

# GUÍA METODOLÓGICA

METROLOGÍA  
MECÁNICA AUTOMOTRIZ



**AUTOR: ING. EDISON PUSAY PINCHAO**  
**2020**



INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO JAPÓN  
GUÍA DE APRENDIZAJE

# **GUÍA METODOLÓGICA DE METROLOGÍA**



**AUTOR: Ing. EDISON PUSAY PINCHAO**

**MARZO 2020**



## ÍNDICE

|                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------|----|
| 1. IDENTIFICACIÓN DE LA ASIGNATURA .....                            | 7  |
| 2. CONOCIMIENTOS PREVIOS Y RELACIONADOS .....                       | 17 |
| 3. UNIDADES TEÓRICAS .....                                          | 17 |
| A. Base Teórica .....                                               | 17 |
| CONCEPTOS FUNDAMENTALES Y METROLOGÍA DIMENSIONAL.....               | 17 |
| FUNDAMENTOS DE LA TEORÍA DE LA MEDICIÓN .....                       | 17 |
| CONCEPTOS .....                                                     | 18 |
| CLASIFICACIÓN DE LA METROLOGÍA.....                                 | 19 |
| Metrología científica.....                                          | 19 |
| Metrología legal.....                                               | 19 |
| Metrología industrial .....                                         | 19 |
| SISTEMA DE UNIDADES .....                                           | 20 |
| UNIDADES DE MEDIDAS EN EL SISTEMA INTERNACIONAL (SI).....           | 20 |
| Unidades derivadas de medidas en el sistema internacional (SI)..... | 21 |
| Múltiplos y sub múltiplos de las unidades SI .....                  | 22 |
| UNIDADES DE MEDIDAS EN EL SISTEMA INGLÉS O ANGLOSAJÓN .....         | 23 |
| Unidades derivadas de medidas en el sistema inglés .....            | 25 |
| CONVERSIÓN DE UNIDADES.....                                         | 25 |
| INSTRUMENTOS DE MEDIDA .....                                        | 28 |
| CARACTERÍSTICAS DE LOS INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN.....                | 28 |
| CLASIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN.....                  | 30 |
| Instrumentos de medida directa.....                                 | 30 |
| Instrumentos de medidas por comparación. ....                       | 30 |
| Instrumentos de inspección. ....                                    | 31 |
| ERRORES EN LA MEDICIÓN .....                                        | 32 |
| Principales causas de los errores en el proceso de medición.....    | 33 |



# INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO JAPÓN

## GUIA DE APRENDIZAJE

|                                                       |    |
|-------------------------------------------------------|----|
|                                                       | 3  |
| Errores aleatorios (casuales) .....                   | 33 |
| Errores sistemáticos (o constantes) .....             | 33 |
| Error absoluto .....                                  | 33 |
| Error relativo.....                                   | 34 |
| REGLAS PARA LA MEDICIÓN.....                          | 35 |
| Reglas para la escritura de unidades y símbolos ..... | 36 |
| CALIBRADORES .....                                    | 38 |
| CALIBRADOR PIE DE REY .....                           | 38 |
| Definición y Descripción.....                         | 38 |
| CLASIFICACIÓN.....                                    | 39 |
| SEGÚN SU CONSTRUCCIÓN.....                            | 39 |
| Pie de rey universal.....                             | 39 |
| Pie de rey de tornero.....                            | 40 |
| Calibrador de esfera o con carátula .....             | 40 |
| Pie de Rey digital.....                               | 41 |
| SEGÚN SU PRECISIÓN .....                              | 41 |
| En milímetros .....                                   | 41 |
| En pulgadas .....                                     | 41 |
| APRECIACIÓN DEL CALIBRE .....                         | 41 |
| Tipos de nonios.....                                  | 42 |
| MEDICIÓN EN MILÍMETROS .....                          | 42 |
| EJERCICIOS .....                                      | 43 |
| EJERCICIO 1 .....                                     | 43 |
| EJERCICIO 2 .....                                     | 44 |
| EJERCICIO 3 .....                                     | 45 |
| EJERCICIO 4 .....                                     | 46 |
| MEDICIÓN EN PULGADAS .....                            | 46 |



# INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO JAPÓN

## GUIA DE APRENDIZAJE

|                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------|----|
|                                                                 | 4  |
| Medida exacta en pulgadas.....                                  | 48 |
| Medida en fracciones de pulgada exacta .....                    | 48 |
| Medición en milésimas de pulgada con pie de rey universal ..... | 49 |
| EJERCICIOS EN PULGADAS .....                                    | 50 |
| EJERCICIO 1 .....                                               | 50 |
| EJERCICIO 2 .....                                               | 50 |
| EJERCICIO 3 .....                                               | 51 |
| EJERCICIO 4 .....                                               | 51 |
| EJERCICIO 5 .....                                               | 52 |
| RECOMENDACIONES AL MEDIR .....                                  | 53 |
| MICRÓMETRO O TORNILLO MICRÓMÉTRICO .....                        | 54 |
| MICRÓMETRO O PALMER.....                                        | 54 |
| Definición y Descripción.....                                   | 54 |
| PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO .....                               | 55 |
| CLASIFICACIÓN.....                                              | 56 |
| SEGÚN SU CONSTRUCCIÓN.....                                      | 56 |
| ANALÓGICOS .....                                                | 56 |
| Micrómetro para exteriores .....                                | 56 |
| Micrométrico para interiores .....                              | 57 |
| Micrómetros para profundidades.....                             | 58 |
| DIGITALES .....                                                 | 58 |
| MEDICIONES CON MICRÓMETRO PARA EXTERIORES .....                 | 59 |
| Milímetros .....                                                | 60 |
| Pulgadas.....                                                   | 60 |
| MEDICIONES CON MICRÓMETROS PARA INTERIORES.....                 | 61 |
| Milímetros .....                                                | 62 |
| Pulgadas.....                                                   | 63 |



# INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO JAPÓN

## GUIA DE APRENDIZAJE

|                                                          |    |
|----------------------------------------------------------|----|
|                                                          | 5  |
| MEDICIONES CON MICRÓMETROS DE PROFUNDIDADES .....        | 63 |
| Milímetros .....                                         | 64 |
| Pulgadas.....                                            | 65 |
| RECOMENDACIONES AL MEDIR .....                           | 66 |
| OTROS INSTRUMENTOS .....                                 | 67 |
| TRANSPORTADOR DE ÁNGULOS .....                           | 67 |
| Mediciones en grados .....                               | 67 |
| Mediciones en grados y minutos .....                     | 68 |
| GONIÓMETROS .....                                        | 69 |
| RELOJES COMPARADORES.....                                | 71 |
| COMPARADORES DE CARÁTULA DE AMPLIFICACIÓN MECÁNICA ..... | 71 |
| Definición y descripción.....                            | 71 |
| Principio de funcionamiento.....                         | 72 |
| Clasificación .....                                      | 72 |
| Mediciones .....                                         | 73 |
| Medida Indirecta.....                                    | 74 |
| Patronar.....                                            | 75 |
| Defectos de forma.....                                   | 75 |
| Recomendaciones al medir .....                           | 76 |
| ALEXÓMETRO.....                                          | 77 |
| CALIBRADOR DE LÁMINAS.....                               | 78 |
| Usos .....                                               | 79 |
| TORQUÍMETRO .....                                        | 82 |
| Descripción.....                                         | 82 |
| Tipos de torquímetros.....                               | 83 |
| Partes del torquímetro.....                              | 84 |
| Como usar un torquímetro.....                            | 85 |



# INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO JAPÓN

## GUIA DE APRENDIZAJE

|                                                       |     |
|-------------------------------------------------------|-----|
|                                                       | 6   |
| CUENTA HILOS Y PLASTIGAGE.....                        | 85  |
| CUENTA HILOS. ....                                    | 85  |
| PLASTIGAGE. ....                                      | 86  |
| Presentaciones y rangos de claro de lubricación ..... | 86  |
| Forma de uso. ....                                    | 87  |
| Verificación .....                                    | 87  |
| B. Base de Consulta.....                              | 88  |
| C. Base práctica con ilustraciones .....              | 89  |
| ACTIVIDADES .....                                     | 89  |
| UNIDAD 1 .....                                        | 89  |
| Estrategias de enseñanza – aprendizaje .....          | 89  |
| UNIDAD 2 .....                                        | 92  |
| Estrategias de enseñanza – aprendizaje .....          | 92  |
| UNIDAD 3 .....                                        | 95  |
| Estrategias de enseñanza – aprendizaje .....          | 95  |
| UNIDAD 4 .....                                        | 99  |
| Estrategias de enseñanza – aprendizaje .....          | 99  |
| 4. ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE .....                   | 104 |
| 5. ACTIVIDADES .....                                  | 105 |
| 6. EVIDENCIAS Y EVALUACIÓN .....                      | 105 |

**1. IDENTIFICACIÓN DE LA ASIGNATURA**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                    |                                    |                                                                                                              |                            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| <b>Nombre de la Asignatura:</b><br><b>METROLOGÍA</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                    | <b>Componentes del Aprendizaje</b> | Componente Docencia 64<br>Componente de Practicas de aprendizaje 32<br>Componente de aprendizaje Autónomo 48 |                            |
| <b>Resultado del Aprendizaje:</b><br><b>COMPETENCIAS Y OBJETIVOS</b><br>Manipular de forma apropiada los equipos y herramientas de medición mediante la adecuada interpretación de sus escalas para verificar el estado de los elementos que conforman los distintos sistemas automotrices.<br><b>ESPECÍFICOS</b><br>Establecer los diferentes parámetros de medición, en base a los instrumentos de medición, con la finalidad de que los procesos de lectura sean desarrollados con las normas establecidas dentro del campo de la metrología.<br>Analizar los sistemas de unidades actuales su conversión y uso.<br>Clasificar los tipos de magnitudes empleados en el área industrial.<br>Identificar el uso adecuado de los sistemas de medición y los instrumentos de medición. |                    |                                    |                                                                                                              |                            |
| <b>Docente de Implementación:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                    |                                    |                                                                                                              |                            |
| <b>ING. EDISON PUSAY PINCHAO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                    |                                    | <b>Duración:</b> 64 horas                                                                                    |                            |
| <b>Unidades</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>Competencia</b> | <b>Resultados de Aprendizaje</b>   | <b>Actividades</b>                                                                                           | <b>Tiempo de Ejecución</b> |



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| <p><b>UNIDAD 1</b></p> <p><b>CONCEPTOS FUNDAMENTALES Y METROLOGÍA DIMENSIONAL</b></p> <p>-Introducción y conceptualización de la metrología</p> <p>-Conceptos matemáticos</p> <p>-Fundamentos de la teoría de medición</p> <p>-Teoría de los errores</p> <p>-Campos de la metrología</p> <p>-Magnitudes físicas</p> <p>-Tipos de magnitudes</p> <p>-Unidades de medida</p> <p>-Conversión de unidades</p> <p>-Características de los instrumentos de medición</p> <p>-Elementos de verificación</p> | <p>Identificar la teoría fundamental de la metrología y los sistemas de medida para los procesos de mantenimiento y reparación de vehículos basados en manuales técnicos de reparación de las casas fabricantes</p> | <p>Identifica los fundamentos de la teoría de medición, relacionando los sistemas de medida; mediante los datos técnicos encontrados en los manuales de taller</p> <p>Analiza las teorías de errores de medición; error absoluto, error relativo aplicando a la metrología para el entendimiento del indicador de imprecisión de varios elementos</p> <p>Deduce los errores de medición; el error absoluto, error relativo, para tener una mejor apreciación en la lectura y en el proceso de toma de medidas</p> <p>Identifica los distintos tipos de magnitudes dimensionales como herramienta fundamental, para simplificar el estudio</p> | <p>-Inducción del proceso de enseñanza y aprendizaje</p> <p>- Conceptualización de los temas a tratarse</p> <p>-Interacción de ideas en grupos de trabajo</p> <p>Interacción de ideas individuales</p> <p>-Estudios de casos, Explicación y análisis de los temas</p> <p>-Resolución de problemas</p> <p>-Clases teóricas – prácticas</p> <p>- Evaluación de los temas.</p> <p>-Trabajos en la plataforma: Foros sobre los temas tratados.</p> | <p>19 horas</p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|



