0	21.0	42.8	1087.5	108.7	582.1	48.5	1478.5	1.4	—	—
150.0	21.7	44.2	1125.0	112.5	602.2	50.1	1529.5	—	1.5	1.5
155.0	22.4	45.7	1162.5	116.2	622.2	51.8	1580.4	1.5	—	—
160.0	23.2	47.2	1200.1	120.0	642.3	53.5	1631.4	—	1.6	1.6
165.0	23.9	48.7	1237.6	123.7	662.4	55.2	1682.4	1.6	—	—
170.0	24.6	50.2	1275.1	127.5	682.5	56.8	1733.4	—	1.7	1.7
175.0	25.3	51.6	1312.6	131.2	702.5	58.5	1784.4	1.7	—	—
180.0	26.1	53.1	1350.1	135.0	722.6	60.2	1835.4	—	1.8	1.8
185.0	26.8	54.6	1387.6	138.7	742.7	61.8	1886.3	1.8	—	—
190.0	27.5	56.1	1425.1	142.5	762.8	63.5	1937.3	—	1.9	1.9
195.0	28.2	57.5	1462.6	146.2	782.8	65.2	1988.3	1.9	—	—
200.0	29.0	59.0	1500.1	150.0	802.9	66.9	2039.3	—	2.0	2.0
205.0	29.7	60.5	1537.6	153.7	823.0	68.5	2090.3	2.0	—	—
210.0	30.4	62.0	1575.1	157.5	843.0	70.2	2141.3	—	2.1	2.1
215.0	31.1	63.4	1612.6	161.2	863.1	71.9	2192.2	2.1	—	—
220.0	31.9	64.9	1650.1	165.0	883.2	73.6	2243.2	—	2.2	2.2
225.0	32.6	66.4	1687.6	168.7	903.3	75.2	2294.2	2.2	—	—
230.0	33.3	67.9	1725.1	172.5	923.3	76.9	2345.2	—	2.3	2.3
240.0	34.8	70.8	1800.1	180.0	963.5	80.2	2447.2	2.3	2.4	2.4
250.0	36.2	73.8	1875.1	187.5	1003.6	83.6	2549.1	2.4	2.5	2.5
260.0	37.7	76.7	1950.1	195.0	1043.8	86.9	2651.1	2.5	2.6	2.6
270.0	39.1	79.7	2025.1	202.5	1083.9	90.3	2753.1	2.6	2.7	2.7
280.0	40.6	82.6	2100.1	210.0	1124.1	93.6	2855.0	2.7	2.8	2.8
290.0	42.0	85.6	2175.1	217.5	1164.2	97.0	2957.0	2.8	2.9	2.9
300.0	43.5	88.5	2250.1	225.0	1204.4	100.3	3059.0	2.9	3.0	3.0
310.0	44.9	91.5	2325.1	232.5	1244.5	103.7	3160.9	3.0	3.1	3.1
320.0	46.4	94.4	2400.2	240.0	1284.7	107.0	3262.9	3.1	3.2	3.2
330.0	47.8	97.4	2475.2	247.5	1324.8	110.4	3364.9	3.2	3.3	3.3
340.0	49.3	100.4	2550.2	255.0	1365.0	113.7	3466.8	3.3	3.4	3.4
350.0	50.7	103.3	2625.2	262.5	1405.1	117.0	3568.8	3.4	3.5	3.5
360.0	52.2	106.3	2700.2	270.0	1445.3	120.4	3670.8	3.5	3.6	3.6
370.0	53.6	109.2	2775.2	277.5	1485.4	123.7	3772.7	3.6	3.7	3.7
380.0	55.1	112.2	2850.2	285.0	1525.6	127.1	3874.7	3.7	3.8	3.8
390.0	56.5	115.1	2925.2	292.5	1565.7	130.4	3976.7	3.8	3.9	3.9