|  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |  |
|--|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|  |  | <p>de cualquier magnitud física involucrada</p> <p>Clasifica las distintas unidades según su utilidad en el sistema internacional, para expresar cualquier cantidad o medición de los elementos, a través de identificación de trabajo en los sistemas del automóvil, realizando, pruebas de ensayo</p> <p>Realiza conversiones de unidades derivadas, con el uso de los factores de conversión y/o las tablas de conversión, para expresarlo en otra unidad de medida de la misma naturaleza, mediante la resolución de ejercicios con escalas</p> <p>Clasifica los instrumentos de medición según la utilización en el campo</p> |  |  |
|--|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|



|  |  |                                                                                                                                                                         |  |  |
|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|  |  | <p>automotriz, a través de la identificación gráfica</p> <p>Define cada uno de los instrumentos de medición e identifica sus características para realizar lecturas</p> |  |  |
|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| <p><b>UNIDAD 2</b></p> <p><b>CALIBRADORES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Calibrador pie de rey</li> <li>-Definición y Descripción</li> <li>-Principio de funcionamiento</li> <li>-Clasificación y tipos</li> <li>-Calibradores con el sistema métrico decimal: 1/10, 1/20, 1/50</li> <li>-Calibradores con el sistema Ingles: pulgadas fraccionadas y milésima</li> <li>-Calibradores de caratula</li> <li>-Calibradores Electro digitales</li> </ul> | <p>Describir el funcionamiento y el manejo del Calibrador Pie de Rey para determinar las principales características de construcción y tolerancias de elementos utilizando características dimensionales de los elementos del vehículo</p> | <p>Clasifica los tipos de calibradores según la utilización en el campo automotriz, a través de la identificación gráfica</p> <p>Define cada uno de los calibradores e identifica sus características para realizar lecturas en los diferentes sistemas de medidas</p> <p>Analiza cada uno de los tipos de calibradores para elegir el apropiado ante la toma de medidas según su fin correspondiente</p> <p>Describe las partes y forma de uso del calibrador pie de rey, además realiza lecturas con el calibrador pie de rey en el sistema métrico decimal</p> <p>Realiza lecturas con el calibrador vernier en el sistema inglés (pulgada fraccionaria y decimal),</p> | <p>- Clases expositiva de conceptualización de los temas a tratarse</p> <p>-Entrevistas informales</p> <p>-Interacción de ideas en grupos de trabajo</p> <p>Interacción de ideas individuales</p> <p>-Estudios de casos, Explicación y análisis de los temas</p> <p>-Resolución de talleres</p> <p>-Clases teóricas – prácticas</p> <p>- Evaluación de los temas.</p> <p>-Trabajos en la plataforma: Foros sobre los temas tratados.</p> | <p>19 horas</p> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|



|  |  |                                                                                                                                                                                                                                 |  |  |
|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|  |  | <p>realizando la correcta utilización de instrumentos en elementos del motor</p> <p>Analiza los posibles errores dinámicos y estáticos que se puede obtener al realizar la toma de lecturas de los componentes del vehículo</p> |  |  |
|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|



|                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| <b>UNIDAD 3</b><br><b>MICRÓMETRO</b><br>-Tornillo<br>Micrométrico<br>-Definición y Descripción<br>-Principio de funcionamiento<br>-Clasificación y tipos<br>-Causa de los errores de los micrómetros, Verificación<br>-Micrómetro sistema internacional<br>-Micrómetro sistema Inglés | Describir el funcionamiento y el manejo del micrómetro para determinar las principales características de construcción y tolerancias de elementos utilizando características dimensionales de los elementos del vehículo | Describe las partes y modo de uso del micrómetro, además realiza mediciones con el Tornillo de Palmer en el orden de centésimas de milímetros (0,01 mm) y de milésimas de milímetros (0,001mm), mediante la aplicación en componentes mecánicos del motor<br><br>Define cada uno de los micrómetros e identifica sus características para realizar lecturas en los diferentes sistemas de medidas<br><br>Analiza cada uno de los tipos de micrómetros para elegir el apropiado ante la toma de medidas según su fin correspondiente<br><br>Realiza mediciones con el micrómetro en el orden de centésimas de milímetros (0,01 mm) y | - Clases expositiva de conceptualización de los temas a tratarse<br><br>-Entrevistas informales<br><br>-Interacción de ideas en grupos de trabajo<br><br>Interacción de ideas individuales<br><br>-Estudios de casos, Explicación y análisis de los temas<br><br>-Resolución de talleres<br><br>-Clases teóricas – prácticas<br><br>- Evaluación de los temas.<br><br>-Trabajos en la plataforma: Foros sobre los temas tratados. | 14 horas |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|



|  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |  |
|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|  |  | <p>de milésimas de milímetros (0,001mm) en elementos mecánicos del motor</p> <p>Realiza lecturas con el micrómetro en el sistema inglés (pulgada fraccionaria y decimal), realizando la correcta utilización de instrumentos en elementos del motor</p> <p>Analiza los posibles errores dinámicos y estáticos que se puede obtener al realizar la toma de lecturas de los componentes del vehículo</p> |  |  |
|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|



|                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| <p><b>UNIDAD 4</b></p> <p><b>OTROS INSTRUMENTOS</b></p> <p>-Gramil o calibre de alturas, Galgas</p> <p>-Goniómetro</p> <p>-Reloj Comparador</p> <p>-Alexómetro</p> | <p>Determinar las especificaciones técnicas y de construcción de los diferentes elementos del automóvil para conocer el ajustaje mecánico de cada elemento bajo normativa de calidad</p> | <p>Clasifica los otros instrumentos de medición según la utilización en el campo automotriz, a través de la identificación gráfica</p> <p>Define cada uno de los otros instrumentos de medición e identifica sus características para realizar lecturas</p> <p>Compara mediciones y calibraciones utilizando el torque y el calibrador de láminas en milímetros a partir de datos técnicos de vehículos, realizando tablas de diferentes marcas de vehículos</p> <p>Compara mediciones y calibraciones utilizando el torque y el calibrador de láminas en el sistema inglés a partir de datos técnicos de vehículos, realizando tablas de diferentes marcas de vehículos</p> | <p>- Clases expositiva de conceptualización de los temas a tratarse</p> <p>-Entrevistas informales</p> <p>-Interacción de ideas en grupos de trabajo</p> <p>Interacción de ideas individuales</p> <p>-Estudios de casos, Explicación y análisis de los temas</p> <p>-Resolución de talleres</p> <p>-Clases teóricas – prácticas</p> <p>- Evaluación de los temas.</p> <p>-Trabajos en la plataforma: Foros sobre los temas tratados.</p> | <p>12 horas</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|



|  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |  |
|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|  |  | <p>Analiza los posibles errores dinámicos y estáticos que se puede obtener al realizar la toma de lecturas de los componentes del vehículo</p> <p>Compara mediciones y calibraciones utilizando el reloj comparador en milímetros en el motor con condiciones técnicas de manuales</p> <p>Compara mediciones y calibraciones utilizando el reloj comparador en pulgadas en el motor con condiciones técnicas de manuales</p> <p>Analiza los posibles errores dinámicos y estáticos que se puede obtener al realizar la toma de lecturas de los componentes del vehículo</p> |  |  |
|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|

## 2. CONOCIMIENTOS PREVIOS Y RELACIONADOS

Para iniciar el estudio de la presente asignatura se debe tener en cuenta que el estudiante:

- Debe tener los conocimientos y habilidades de razonamiento lógico
- Comprender y aplicar los conceptos y temáticas estudiados, a fin de completar su formación matemática en la línea de cálculo.
- Integrar los conocimientos adquiridos junto a los de otras asignaturas, con el objeto de aplicarlos en problemáticas propias de la especialidad.
- Compromiso y predisposición a una formación integral

## 3. UNIDADES TEÓRICAS

### A. Base Teórica

#### CONCEPTOS FUNDAMENTALES Y METROLOGÍA DIMENSIONAL

##### FUNDAMENTOS DE LA TEORÍA DE LA MEDICIÓN

La metrología se define como la ciencia que se encarga del estudio de las mediciones, métodos e instrumentos de medición, a la vez que se encarga de la regularización y normalización que garantizan la uniformidad y exactitud requeridas de las mediciones.

La metrología es aplicada en todos los campos de estudio, en especial en la industria automotriz, debido al empleo de varios instrumentos de medidas que se emplea al momento de analizar y medir varias partes que lo componen.

**Figura 1**

##### *INSTRUMENTOS DE PRECISIÓN*





## CONCEPTOS

**Medir.-** Es la operación de comparar un objeto con una unidad previamente establecida (patrón de medida).

**Patrón de medida.-** Es la representación física o materialización de la unidad de medida, que permite controlar su trabajo en cuanto dimensión, temperatura, volumen, presión, peso entre otras.

**Medición.-** Proceso que consiste en obtener experimentalmente uno o varios valores que pueden atribuirse razonablemente a una magnitud.

**Medición directa-** Se realiza la medición directa cuando el valor de la medida se obtiene a través de las divisiones de los instrumentos de medición

**Medición Indirecta.-** Cuando se obtiene la medida de una magnitud a través de la comparación con alguna referencia

**Magnitud.-** Propiedad de un fenómeno, cuerpo o sustancia, que puede expresarse cuantitativamente mediante un número y una referencia (Es todo aquello que se puede medir)

**Medida.-** Es el valor numérico obtenido como resultado de medir

**Unidad.-** Es la cantidad que se toma como referencia para poder comparar la magnitud que se desea medir, se expresa mediante nombres y símbolos

**Verificación.-** procedimiento de comprobar cualidades que no pueden expresarse por valores de medición, tales como; calidad del acabado de las superficies, características y estado físico del material del componente a medir, la forma geométrica, ,dimensiones



## **CLASIFICACIÓN DE LA METROLOGÍA**

### **Metrología científica**

Es la parte de la metrología que se ocupa de las determinaciones de las constantes físicas fundamentales, encontrar las características, los niveles que definen y hace particular un fenómeno. También busca mejorar sistemas de medición para lograr un control cada vez más rápido y más confiable.

### **Metrología legal**

Asesora a las empresas buscando aplicar las normas nacionales e internacionales a todos los procesos de diseño, desarrollo, producción y control de productos en general. Además regulan la legislación de las pesas y medidas (Rosemberg, 2017)

### **Metrología industrial**

La metrología industrial se identifica por el uso de la ciencia de la medida tanto como en la teoría y práctica, en el proceso de fabricación, asegurando la calidad y la precisión de las piezas y componentes elaborados. Para garantizar su precisión y fiabilidad debe calibrarse de acuerdo con las normas nacionales y/o industriales.

Esta metrología trata de las variables físicas en general.

Según el tipo de industria y la variable que se desee controlar para un proceso específico de metrología industrial se clasifica en:

- Dimensional
- Geométrica
- Ponderal
- Eléctrica
- Termodinámica
- Química
- Otras (dependiendo la variable industrial que se maneje)

**Figura 2**

*COMPROBACIÓN DE FABRICACIÓN*



Fuente: (Moreno, 2019)

**SISTEMA DE UNIDADES**

**UNIDADES DE MEDIDAS EN EL SISTEMA INTERNACIONAL (SI)**

El sistema internacional de unidades es el más usado extensivamente, conjuntamente con el sistema métrico decimal, garantiza la uniformidad y equivalencias en las mediciones para facilita las actividades tecnológicas industriales y comerciales de diversas naciones que se acogen al sistema métrico decimal.