**PRACTICAL PRESSURE CONVERSION CHART
FOR FIELD CONVERSIONS**

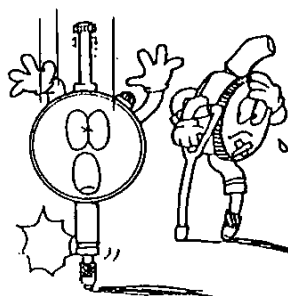
kPa	PSI	in. Hg	mm. Hg	cm. Hg	in. H ₂ O	ft. H ₂ O	cm. H ₂ O	Atm	BAR	kg/cm ²
400.0	58.0	118.1	3000.2	300.0	1605.8	133.8	4078.6	3.9	4.0	4.0
410.0	59.4	121.0	3075.2	307.5	1646.0	137.1	4180.6	4.0	4.1	4.1
420.0	60.9	124.0	3150.2	315.0	1686.1	140.5	4282.6	4.1	4.2	4.2
430.0	62.3	126.9	3225.2	322.5	1726.3	143.8	4384.5	4.2	4.3	4.3
440.0	63.8	129.9	3300.2	330.0	1766.4	147.2	4486.5	4.3	4.4	4.4
450.0	65.2	132.8	3375.2	337.5	1806.6	150.5	4588.5	4.4	4.5	4.5
460.0	66.7	135.8	3450.2	345.0	1846.7	153.8	4690.5	4.5	4.6	4.6
470.0	68.1	138.7	3525.3	352.5	1886.9	157.2	4792.4	4.6	4.7	4.7
480.0	69.6	141.7	3600.3	360.0	1927.0	160.5	4894.4	4.7	4.8	4.8
490.0	71.0	144.6	3675.3	367.5	1967.2	163.9	4996.4	4.8	4.9	4.9
500.0	72.5	147.6	3750.3	375.0	2007.3	167.2	5098.3	4.9	5.0	5.1
510.0	73.9	150.6	3825.3	382.5	2047.5	170.6	5200.3	5.0	5.1	5.2
520.0	75.4	153.5	3900.3	390.0	2087.6	173.9	5302.3	5.1	5.2	5.3
530.0	76.8	156.5	3975.3	397.5	2127.8	177.3	5404.2	5.2	5.3	5.4
540.0	78.3	159.4	4050.3	405.0	2167.9	180.6	5506.2	5.3	5.4	5.5
550.0	79.7	162.4	4125.3	412.5	2208.1	184.0	5608.2	5.4	5.5	5.6
560.0	81.2	165.3	4200.3	420.0	2248.2	187.3	5710.1	5.5	5.6	5.7
570.0	82.6	168.3	4275.3	427.5	2288.4	190.6	5812.1	5.6	5.7	5.8
580.0	84.1	171.2	4350.3	435.0	2328.5	194.0	5914.1	5.7	5.8	5.9
590.0	85.5	174.2	4425.3	442.5	2368.6	197.3	6016.0	5.8	5.9	6.0
600.0	87.0	177.1	4500.3	450.0	2408.8	200.7	6118.0	5.9	6.0	6.1
610.0	88.4	180.1	4575.3	457.5	2448.9	204.0	6220.0	6.0	6.1	6.2
620.0	89.9	183.0	4650.3	465.0	2489.1	207.4	6321.9	6.1	6.2	6.3
630.0	91.3	186.0	4725.4	472.5	2529.2	210.7	6423.9	6.2	6.3	6.4
640.0	92.8	188.9	4800.4	480.0	2569.4	214.1	6525.9	6.3	6.4	6.5
650.0	94.2	191.9	4875.4	487.5	2609.5	217.4	6627.8	6.4	6.5	6.6
660.0	95.7	194.8	4950.4	495.0	2649.7	220.8	6729.8	6.5	6.6	6.7
670.0	97.1	197.8	5025.4	502.5	2689.8	224.1	6831.8	6.6	6.7	6.8
680.0	98.6	200.8	5100.4	510.0	2730.0	227.5	6933.7	6.7	6.8	6.9
690.0	100.0	203.7	5175.4	517.5	2770.1	230.8	7035.7	6.8	6.9	7.0
700.0	101.5	206.7	5250.4	525.0	2810.3	234.1	7137.7	6.9	7.0	7.1
710.0	102.9	209.6	5325.4	532.5	2850.4	237.5	7239.6	7.0	7.1	7.2
720.0	104.4	212.6	5400.4	540.0	2890.6	240.8	7341.6	7.1	7.2	7.3
730.0	105.8	215.5	5475.4	547.5	2930.7	244.2	7443.6	7.2	7.3	7.4
740.0	107.3	218.5	5550.4	555.0	2970.9	247.5	7545.5	7.3	7.4	7.5
750.0	108.7	221.4	5625.4	562.5	3011.0	250.9	7647.5	7.4	7.5	7.6
760.0	110.2	224.4	5700.4	570.0	3051.2	254.2	7749.5	7.5	7.6	7.7
770.0	111.6	227.3	5775.4	577.5	3091.3	257.6	7851.4	7.6	7.7	7.8
780.0	113.1	230.3	5850.4	585.0	3131.4	260.9	7953.4	7.7	7.8	7.9
790.0	114.5	233.2	5925.4	592.5	3171.6	264.3	8055.4	7.8	7.9	8.0
800.0	116.0	236.2	6000.4	600.0	3211.7	267.6	8157.3	7.9	8.0	8.1
810.0	117.4	239.1	6075.4	607.5	3251.9	270.9	8259.3	8.0	8.1	8.2