Las unidades del SI constituyen referencia internacional de las indicaciones de los instrumentos de medición, a las cuales están referidas mediante una concatenación ininterrumpida de calibraciones o comparaciones, simplificando

Las magnitudes fundamentales utilizadas en el sistema internacional de unidades SI son longitud, masa, tiempo, intensidad de corriente eléctrica, temperatura termodinámica, cantidad de sustancia e intensidad luminosa, se consideran independientes, por convención

Las unidades básicas elegidas por la Conferencia General de Pesas y Medidas CGPM, son el metro, el kilogramo, el segundo, el amperio, el kelvin, el mol y la candela. Las unidades derivadas del SI se forman como producto de potencias de las unidades básicas,



según las relaciones algebraicas que definen las magnitudes derivadas correspondientes, en función de las magnitudes básicas (Metrología, 2006)

**Tabla 1***UNIDADES DE MEDIDAS DEL SISTEMA INTERNACIONAL.*

| Magnitud física fundamental | Unidad básica o fundamental | Símbolo |
|-----------------------------|-----------------------------|---------|
| Longitud                    | metro                       | m       |
| Masa                        | Kilogramo                   | kg      |
| Tiempo                      | segundo                     | s       |
| Intensidad                  | amperio o ampere            | A       |
| Temperatura                 | Kelvin                      | K       |
| Cantidad de sustancia       | Moles                       | mol     |

**Unidades derivadas de medidas en el sistema internacional (SI)**

Se definen a las unidades derivadas del SI cuando se forma por combinaciones coherentemente con las unidades básicas y suplementarias, es decir, se expresan simplemente a partir de las fundamentales

**Tabla 2***EJEMPLO DE UNIDADES DERIVADAS DEL SISTEMA INTERNACIONAL*

| Magnitud    | Unidad                     | Símbolo                  |
|-------------|----------------------------|--------------------------|
| Superficie  | Metro cuadrado             | m <sup>2</sup>           |
| Volumen     | Metro cúbico               | m <sup>3</sup>           |
| Velocidad   | Metro por segundo          | m/s                      |
| Aceleración | Metro por segundo cuadrado | m/s <sup>2</sup>         |
| Fuerza      | Newton                     | (kg.m/s <sup>2</sup> ) N |
| Densidad    | Kilogramo por metro cúbico | kg/m <sup>3</sup>        |
| Trabajo     | Julio (Newton metro)       | J                        |

**Múltiplos y sub múltiplos de las unidades SI**

Debido a que en ciertas circunstancias es necesario medir magnitudes muy grandes o demasiado pequeñas, se tiene que utilizar una serie de múltiplos y submúltiplos comunes a todas las unidades, para lo cual se antepone al nombre de la unidad ciertos prefijos griegos, de tal forma que se identifiquen correctamente.

**Figura 3***MÚLTIPLOS Y SUBMÚLTIPLOS*

| MÚLTIPLOS Y SUBMÚLTIPLOS DE LAS UNIDADES DEL SISTEMA INTERNACIONAL |         |                      |
|--------------------------------------------------------------------|---------|----------------------|
| Prefijo                                                            |         | Factor multiplicador |
| Nombre                                                             | Símbolo |                      |
| yotta                                                              | Y       | $10^{24}$            |
| zetta                                                              | Z       | $10^{21}$            |
| exa                                                                | E       | $10^{18}$            |
| peta                                                               | P       | $10^{15}$            |
| tera                                                               | T       | $10^{12}$            |
| giga                                                               | G       | $10^9$               |
| mega                                                               | M       | $10^6$               |
| kilo                                                               | k       | $10^3$               |
| hecto                                                              | h       | $10^2$               |
| deca                                                               | da      | $10^1$               |
| deci                                                               | d       | $10^{-1}$            |
| centi                                                              | c       | $10^{-2}$            |
| mili                                                               | m       | $10^{-3}$            |
| micro                                                              | $\mu$   | $10^{-6}$            |
| nano                                                               | n       | $10^{-9}$            |
| pico                                                               | p       | $10^{-12}$           |
| femto                                                              | f       | $10^{-15}$           |
| atto                                                               | a       | $10^{-18}$           |
| zepto                                                              | z       | $10^{-21}$           |
| yocto                                                              | y       | $10^{-24}$           |

Fuente: (Domínguez &amp; Ferrer, 2015)

**Nota:** Existen unidades de medida que sin ser del sistema internacional se utilizan en todo el mundo por ejemplo, el barril de petróleo (1barril = 158,99 litros)



## **UNIDADES DE MEDIDAS EN EL SISTEMA INGLÉS O ANGLOSAJÓN**

Según (Educa Bolivia, 2002) el Sistema Inglés, o Sistema Imperial de Unidades es el conjunto de las unidades no métricas que se utilizan actualmente en el Reino Unido y en muchos territorios de habla inglesa (como en Estados Unidos de América), pero existen discrepancias entre los sistemas de Estados Unidos e Inglaterra, e incluso sobre la diferencia de valores entre otros tiempos y ahora. Este sistema se deriva de la evolución de las unidades locales a través de los siglos, y de los intentos de estandarización en Inglaterra. Las unidades mismas tienen sus orígenes en la antigua Roma.

La influencia de los materiales de origen inglés y americano ha introducido casi definitivamente en nuestra industria el sistema “Inglés”, cuya unidad es la pulgada.

A pesar de que ha sido aceptado internacionalmente el uso del sistema métrico, en los países se habla inglesa se ha designado como base o unidad la “Yarda”.

Para la actividad de un mecánico, es imprescindible conocer a fondo todos los derivados de la medida inglesa llamada pulgada.

La pulgada fraccional ha ido quedando en el pasado y en su lugar ahora se utiliza la pulgada decimal que es la unidad más comúnmente utilizada en las actividades de ingeniería hechos siguiendo el sistema inglés. (CATERPILLAR, 2017)

**Figura 4**

*UNIDADES DE MEDIDAS EN EL SISTEMA INGLÉS*

| MEDIDAS DE LONGITUD   |                                                       |                                                |
|-----------------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| Nombre                | Símbolo                                               | Equivalencia                                   |
| Milla marina          | mi<br>yd<br>ft<br>in                                  | 2 026.73 yardas = 1 853 m                      |
| Milla terrestre       |                                                       | 1 760 yardas = 1 609 m                         |
| Yarda                 |                                                       | 3 pies = 36 pulgadas = 0.914 m                 |
| Pie                   |                                                       | 12 pulgadas = 0.305 m                          |
| Pulgada               |                                                       | 2.54 cm                                        |
| MEDIDAS DE CAPACIDAD  |                                                       |                                                |
| Nombre                | Símbolo                                               | Equivalencia                                   |
| Bushel                | bu                                                    | 35.238 litros                                  |
| Galón                 | gal                                                   | 3.785 litros                                   |
| MEDIDAS DE PESO       |                                                       |                                                |
| Nombre                | Símbolo                                               | Equivalencia                                   |
| Tonelada corta        | lb<br>oz                                              | 907 kg.                                        |
| Libra                 |                                                       | 16 onzas = 454 g.                              |
| Onza                  |                                                       | 28.35 g.                                       |
| MEDIDAS DE SUPERFICIE |                                                       |                                                |
| Nombre                | Símbolo                                               | Equivalencia                                   |
| Acre                  | yd <sup>2</sup><br>ft <sup>2</sup><br>in <sup>2</sup> | 4 840 yardas cuadradas = 4 047 m <sup>2</sup>  |
| Yarda cuadrada        |                                                       | 9 pies cuadrados = 0.836 m <sup>2</sup>        |
| Pie cuadrado          |                                                       | 144 pulgadas cuadradas = 0.093 m <sup>2</sup>  |
| Pulgada cuadrada      |                                                       | 6.452 cm <sup>2</sup>                          |
| MEDIDAS DE VOLUMEN    |                                                       |                                                |
| Nombre                | Símbolo                                               | Equivalencia                                   |
| Yarda cúbica          | yd <sup>3</sup>                                       | 27 pies cúbicos = 0.7645 m <sup>3</sup>        |
| Pie cúbico            | ft <sup>3</sup>                                       | 1728 pulgadas cúbicas = 28.317 dm <sup>3</sup> |
| Pulgada cúbica        | in <sup>3</sup>                                       | 16.387 cm <sup>3</sup>                         |

Fuente: (Adobe Golive 4, 2005)

**Unidades derivadas de medidas en el sistema inglés****Figura 5***UNIDADES DERIVADAS DE MEDIDAS EN EL SISTEMA INGLÉS*

| Unidades Derivadas Sistema inglés de unidades FPS (1824) |                          |                                  |
|----------------------------------------------------------|--------------------------|----------------------------------|
| Magnitud Física Básica                                   | Unidad                   | Símbolo de la Unidad             |
| Longitud                                                 | Yarda                    | yd                               |
| Longitud                                                 | Pulgada (inch)           | in                               |
| Longitud                                                 | Milla (mile)             | mi                               |
| Fuerza                                                   | Poundal                  | pd= 1 lb x 1 ft / s <sup>2</sup> |
| Velocidad                                                | pie/s                    | pie/s                            |
| Aceleración                                              | pie/s <sup>2</sup>       | pie/s <sup>2</sup>               |
| Trabajo o energía                                        | poundal.pie              | pd.pie                           |
| Potencia                                                 | poundal.pie/s            | pd.pie/s                         |
| Presión                                                  | poundal/pie <sup>2</sup> | pd/pie <sup>2</sup>              |
| Calor                                                    | Unidad Térmica Británica | BTU                              |
| Volumen                                                  | Pinta (pint)             |                                  |

Fuente: (Adobe Golive 4, 2005)

**CONVERSIÓN DE UNIDADES**

Para poder operar con unidades de diferentes sistemas tenemos que determinar sus equivalencias y transformar unas cantidades en otros mediante factores de conversión.

Un factor de conversión es una fracción que se expresa la equivalencia entre dos unidades pero tomando que se encuentre en la misma magnitud física.

**Figura 6**

*PANTALLA DE SOFTWARE PARA CONVERTIR UNIDADES*



**Convertidor de unidades metricas internacional**

De: **Longitud**  
 Metro  
 Pie  
 Pulgada  
 yardas  
 milla (nautica)  
 milla (Terrestre)  
 --- Velocidad ---  
 Metro/Segundo  
 km/Hora  
 milla/hora (Terrestre)  
 Pie/Segundo

a: **Longitud**  
 Metro  
 Pie  
 Pulgada  
 yardas  
 milla (nautica)  
 milla (Terrestre)  
 --- Velocidad ---  
 Metro/Segundo  
 km/Hora  
 milla/hora (Terrestre)  
 Pie/Segundo

**¿Cuántas Unidades?**  
 3.2808399

**Convertir Ya**

**Equivalencia:**  
 1.00 = 3.2808399  
 Metro Pie

Fuente: ( Wight Hat Ltd., 2020)

A continuación realizaremos métodos de transformación con tres reglas básicas:

**Regla N°1:**

Para Convertir fracción común a decimal de pulgadas se divide el numerador por el denominador.

$$1/8 \text{ pulg.} = 1:8 = 0,125 \text{ pulg.}$$

$$3/8 \text{ pulg.} = 3:8 = 0,375 \text{ pulg.}$$



**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 como tenga en decimales.

0,875 pulg. =  $0,875/1000$  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 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 fracción de pulgada como  $7/8$ .

$0,875 \text{ pulg.} = 875/1000 = 875:25 - 1000:25 = 35/40 = 35:5 - 40:5 = 7/8 \text{ pulg.}$  Simplificar es dividir el numerador y el denominador por el mismo número entero, que no sea cero, sin cambiar el valor de la fracción pero expresándola en números más pequeños.

También tendremos valores que no se pueden simplificar a fracciones más conocidas, en este caso debemos expresarlos en los valores que se obtengan.

$0,5635 \text{ pulg.} = 5635/10000 - 5635:5 - 10000:5 = 1127/2000$ , en donde 1127 es divisible por 7, pero 2000 no por lo que debemos dejarlo como  $1127/2000$  final.

**Regla N°3:**

Regla de tres simple: La aplicación de esta regla es muy útil en la práctica, pues permite realizar cálculos de forma sencilla y rápida para realizar conversiones de unidades entre sistemas de unidades.

Ejemplo: Un eje de 10pulg a cuantos mm equivale.

Primero necesitamos saber que 1 pulg. Son 25,4 mm por lo que haremos lo siguiente:

$$1 \text{ pulg.} = 25,4 \text{ mm}$$

$$10 \text{ pulg.} = X \text{ mm}$$

$$\text{Despejando } X = 10 \text{ pulg.} \times 25,4\text{mm}$$

$$1 \text{ pulg.}$$

$$\text{El eje en mm es} = 254 \text{ mm}$$

## INSTRUMENTOS DE MEDIDA

Los instrumentos de medida son útiles que se emplean para realizar mediciones, estos pueden ir o no asociados a otros dispositivos suplementarios para realizar las mediciones correspondientes

**Figura 7**

### *INSTRUMENTOS DE MEDIDA*



Fuente:(Rosemberg, 2017)

## CARACTERÍSTICAS DE LOS INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

Algunos de los términos utilizados para describir las características de un instrumento de medición son igualmente aplicables a dispositivos de medición, transductores de medición o a sistemas de medición

### **Sensibilidad**

Cambio en la respuesta de un instrumento de medición dividido por el correspondiente cambio en el estímulo.

Nota: la sensibilidad puede depender del valor del estímulo.

### **Resolución (de un dispositivo indicador)**

Menor diferencia entre indicaciones de un dispositivo indicador que puede ser distinguida significativamente.

Notas: Para un dispositivo indicador digital, es el cambio en la indicación cuando el dígito menos significativo cambia en un paso.



### **Zona muerta**

Máximo intervalo a través del cual un estímulo puede cambiar en ambas direcciones sin producir cambios en la respuesta del instrumento de medición.

Notas

- 1- La zona muerta puede depender de la velocidad de cambio
- 2- La zona muerta, en ocasiones, se hace deliberadamente grande para prevenir el cambio en la respuesta a pequeños cambios en el estímulo.

### **Estabilidad**

Aptitud de un instrumento de medición para mantener constante en el tiempo sus características metrológicas.

Notas: Cuando la estabilidad es considerada con respecto a otra magnitud que no sea el tiempo, debe ser especificada explícitamente.

### **Transparencia**

Aptitud de un instrumento de medición de no modificar la magnitud a medir.

Ejemplos

- a) la balanza es transparente en la medición de masa;
- b) el termómetro de resistencia que calienta el medio cuya temperatura se intenta medir, no es transparente.

### **Deriva**

Variación lenta de una característica metrológica de un instrumento de medición.

### **Tiempo de respuesta**

Intervalo de tiempo entre el instante en que es provocado un cambio brusco en el estímulo y el instante en que la respuesta alcanza, y se mantiene dentro de límites especificados, próximos a su valor final estable.

### **Exactitud de un instrumento de medición**

Aptitud de un instrumento de medición para entregar respuestas cercanas al valor verdadero.

Nota "Exactitud" es un concepto cualitativo.

.



**Exactitud en la medición.**

Es el grado en que las lecturas se acercan a la magnitud real.

**Precisión en la medición**

Es el grado en que las lecturas se acercan entre sí.

**Error (de indicación) de un instrumento de medición**

Indicación de un instrumento de medición menos el valor verdadero de la magnitud de entrada correspondiente.

Notas: Este concepto se aplica principalmente cuando los instrumentos son comparados con patrones de referencia. (SENA - CEV, 2004)

**CLASIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN**

Se clasifican en: mecánicos, ópticos, electrónicos y ultrasonido.

**De acuerdo al valor de la lectura, pueden ser:**

- a) De medida directa
- b) De medida de comparación
- c) De inspección

**Instrumentos de medida directa**

Son instrumentos que permiten por lectura directa, la determinación de una medida de la pieza. La precisión de esa medición dependerá, como es lógico, de las cualidades del instrumento y de una serie de factores que participan en la operación de medir

**Instrumentos de medidas por comparación.**

Medir por comparación es determinar la magnitud de una medida comparándola con la de un patrón, que por lo general tendrá la medida nominal de la cota a verificar, pudiendo ser una pieza prototipo o un bloque patrón. La dimensión de la pieza a verificar se obtendrá por diferencia con respecto al cero del instrumento, indicada por la posición de la aguja o del sistema de amplificación empleado.

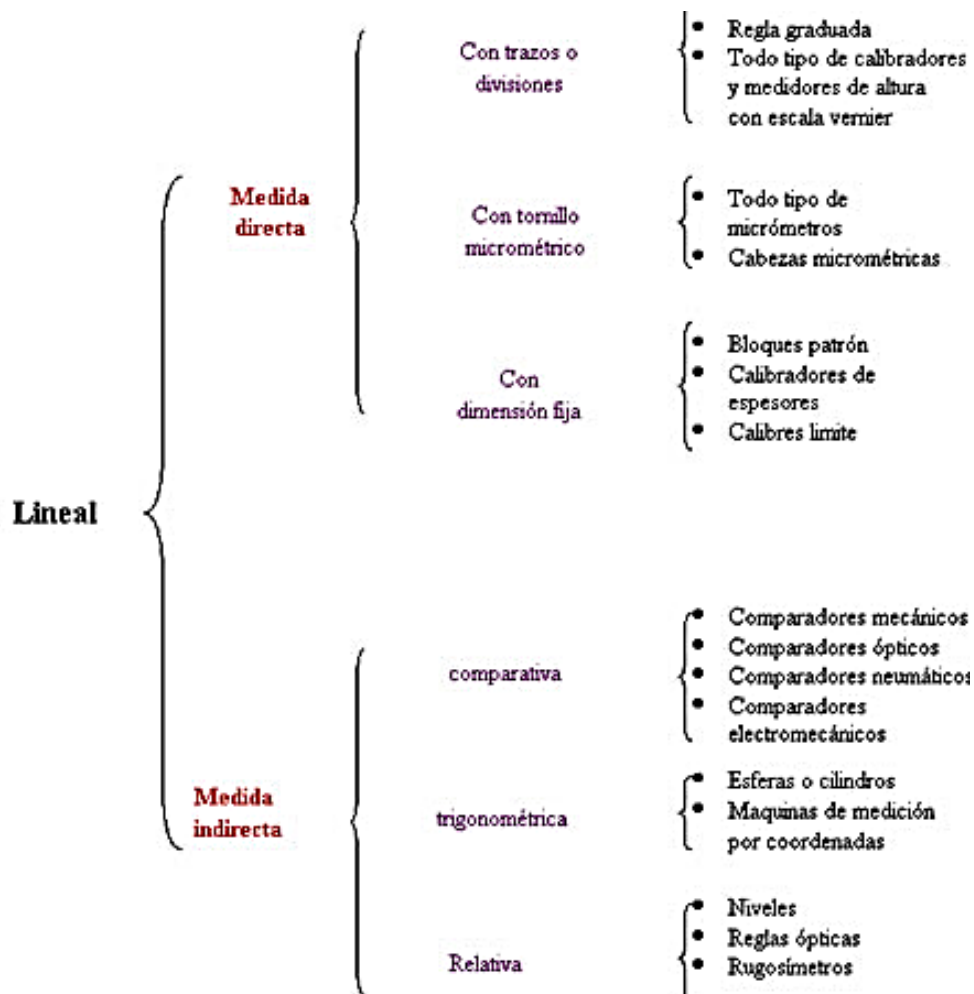
### Instrumentos de inspección.

Verificar, es comparar un resultado observado con un resultado esperado; los puntos principales a examinar son:

- La conformidad del control interno.
- Las existencias (que los productos cultivados, procesados o almacenados son los mismos que se someten a la certificación).
- La precisión y la exactitud de los registros.
- Que los insumos cumplen los requisitos.

**Figura 8**

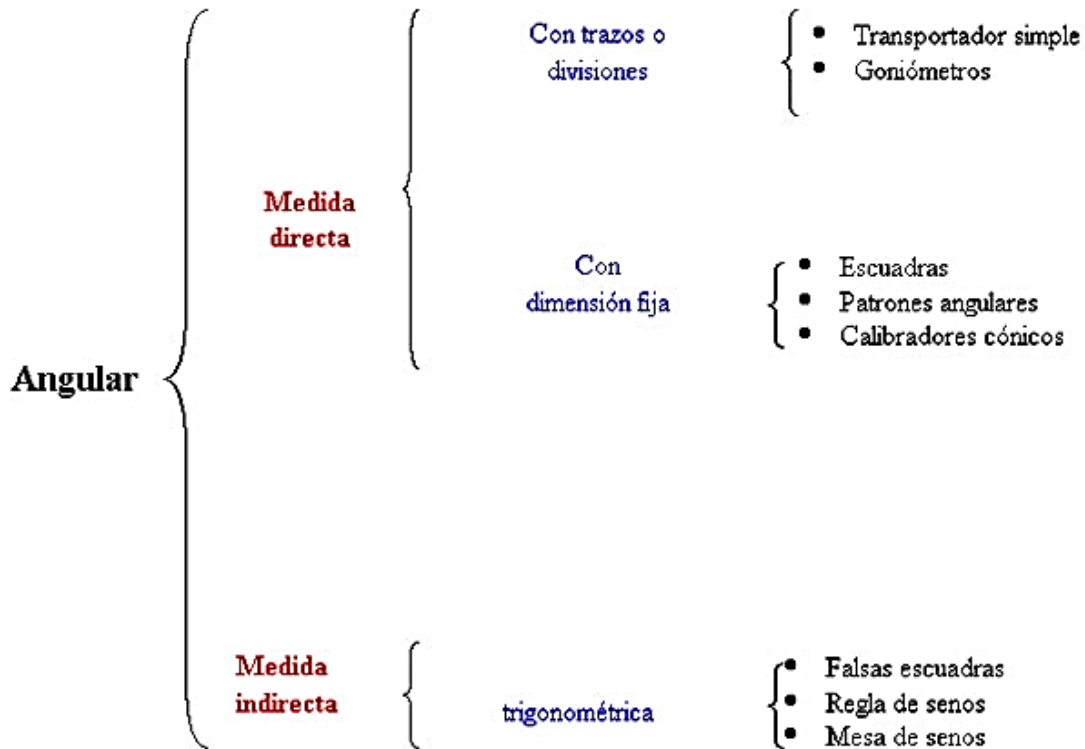
### INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN LINEALES



Fuente: (SENA - CEV, 2004)

**Figura 9**

*INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN ANGULARES*



Fuente: (SENA - CEV, 2004)

## ERRORES EN LA MEDICIÓN

(Rosemberg, 2017) Indica que al hacer mediciones, las lecturas que se obtienen nunca son exactamente iguales, aun cuando las efectúe la misma persona, sobre la misma pieza, con el mismo instrumento, el mismo método y en el mismo ambiente (repetibilidad); si las mediciones las hacen diferentes personas con distintos instrumentos o métodos o en ambientes diferentes, entonces las variaciones en las lecturas son mayores (reproducibilidad). Esta variación puede ser relativamente grande o pequeña, pero siempre existirá.

En sentido estricto, es imposible hacer una medición totalmente exacta, por lo tanto, siempre se enfrentarán errores al hacer las mediciones. Los errores pueden ser despreciables o significativos, dependiendo, entre otras circunstancias de la aplicación que se le dé a la medición.



Los errores surgen debido a la imperfección de los sentidos, de los medios, de la observación, de las teorías que se aplican, de los aparatos de medición, de las condiciones ambientales y de otras causas.

### **Principales causas de los errores en el proceso de medición**

#### **Errores aleatorios (casuales)**

##### **OPERADOR**

Paralaje

Presión variable

Aproximaciones

##### **APARATO**

Juegos

Inercia

##### **MEDIO AMBIENTE**

Humedad

Vibraciones

Polvo

Variaciones de temperatura

#### **Errores sistemáticos (o constantes)**

##### **INSTRUMENTO**

Defectos de construcción

Defectos de calibración

##### **MEDIO AMBIENTE**

Variaciones controladas de temperatura

### **Error absoluto**

Todas las medidas experimentales vienen afectadas de una imprecisión inherente al proceso de medida.

Medir es básicamente, comparar con un patrón y esta comparación se hace con un aparato (por simple que sea-una regla, por ejemplo- podemos incluirlo en la denominación



generalizada de “aparato”), la medida dependerá de la mínima cantidad que aquel sea capaz de medir.

### Error absoluto

Si medimos una cierta magnitud física cuyo valor es “verdadero” es  $X_0$  obteniendo un valor de la medida  $X$ , llamaremos ERROR ABSOLUTO de dicha medida a la diferencia,  
 $A_x = X - X_0$

FÓRMULA:  $E_a = (\text{valor absoluto} - \text{valor aproximado})$

Donde,  $A_x$  es el error absoluto y resulta de la diferencia del valor de la medida y el valor tomado como exacto, puede ser positivo o negativo, ya sea la medida superior o inferior al valor real.

### Ejemplo 1.

Una plancha de madera viene comprendida por una medida de 20 metros, al realizar la respectiva medición se determina que dicha plancha tiene una medida de 19 metros, determine el error absoluto.

Datos:

$V_a = 20\text{m}$

$V_{\text{aprox}} = 19\text{m}$

$E_a = ?$

### DESARROLLO:

$E_a = (\text{valor absoluto} - \text{valor aproximado})$

$E_a = (20\text{m} - 19\text{m})$

RESPUESTA:  $E_a = 1\text{m}$

### Error relativo

Es la división entre el valor o error absoluto y el valor exacto, si se multiplica por 100 se obtiene el tanto por ciento % de error, al igual que el error absoluto puede ser positivo o negativo, el resultado no contiene unidades de medida.