820.0	118.9	242.1	6150.4	615.0	3292.0	274.3	8361.3	8.1	8.2	8.3
830.0	120.3	245.0	6225.4	622.5	3332.2	277.6	8463.2	8.2	8.3	8.4
840.0	121.8	248.0	6300.4	630.0	3372.3	281.0	8565.2	8.3	8.4	8.5
850.0	123.2	251.0	6375.4	637.5	3412.5	284.3	8667.2	8.4	8.5	8.6
860.0	124.7	253.9	6450.4	645.0	3452.6	287.7	8769.1	8.5	8.6	8.7
870.0	126.1	256.9	6525.4	652.5	3492.8	291.0	8871.1	8.6	8.7	8.8
880.0	127.6	259.8	6600.4	660.0	3532.9	294.4	8973.1	8.7	8.8	8.9
890.0	129.0	262.8	6675.4	667.5	3573.1	297.7	9075.1	8.8	8.9	9.0
900.0	130.5	265.7	6750.4	675.0	3613.2	301.1	9177.0	8.9	9.0	9.1
910.0	131.9	268.7	6825.4	682.5	3653.4	304.4	9279.0	9.0	9.1	9.2
920.0	133.4	271.6	6900.4	690.0	3693.5	307.7	9381.0	9.1	9.2	9.3
930.0	134.8	274.6	6975.4	697.5	3733.7	311.1	9482.9	9.2	9.3	9.4
940.0	136.3	277.5	7050.4	705.0	3773.8	314.4	9584.9	9.3	9.4	9.5
950.0	137.7	280.5	7125.4	712.5	3814.0	317.8	9686.9	9.4	9.5	9.6
960.0	139.2	283.4	7200.4	720.0	3854.1	321.1	9788.8	9.5	9.6	9.7
970.0	140.6	286.4	7275.4	727.5	3894.2	324.5	9890.8	9.6	9.7	9.8
980.0	142.1	289.3	7350.4	735.0	3934.4	327.8	9992.8	9.7	9.8	9.9
990.0	143.5	292.3	7425.4	742.5	3974.5	331.2	10094.7	9.8	9.9	10.0
1000.0	145.0	295.3	7500.4	750.0	4014.7	334.5	10196.7	9.9	10.0	10.2
1010.0	146.4	298.2	7575.4	757.5	4054.8	337.9	10298.7	10.0	10.1	10.3
1020.0	147.9	301.2	7650.4	765.0	4095.0	341.2	10400.6	10.1	10.2	10.4
1030.0	149.3	304.1	7725.4	772.5	4135.1	344.5	10502.6	10.2	10.3	10.5
1040.0	150.8	307.1	7800.4	780.0	4175.3	347.9	10604.6	10.3	10.4	10.6
1050.0	152.2	310.0	7875.4	787.5	4215.4	351.2	10706.5	10.4	10.5	10.7
1060.0	153.7	313.0	7950.4	795.0	4255.6	354.6	10808.5	10.5	10.6	10.8
1070.0	155.1	315.9	8025.4	802.5	4295.7	357.9	10910.5	10.6	10.7	10.9
1080.0	156.6	318.9	8100.4	810.0	4335.9	361.3	11012.4	10.7	10.8	11.0
1090.0	158.0	321.8	8175.4	817.5	4376.0	364.6	11114.4	10.8	10.9	11.1
1100.0	159.5	324.8	8250.4	825.0	4416.2	368.0	11216.4	10.9	11.0	11.2
1110.0	160.9	327.7	8325.4	832.5	4456.3	371.3	11318.3	11.0	11.1	11.3
1120.0	162.4	330.7	8400.4	840.0	4496.5	374.7	11420.3	11.1	11.2	11.4
1130.0	163.8	333.6	8475.4	847.5	4536.6	378.0	11522.3	11.2	11.3	11.5
1140.0	165.3	336.6	8550.4	855.0	4576.8	381.3	11624.2	11.3	11.4	11.6
1150.0	166.7	339.5	8625.4	862.5	4616.9	384.7	11726.2	11.4	11.5	11.7
1160.0	168.2	342.5	8700.4	870.0	4657.0	388.0	11828.2	11.5	11.6	11.8
1170.0	169.6	345.5	8775.4	877.5	4697.2	391.4	11930.1	11.6	11.7	11.9
1180.0	171.1	348.4	8850.4	885.0	4737.3	394.7	12032.1	11.7	11.8	12.0
1190.0	172.5	351.4	8925.4	892.5	4777.5	398.1	12134.1	11.8	11.9	12.1
1200.0	174.0	354.3	9000.4	900.0	4817.6	401.4	12236.0	11.9	12.0	12.2
1210.0	175.4	357.3	9075.4	907.5	4857.8	404.8	12338.0	12.0	12.1	12.3
1220.0	176.9	360.2	9150.4	915.0	4897.9	408.1	12440.0	12.1	12.2	12.4
1230.0	178.3	363.2	9225.4	922.5	4938.1	411.5	12541.9	12.2	12.3	12.5
1240.0	179.8	366.1	9300.4	930.0	4978.2	414.8	12643.9	12.3	12.4	12.6