FÓRMULA:  $E_r = (\text{error absoluto})/(\text{valor real}) = ((\text{error absoluto} - \text{valor aproximado})/(\text{valor real})) \times 100\%$



### **Ejemplo 1.**

Si una mesa mide 30cm de ancho, pero al realizarle la respectiva medición obtenemos un valor de 29.972, determine el porcentaje de error relativo que existe.

$E_a = (\text{valor absoluto} - \text{valor aproximado})$

$E_a = (30\text{m} - 29.972\text{m})$

RESPUESTA:  $E_a = 0.028$

$E_r = (\text{error absoluto})/(\text{valor real}) = (0.028/30) \times 100\%$

RESPUESTA:  $E_r = 0.093\%$

### **REGLAS PARA LA MEDICIÓN**

(Moreno, 2019) Las mediciones deben hacerse con la debida exactitud y con todo cuidado. Para ello debe emplearse el instrumento que corresponda a la precisión exigida. Además debe tenerse en cuenta indicaciones como las siguientes:

- Limpiar las superficies del material y el instrumento antes de realizar la medición.
- Desbarbar previamente las piezas de trabajo.
- En mediciones de precisión, prestar especial atención a la temperatura de referencia (si la pieza está caliente, debe esperarse hasta que logre la temperatura de referencia)
- Jamás debe hacerse mediciones en una pieza en movimiento o en una maquina en marcha, esto podría ocasionar accidentes o deterioro en los instrumentos de medición.
- Las piezas de trabajo imantadas (por ejemplo, por sujeción magnética) se deben desimantar antes de realizar una medición.
- Verificar la aptitud del instrumento para medir según la frecuencia de verificación.
- No aplicar excesiva fuerza sobre aquellos instrumentos que no tienen mecanismo de control de presión. (por ejemplo el trinquete en micrómetros)

**Figura 10**

*REGLAS PARA LA MEDICIÓN*



**Reglas para la escritura de unidades y símbolos**

Todo lenguaje contiene reglas para su escritura que evitan confusiones y facilitan la Comunicación. El Sistema Internacional de Unidades (SI) tiene sus propias reglas de escritura que permiten una comunicación unívoca.

**Figura 11**

*REGLAS PARA LA ESCRITURA DE UNIDADES Y SÍMBOLOS*

| CORRECTO           | INCORRECTO        |
|--------------------|-------------------|
| s                  | Seg. o seg        |
| g                  | GR grs grm        |
| L/min              | LPM               |
| cm <sup>3</sup>    | cc cmc c m 3      |
| 50 gramos o 50 g   | 50 gramo 50 gs    |
| ml o mL            | mltr. ML          |
| 10 m x 20 m x 50 m | 10 x 20 x 50 m    |
| de 10 g a 500 g    | ... de 10 a 500 g |
| (30,5 ± 0,01) m    | 30,5 ± 0,01 m     |
| 30,5 m ± 0,01 m    | 30,5 m ± 0,01     |
| 1,23 nA            | 0,001 23 m A      |

Fuente: (SENA - CEV, 2004)

**Figura 12**

*REGLAS PARA LA ESCRITURA DE UNIDADES Y SÍMBOLOS*

| DESCRIPCION                                                                                                    | CORRECTO       | INCORRECTO |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|------------|
| Escribir en caracteres romanos rectos                                                                          | m              | <i>m</i>   |
|                                                                                                                | Pa             | <i>Pa</i>  |
| El símbolo se escribe con minúscula a excepción de los derivados de nombres propios                            | kg             | Kg         |
|                                                                                                                | Hz             | hz         |
|                                                                                                                | K              | k          |
| Se debe dejar espacio entre el valor de la magnitud y el símbolo                                               | 50 o C         | 50 o C     |
|                                                                                                                | 60 o           | 60 o       |
| Si el valor numérico se expresa en letras no se utiliza símbolo                                                | diez segundos  | diez s     |
| El signo decimal debe ser una coma sobre la línea                                                              | 123,35         | 123.35     |
|                                                                                                                | 0,876          | ,876 1     |
|                                                                                                                | 1,25           | 1 / 4      |
| Para la multiplicación de unidades se recomienda un punto o un espacio.<br><b>Newton metro o Newton-metro.</b> | m N            |            |
|                                                                                                                | m·N            | mN         |
|                                                                                                                | N·m            |            |
| Se utiliza el sistema de 24 horas                                                                              | 20 h 00        | 8 PM       |
|                                                                                                                | 09 h 45 min 00 | 9:30 hrs   |

Fuente: (SENA - CEV, 2004)

**Tabla 3**

*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.                                            |

## CALIBRADORES

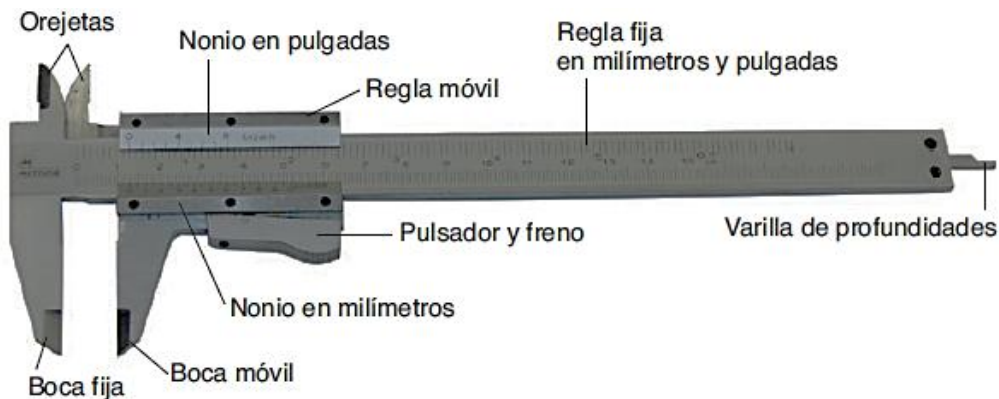
### CALIBRADOR PIE DE REY

#### Definición y Descripción

También denominado pie de rey o Vernier, es un instrumento utilizado para medir dimensiones de objetos pequeños, desde centímetros hasta fracciones de milímetros ( $1/10$  de milímetro,  $1/20$  de milímetro,  $1/50$  de milímetro). En la escala de las pulgadas tiene divisiones equivalentes a  $1/16$  de pulgada, y, en su nonio, de  $1/128$  de pulgada.

**Figura 13**

#### *PARTES DE UN CALIBRE O PIE DE REY*



**Regla fija:** sobre la cual se encuentran grabadas las escalas en mm y dieciseisavos de pulgada

**Puntas para interiores:** la fija va solidaria a la regla fija. La móvil solidaria al cursor

**Mordazas para exteriores:** una fija solidaria a la regla y otra móvil solidaria al cursor. Estas contienen los palpadores.

**Tornillo de fijación:** asegura el cursor a la regla fija.

**Cursor:** elemento deslizante sobre la regla fija y contiene las escalas nonio

**Regla o palpador de profundidad:** también llamado profundímetro por su función de medir profundidades

**Impulsor:** apoyo para deslizar el cursor

Rodríguez (2010) menciona que el calibrador con vernier es un instrumento de medición indirecta, que es usado ampliamente debido a su versatilidad de aplicación ya que es

posible utilizarlo para medir exteriores, interiores y profundidades dentro de su capacidad de lectura y la legibilidad del mismo.

**Figura 14**

*SECCIONES DE MEDICIONES DEL PIE DE REY*



Fuente: (CATERPILLAR, 2017)

Es un instrumento sumamente delicado y debe manipularse con habilidad, cuidado y delicadeza, con precaución de no rayarlo ni doblarlo (en especial, la colisa de profundidad). Deben evitarse especialmente las limaduras, que pueden alojarse entre sus piezas y provocar daños.

## CLASIFICACIÓN

### SEGÚN SU CONSTRUCCIÓN

#### **Pie de rey universal**

El más común y utilizado en el taller. Con él se pueden tomar lecturas en milímetros y en fracciones de pulgada. Los hay también con escala en milésimas de pulgadas.

**Figura 15**

*PIE DE REY UNIVERSAL*



### **Pie de rey de tornero**

Las diferencias principales con respecto del anterior, son que es de mayor precisión (0.02 mm) y es más grande (300 mm.). También tiene mecanismo de ajuste fino (por su precisión)

**Figura 16**

#### *PIE DE REY DE TORNERO*



Fuente: (Rosemberg, 2017)

### **Calibrador de esfera o con carátula**

Es muy práctico y de fácil procedimiento para tomar lecturas. Los hay tanto en milímetros (hasta 0.01 mm) como en pulgadas (0.001 milésima de pulgada). Trae un solo tipo de unidad de medida.

**Figura 17**

#### *CALIBRADOR DE CARÁTULA*



Fuente: (Rosemberg, 2017)

### **Pie de Rey digital**

Este tipo de calibrador nos puede mostrar directamente la lectura por su visualizador que tiene. Por su construcción con sistemas de origen electrónico, permite el manejo fácil de variables. Por ejemplo convierte unidades métricas a pulgadas, almacena lecturas, etc.

**Figura 18**

#### *CALIBRADOR DIGITAL*



Fuente: (Rosemberg, 2017)

### **SEGÚN SU PRECISIÓN**

Tomando como base el pie de rey universal, encontramos los siguientes grados de precisión:

#### **En milímetros**

- de una décima de milímetro:  $1/10 \text{ mm} = 0,1 \text{ mm}$
- de 5 centésimas de milímetro:  $1/20 \text{ mm} = 0,05 \text{ mm}$
- de 2 centésimas de milímetro:  $1/50 \text{ mm} = 0,02 \text{ mm}$

#### **En pulgadas**

- $1/128$  de pulgada
- una milésima de pulgada (0,001 pulgada)

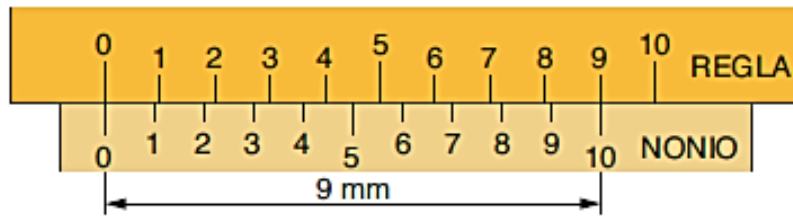
### **APRECIACIÓN DEL CALIBRE**

La apreciación del calibrador pie de rey vienen dada por el número de divisiones de su nonio, mientras más divisiones tenga el nonio, será de mejor apreciación.

Apreciación= menor división de la regla/número de división del nonio =  $d/n$

**Figura 19**

**REGLETA FIJA Y NONIO**



Fuente: (Domínguez & Ferrer, 2015)

Por ejemplo, un calibrador con un nonio de 10 divisiones tendrá la siguiente:

Apreciación =  $1\text{mm}/10 \text{ divisiones} = 0,1 \text{ mm}$

**Tipos de nonios**

Existen tres tipos de nonios:

**Nonio decimal.-** Este tipo de nonio es el menos utilizado debido a su apreciación es muy baja, 0,1mm.

**Nonio vigesimal.-** Este otro es de mayor apreciación que el anterior ya que está dividido en 20 partes igual y su apreciación es de 0,05mm.

**Nonio quincuagesimal.-** Es el nonio de mayor precisión, ya que esta dividido en 50 partes iguales; por lo tanto cada división le corresponde a 0,02mm de apreciación.

**Tabla 4**

**ESCALA DE LOS NONIOS EN MILÍMETROS**

| Nonio decimal | Nonio vigesimal | Nonio quincuagesimal |
|---------------|-----------------|----------------------|
|               |                 |                      |

**MEDICIÓN EN MILÍMETROS**

Para poder realizar la toma de medidas en general se realizan los siguientes pasos:

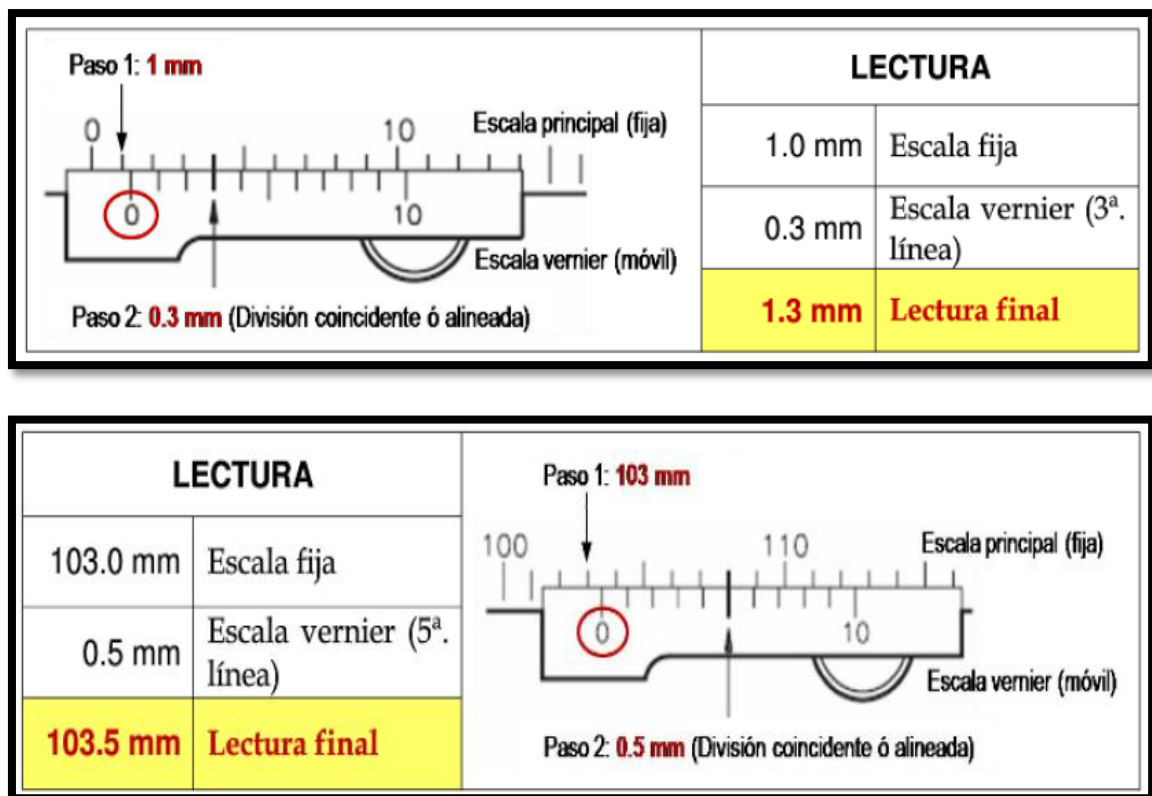
1. En la escala fija o principal del calibrador la lectura se toma, siempre, antes del cero vernier y corresponderá a la lectura en milímetros.
2. Se debe contar el número de líneas o divisiones en la escala vernier hasta donde una de ellas coincida o está alineada con una línea de la escala fija.

3. Finalmente, se suman los dos números obtenidos en la escala fija y en la escala de vernier y así se obtendrá la lectura indicada por el instrumento.

La apreciación de lectura puede variar dependiendo de la marca y la nacionalidad de cada instrumento, pero es recomendable verificar antes de realizar las mediciones, a continuación, unos ejemplos:

**Figura 20**

*MEDICIÓN EN MILÍMETROS*

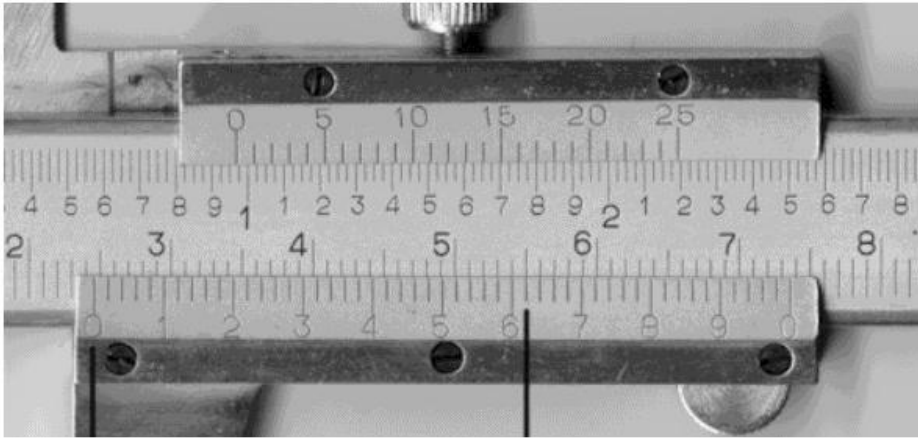


**EJERCICIOS**

**EJERCICIO 1**

**Figura 21**

*MEDIDA EN CENTÉSIMAS DE MILÍMETRO*

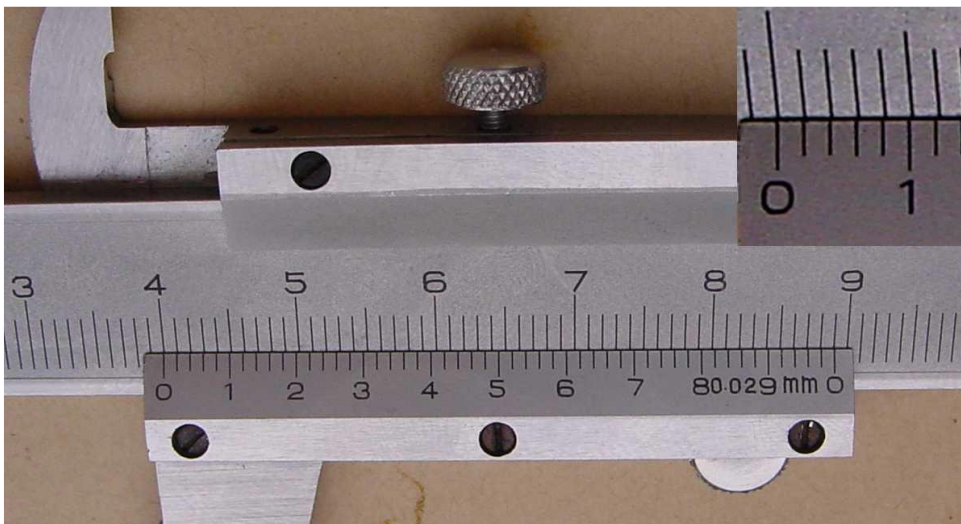


- 1) Primer acercamiento = 24 mm
- 2) Busco la línea que coincide en el nonio, en este caso 0.62
- 3) La medida final es  $24 + 0.62 = 24.62$  mm

**EJERCICIO 2**

**Figura 22**

*MEDIDA EXACTA EN MILÍMETROS*



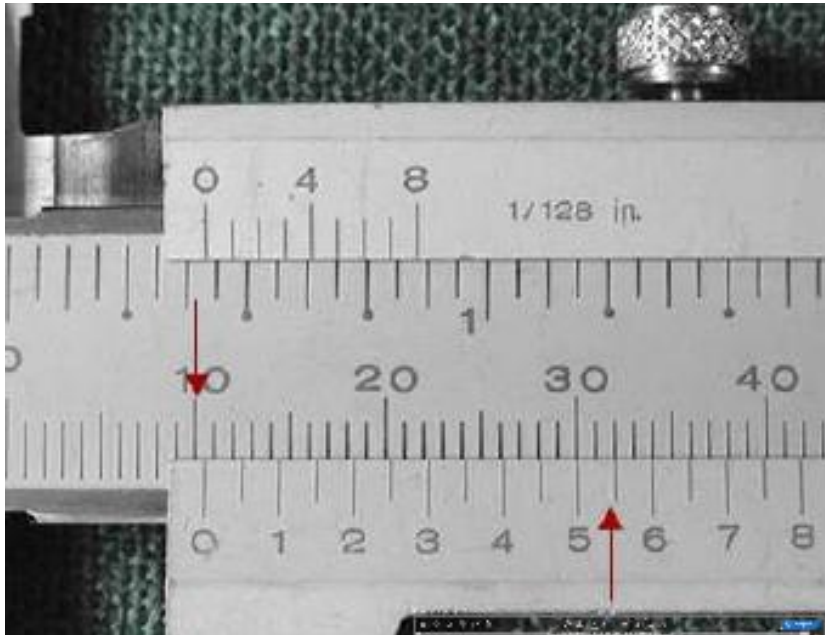
- 1) Primer acercamiento = 40 mm
- 2) Busco la línea que coincide, el nonio coincide en 0

3) La medida final es  $40 + 0.00 = 40.00$  mm

### EJERCICIO 3

**Figura 23**

*MEDIDA EN CENTÉSIMAS*



- 1) Primer acercamiento = 10 mm
- 2) Busco la línea que coincide, el nonio coincide en 0,55
- 3) La medida final es  $10 + 0.55 = 10.55$  mm

## EJERCICIO 4

**Figura 24**

### *MEDIDA CON CALIBRADOR DE CARÁTULA*



- 1) Primer acercamiento regleta fija = 3 mm
- 2) Busco la línea que coincide, el nonio de la carátula 0.84
- 3) La medida final es  $3 + 0.84 = 3.84\text{mm}$

## MEDICIÓN EN PULGADAS

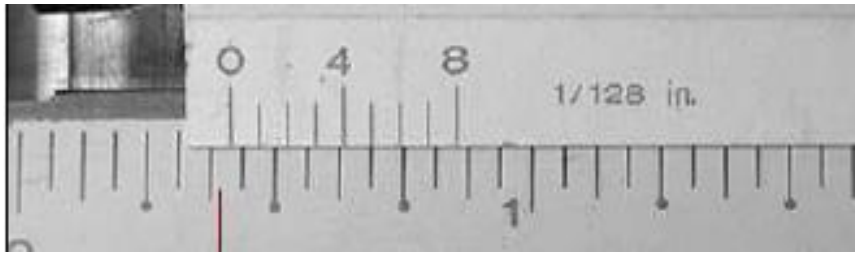
Debido a que todavía se utiliza la pulgada en ciertas medidas como, en racores de roscas, tornillos de roscas Whitworth, etc. Los calibradores de tipo universal también cuentan con una regla y nonio en pulgadas

Observe que sobre la regla fija está grabada la escala en pulgadas. Cada separación indica 1/16 pulgada.

Sobre el cursor está grabada la escala nonio. Cada separación indica 1/128 de pulgada.

**Figura 25**

*REGLETA FIJA Y NONIO EN PULGADAS*



Para tomar la lectura en forma práctica se debe tener clara la siguiente escala nonio.  
Con base en esa observación:  
Lea el número de dieciseisavos indicados en la escala principal y proceda como se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 5**

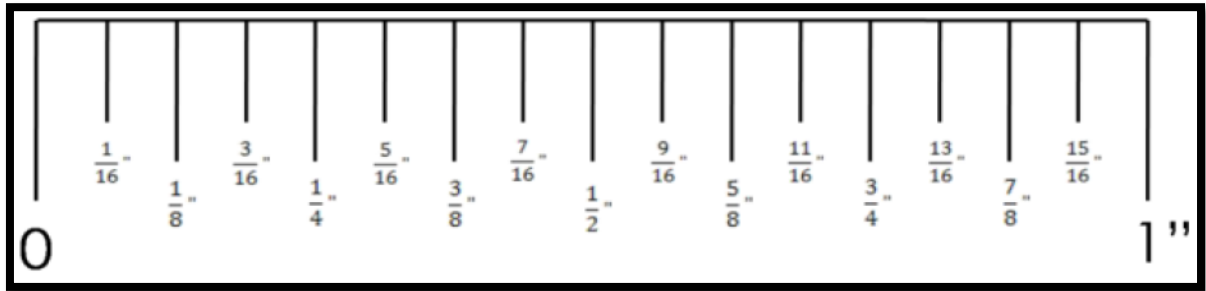
*DIVISIONES Y REPRESENTACIONES DEL NONIO EN PULGADAS*

| Lecturas       | Cuando la lectura coincidente de la escala nonio sea | Multiplique el número de dieciseisavos indicados en la escala principal por | Súmele                      | Y lea en |
|----------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|----------|
| 1/16 ó exactas | 1 y 8                                                | 1                                                                           |                             | 16 avos  |
| 1/32           | 4                                                    | 2                                                                           | +1                          | 32 avos  |
| 1/64           | 2 ó 6                                                | 4                                                                           | (2) +1 y (6)+3              | 64 avos  |
| 1/128          | 1 ó 3 ó 5 ó 7                                        | 8                                                                           | 1(+1),<br>3(+3),5(+5),7(+7) | 128 avos |

Cada pulgada del calibrador en la escala fija se divide en 16 partes, es decir, en dieciseisavos de pulgada ( $1/16''$ ), los cuales, para su lectura, se simplifican a su mínima expresión, como se muestra en la siguiente figura:

**Figura 26**

*DIVISIÓN DE LA REGLETA FIJA EN PULGADAS*



En donde,  $\frac{2}{16}$ " es igual a  $\frac{1}{8}$ ";  $\frac{4}{16}$ " es igual a  $\frac{1}{4}$ ";  $\frac{8}{16}$ " es igual a  $\frac{1}{2}$ ", etc.