Precauciones al medir con Comparador de carátula

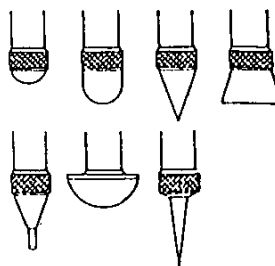
1. Seleccione el indicador que mejor se ajuste a su aplicación. Asegúrese de que el tipo, graduación de medición y otras especificaciones del indicador de carátula sean los apropiados para la aplicación deseada.



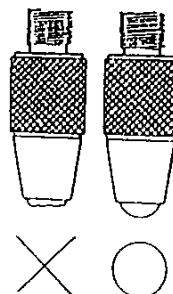
2. No aplique fuerza excesiva al indicador de carátula.
 - No deje caer ni golpee el indicador.



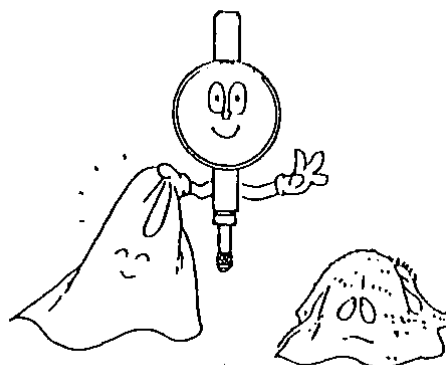
3. Use la punta de contacto que mejor sirva o se ajuste a su aplicación.