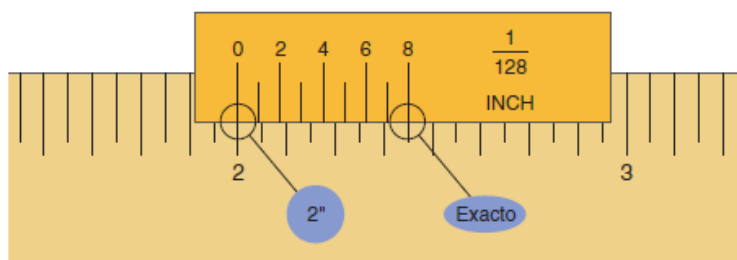
Para utilizar el vernier en la medición, es necesario conocer su resolución, la cual en todos los datos lo indica el mismo vernier

**Medida exacta en pulgadas**

En este caso en cero del nonio coincidirá exactamente con una división de la regla fija. Para comprobarlo, observaremos que la última división del nonio también coincide con otro trazo de la regla

**Figura 27**

**MEDIDA EXACTA EN PULGADAS**



Fuente: (Domínguez & Ferrer, 2015)

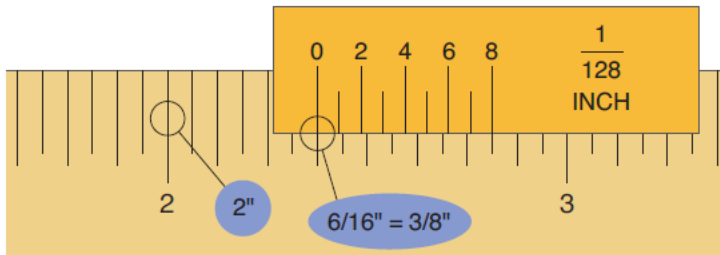
**Medida en fracciones de pulgada exacta**

En este caso, el cero del nonio coincide exactamente con una fracción de pulgada de la regla fija, para ello tomaremos como numero entero el que éste a la izquierda del cero del

nonio, por ejemplo entre  $2 - 3''$  y le sumamos la fracción de pulgada. Como se muestra en la figura una medida de  $2 \frac{3}{8}''$

**Figura 28ª en fracciones de pulgada**

**MEDIDA EXACTA EN FRACCIONES DE PULGADA**



Fuente: (Domínguez & Ferrer, 2015)

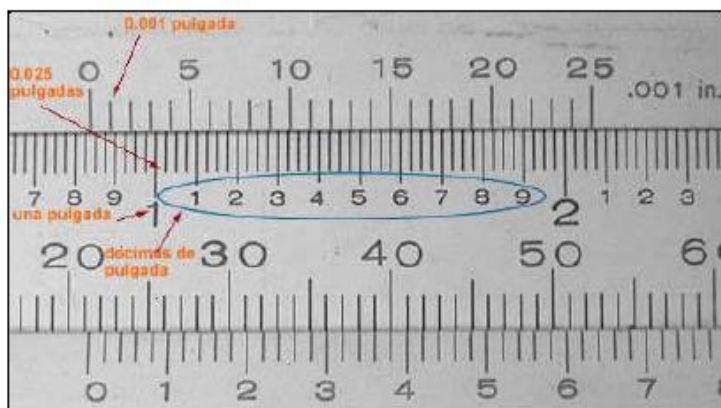
**Medición en milésimas de pulgada con pie de rey universal**

El procedimiento para tomar la lectura en milésimas de pulgadas una vez realizado el Procedimiento básico, es como sigue:

1. Observe que la escala principal está dividida en pulgadas y está en décimas de pulgada. Cada décima a su vez tiene cuatro divisiones y cada una de ellas indica 0.025 pulgadas o 25 milésimas de pulgada. Como se muestra en la imagen.
2. El nonio tiene 25 trazos y cada uno de ellos equivale a 0.001 pulgada (1 milésima de Pulgada)

**Figura 29**

**MEDICIONES EN MILÉSIMAS DE PULGADA**

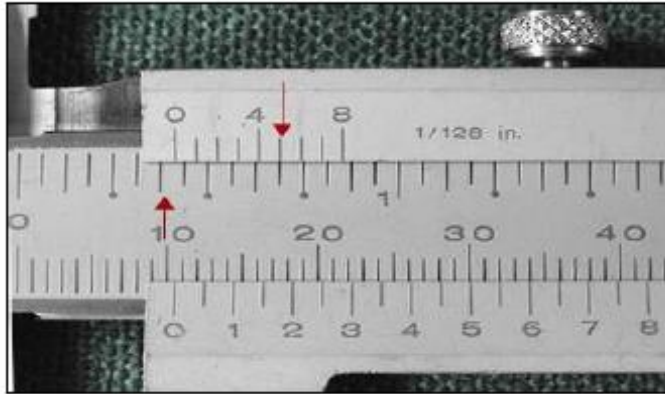


## EJERCICIOS EN PULGADAS

### EJERCICIO 1

**Figura 30**

*MEDIDA DE  $1/128''$*

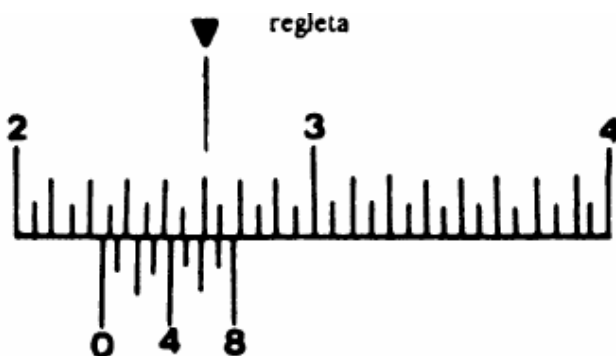


- 1) Primer acercamiento al nonio = 0 pulgadas
- 2) Aproximación de número en la escala fija de  $1/16$ , 6 \* 8 (8 por que está en la coincidiendo en la línea 5 y corresponde a medida de 128 avos) = 48
- 3) Al valor dado (48) + el número correspondiente 5 del nonio =  $48 + 5 = 53$
- 4) La medida final es 0 pulgadas +  $53/128'' = 53/128''$

### EJERCICIO 2

**Figura 31**

*MEDIDA  $1/64''$*



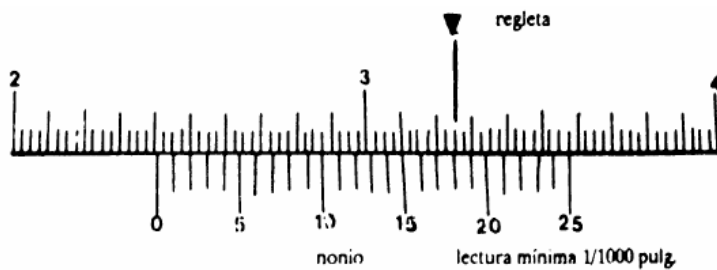
- 1) Primer acercamiento al nonio = 2 pulgadas

- 2) Aproximación de número en la escala fija de  $1/16$ , 4 \*4(4 por que está en la coincidiendo en la línea 6 y corresponde a medida de 64 avos) = 16
- 3) Al valor dado (16) + el número correspondiente 6 del nonio = 16 + 3=19
- 4) La medida final es 2 pulgadas +  $19/64'' = 2 \frac{19}{64}''$

### EJERCICIO 3

Figura 32

#### MEDICIÓN EN MILESIMAS DE PULGADA

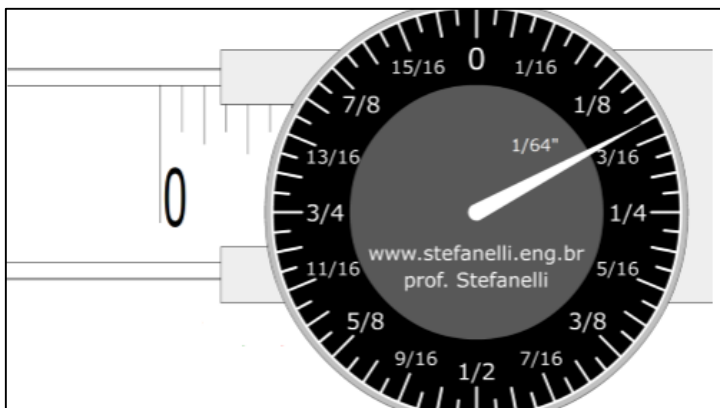


- 1) Primer acercamiento =  $2.400''$
- 2) Busco la línea que coincide en el nonio, en este caso  $0.018''$
- 3) La medida final es  $2.400'' + 0.018'' = 2.418''$

### EJERCICIO 4

Figura 33

#### MEDIDAS EN PULGADAS CALIBRADOR DE CARÁTULA

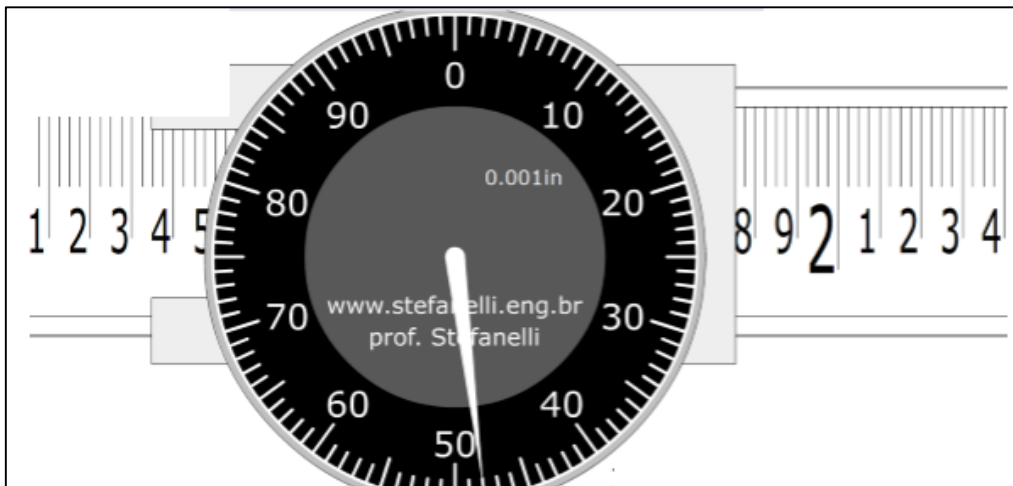


- 1) Observamos si no muestra medidas mayores a la pulgada en este caso 0 pulgadas
- 2) Verificamos las divisiones de la carátula del calibrador, y nos indica que cada división corresponde a  $1/64''$
- 3) Contamos el número de divisiones que nos indica el reloj, en este 11 entonces la medida corresponde a  $11/64''$

## EJERCICIO 5

**Figura 34**

*MEDIDAS EN MILÉSIMAS DE PULGADAS CALIBRADOR DE CARÁTULA*



- 1) Observamos si no muestra medidas mayores a la pulgada en este caso 0 pulgadas
- 2) Primer acercamiento en la escala fija  $0,300''$
- 3) Verificamos las divisiones de la carátula del calibrador, y nos indica que cada división corresponde a  $0,001''$ , entonces sería  $0,048$
- 4) Medida final  $0,300 + 0,048 = 0,348''$