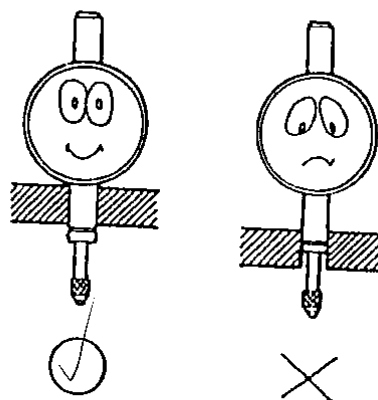
4. Reemplace las puntas de contacto gastadas.



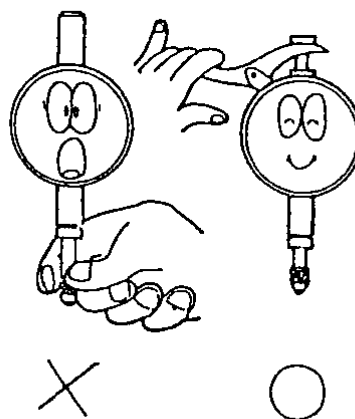
5.
Elimine cualquier clase de polvo o suciedad antes de usar el indicador.



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



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

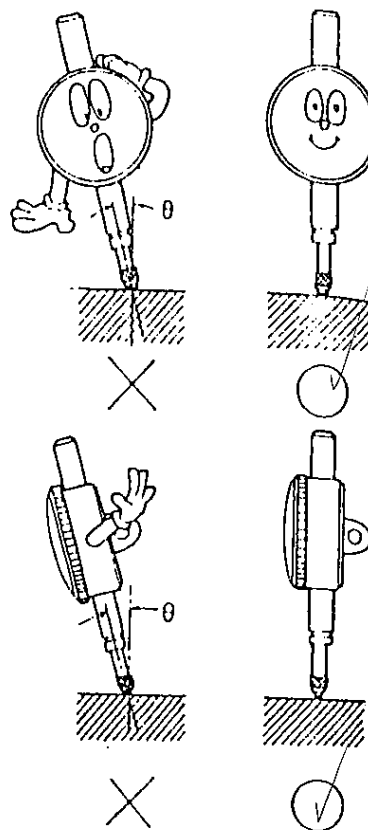


8.

Cuando monte el indicador sobre un soporte o dispositivo, posicónelo de modo que el ángulo θ de inclinación sea mínimo.

Ejemplo:

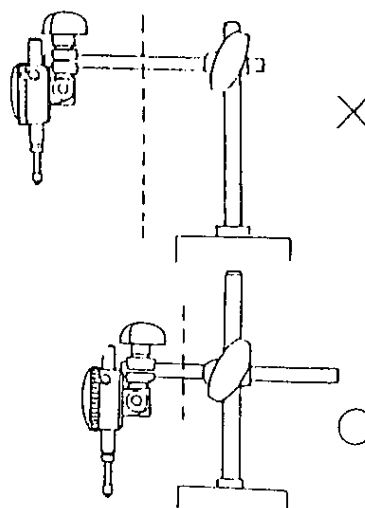
	Ángulo de inclinación θ		
	0°	10°	30°
Lectura Indicador x	0.050 mm (.002")	0.050 mm (.002")	0.050 mm (.002")
Coefficiente de Corrección cos θ	1.00	0.98	0.866
Valor corregido $X \cos \theta$	0.050 mm (.002")	0.049 mm (.00196")	0.043 mm (.0017")
Error $X (1 - \cos \theta)$	0.000 mm (0")	0.001 mm (.00004")	0.007 mm (.0003")



9.

Use un soporte rígido para montar el indicador y ajústelo en tal forma que el centro de gravedad quede en la base.

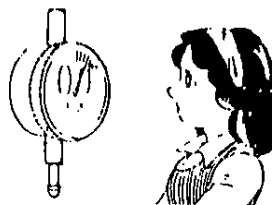
- Coloque el indicador de modo que la distancia entre éste y la columna sea mínima.
- Use un contrapeso si es necesario para que el centro de gravedad quede en la base.



10.

Evite errores de paralaje leyendo la carátula directamente desde el frente.

- Valor indicado = lectura de la aguja pequeña (cuenta-vueltas) + lectura de la aguja principal.

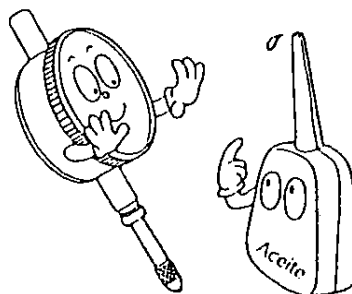


11.

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

12.

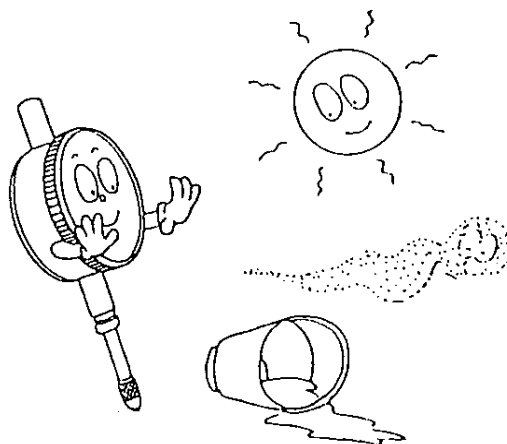
Cuando el indicador sea almacenado por un largo periodo o cuando necesite aceite, frote ligeramente la caja y el vástago con un trapo saturado con aceite anticorrosivo. Asegúrese de que el aceite se distribuya uniformemente sobre las superficies.



13.

Los siguientes puntos deben considerarse cuando se almacene el indicador.

- No se 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 una bolsa de plástico.

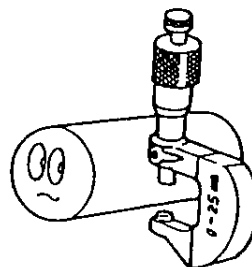


Precauciones cuando se mide con un Micrómetro

1.

Seleccione el micrómetro que mejor se ajuste a la aplicación.

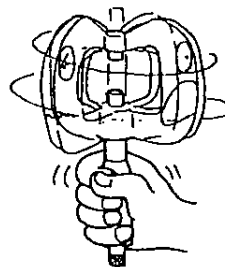
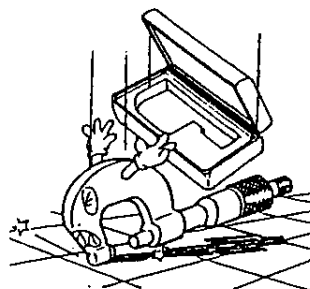
Asegúrese de que el tipo, rango de medición, graduación y otras especificaciones del micrómetro son apropiadas para la aplicación



2.

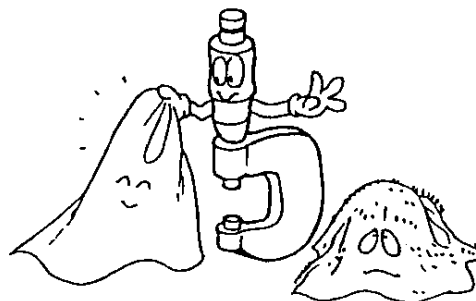
No aplique excesiva fuerza al micrómetro.

- No lo deje caer y evite que reciba golpes.
- No gire el micrómetro violentamente.



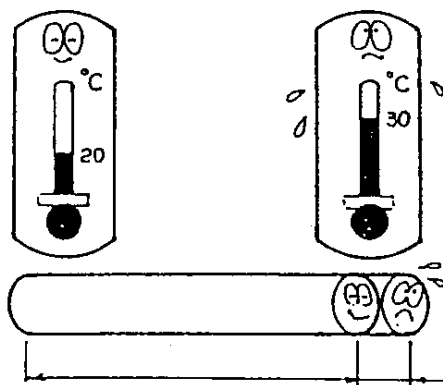
3.
Elimine el polvo que haya sobre el micrómetro antes de usarlo.

- Limpie todo el husillo y las caras de medición. Use sólo papel o trapo libre de pelusas.



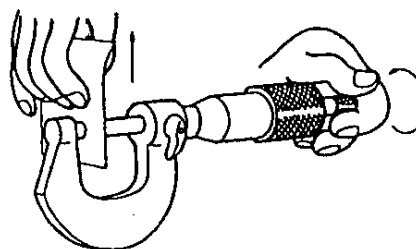
4.
Deje el micrómetro y la pieza por medir en un cuarto el tiempo suficiente para estabilizar la temperatura.

- Una barra de hierro de longitud (100 mm) cambiará 0.0012 mm (12 μ m) con un cambio de temperatura de 10°C.



5.
Antes de usar el micrómetro, limpie las caras de los topes fijos y del huesillo.

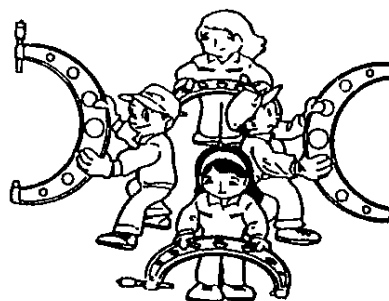
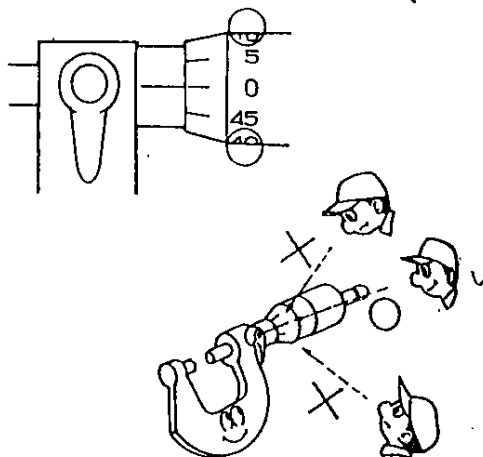
- Use sólo papel o trapo sin pelusa para limpiar las caras de medición.



6.

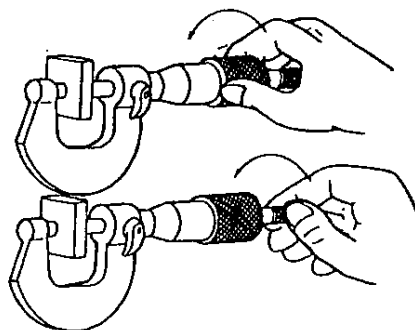
Ajuste las líneas a cero.

- Haga que se junten las caras de medición usando sólo la perilla con trinquete o el tambor de fricción.
- Lea las graduaciones del tambor directamente desde el frente (donde los números 10 y 40 aparecerán 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 esté midiendo.



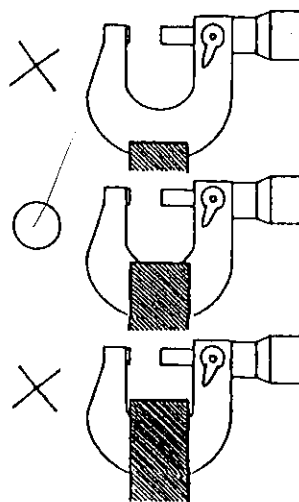
7.

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



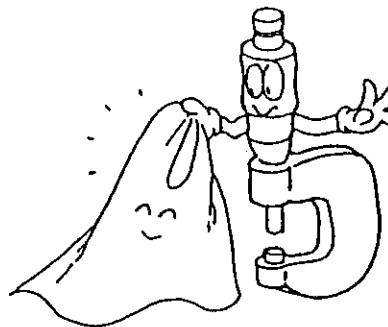
8.

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



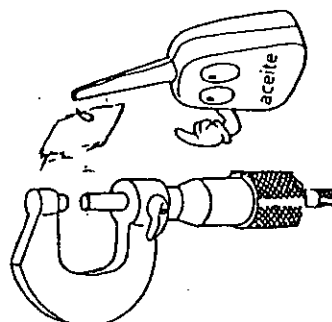
9.

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



10.

Cuando de almacene el micrómetro por largos periodos 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 a 1.00 mm (.004" - .040"). No bloquee el movimiento del husillo con el freno. Guarde el micrómetro en su estuche.