**RECOMENDACIONES AL MEDIR****Tabla 6***ERRORES Y RECOMENDACIONES CON EL CALIBRADOR PIE DE REY*

| ERROR                                     | RECOMENDACIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Instrumento no patronado                  | Verificar patronamiento cerrando completamente las mordazas sin exceder en fuerza, previa limpieza de las mismas. Se debe hacer dos observaciones:<br><b>1. observando a contra luz</b> , el plano de junta de las mordazas no debe permitir el paso de luz. Si es así, el instrumento proporciona un error y por tanto no es confiable<br><b>2. Los ceros deben coincidir</b> : el cero de la escala del nonio debe estar enfrente al cero de la escala fija.<br>precisión no adecuada<br>No olvidar que para tomar una lectura con |
| Precisión no adecuada                     | No olvidar que para tomar una lectura con un grado de precisión determinado, se debe utilizar un instrumento de una precisión 10 veces mayor. Por ejemplo, si la exigencia es en milímetros, se debe utilizar un instrumento con una capacidad en décimas de milímetro. Si se exige en décimas, medir con un instrumento que tenga capacidad de medición en centésimas de milímetro.                                                                                                                                                 |
| Medir piezas calientes                    | No olvide que la temperatura de referencia es de 20° C. Si la pieza está caliente se debe dejar enfriar y luego tomar la lectura, de lo contrario, la misma será errónea.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Excesiva presión                          | La presión de ajuste de las mordazas a la pieza, debe ser firme y suficiente pero no excesiva pues se puede presentar deformación elástica de la pieza o del instrumento.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Tomar lecturas a piezas en movimiento     | Nunca se deben medir piezas en movimiento: es peligroso y daña la pieza y el instrumento                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Paralaje                                  | Es un error fácil de cometer. Por favor tome la lectura con el instrumento totalmente de frente de tal forma que las escalas estén enfrentadas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Pieza o palpadores del instrumento sucios | Siempre limpie muy bien las piezas a medir.<br>Una pequeña partícula extraña genera un gran error cuando se miden décimas o centésimas de milímetro.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Ubicación                                 | Guarde el instrumento en su estuche y sin ajustar tornillo de fijación. Nunca guarde el instrumento con las herramientas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Utilidad                                  | Solo utilícelo para medir, Este no es una herramienta (no utilizar como martillo, atornillador, etc.)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

**MICRÓMETRO O TORNILLO MICRÓMÉTRICO****MICRÓMETRO O PALMER****Definición y Descripción**

El micrómetro o conocido también como tornillo micrométrico es un instrumento de medida directa, es usado principalmente para medir el diámetro exterior o la longitud y la lectura mínima normalmente es de 0.01 mm (una centésima de milímetro), hasta una milésima de milímetro (0,001mm) también en pulgadas de 0,001 pulgada

**Figura 35*****PARTES DE UN MICRÓMETRO DE EXTERIORES***

Las partes principales de un micrómetro para exteriores son:

**Tope fijo:** de material duro resistente al desgaste

**Husillo:** contiene el tope móvil

**Seguro:** anillo que bloquea el movimiento del husillo

**Regla cilíndrica graduada:** contiene la escala fija

**Tambor graduado:** contiene la escala móvil

**Tambor de mando:** con mecanismo limitador de presión. Con él se debe realizar el ajuste a la pieza.

**Cuerpo:** con forma de U o herradura y sobre el cual se graba normalmente el rango.

## PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

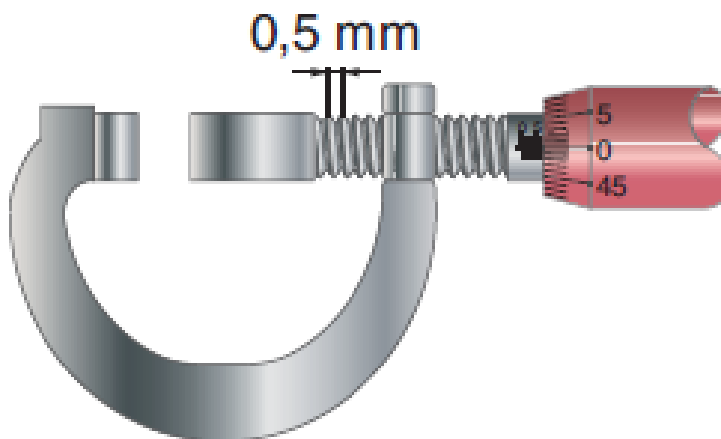
(Rodríguez, 2010) Indica que el funcionamiento se fundamenta en el principio de tuerca tornillo de tal manera que por cada vuelta que da el tornillo (tambor) este avanza una distancia axial determinada que se llama paso.

El paso en los micrómetros o mic en milímetros es de 0,5 mm o 50 centésimas de milímetro que es lo mismo. Por eso el tambor tiene grabados 50 trazos.

El paso en los mic en pulgadas es de 0,025 pulgadas o 25 milésimas de pulgada que es lo mismo. Por eso el tambor tiene grabadas 25 milésimas

**Figura 36**

### APRECIACIÓN DEL MICRÓMETRO



Fuente: (Domínguez & Ferrer, 2015)

Apreciación=  $1\text{mm}/50 \text{ divisiones a } 2 \text{ vueltas} = 1/100 = 0,01\text{mm}$

## CLASIFICACIÓN

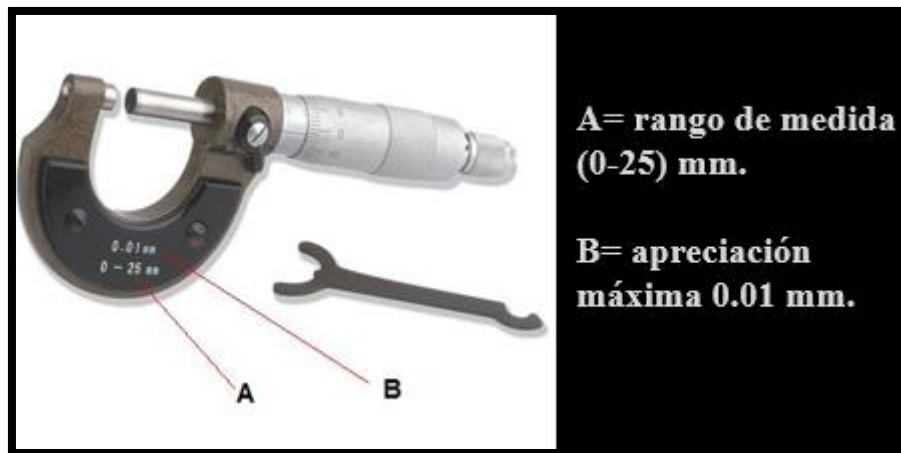
### SEGÚN SU CONSTRUCCIÓN

#### ANALÓGICOS

Los micrómetros analógicos tienen exclusivamente una lectura en el tambor y el técnico deberá revisar cuidadosamente cada escala del husillo y las escalas del tambor, identificando de esta manera la medida total.

**Figura 37**

#### MICRÓMETRO ANALÓGICO



#### Micrómetro para exteriores

Instrumento de medición diseñado para tomar medidas o longitudes externas. Es el mismo que hasta ahora hemos descrito debido a su gran campo de aplicación.

Los micrómetros de exteriores en milímetros miden en rangos de 25mm por ejemplo:

De 0 a 25mm

De 25 a 50mm

De 50 a 75mm

De 75 a 100mm

**Figura 38**

### **MICRÓMETROS CON RANGOS DE MEDIDA**



#### **Micrométrico para interiores**

El tornillo micrométrico de medidas internas consta de un manguito al cual se le pueden agregar varillas calibradas para medir distintas medidas interiores. El tornillo micrométrico tiene una longitud de 25 mm pudiendo llegar con las varillas calibradas hasta 800 mm y aún más. En pulgadas inglesas varía desde 1" hasta 32". Para efectuar la medición se hace oscilar la punta de la varilla calibrada, manteniendo el tope del otro extremo del tambor en contacto con uno de los puntos límites de la medición, hacia ambos costados (hasta lograr la mayor medida) y hacia abajo y arriba (hasta lograr la menor medida) a fin de estar en el diámetro de la pieza (Rodríguez, 2010)

**Figura 39**

### **MICRÓMETROS DE INTERIORES**



### **Micrómetros para profundidades**

Instrumento de medición diseñado para medir profundidades, como por ejemplo de Agujeros, escalones,

**Figura 40**

*MICRÓMETRO PARA PROFUNDIDADES*



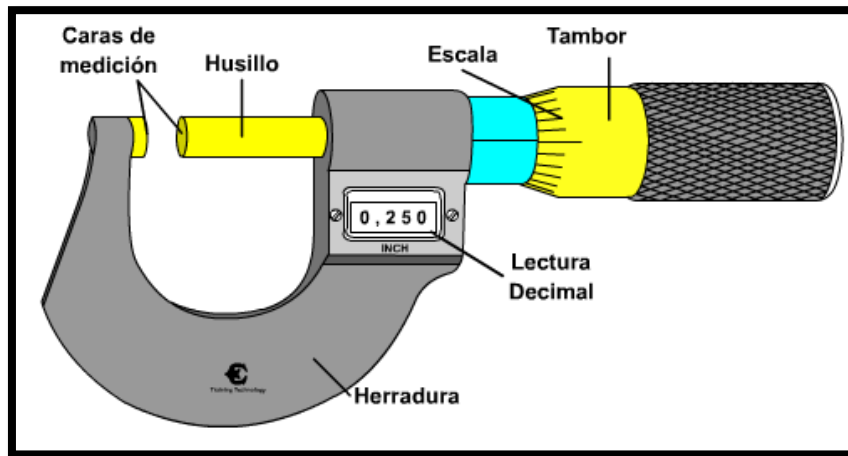
### **DIGITALES**

Los micrómetros digitales con los cuales se toma las mismas precauciones y procedimientos que en los micrómetros manuales, con la única diferencia que este nos dará el valor medido directamente en una pantalla ubicada en la herradura.

Esta lectura digital permite al técnico leer directamente la medida en esta pantalla, que dependiendo de la escala en milímetros o en pulgadas, nos dará la lectura en milímetros y en centésimas o milésimas del milímetro y si es en pulgadas, hasta en milésimas o diez milésimas de pulgada.

**Figura 41**

*MICRÓMETRO DIGITAL*



Fuente: (Escamilla, 2015)

**MEDICIONES CON MICRÓMETRO PARA EXTERIORES**

(Rosemberg, 2017) Independiente de la toma de la lectura, para medir con micrómetro se debe proceder así:

- Patronar
- Abrir lo suficiente los topes con el fin de colocar la pieza a medir entre ellos
- Ajustar palpadores (topes) a pieza. El avance rápido se hace con el tambor principal y el movimiento de ajuste con el tambor de mando. Este tiene un limitador de fuerza y generalmente está calibrado entre 5 N y 10 N.
- Se debe verificar que el apoyo de palpadores sobre la pieza es correcto: cara de palpador paralela a cara de la pieza y sin partículas extrañas en el medio.
- Tener mucho cuidado de no soltar la pieza ni mucho menos el instrumento.
- Siempre busque la posición más cómoda y segura. Si las condiciones se lo permiten, coloque la pieza en un mármol o una superficie plana segura y manipule tranquilamente el instrumento.

## Milímetros

**Figura 42**

### *MEDIDA MICRÓMETRO MILÍMETROS*



1. En la regla cilíndrica está grabada la escala fija
2. En el tambor está grabada la escala en centésimas. En la gran mayoría de micrómetros el paso es de 0,5 mm (50 centésimas de milímetro), por tanto el tambor tiene trazos de 0 a 50 que indican las centésimas.
3. El índice de la escala principal o fija es el borde del tambor (línea vertical). En este ejemplo está indicando 8 mm
4. El índice de la escala del tambor es la línea de referencia. Aquí está indicando 0,05 mm.
5. Entonces la medida final es  $8\text{mm} + 0,05\text{mm} = 8,05\text{mm}$

## Pulgadas

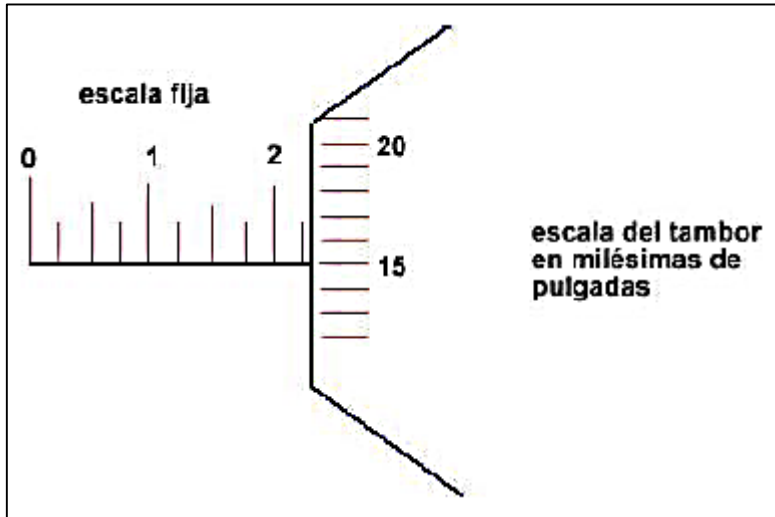
El procedimiento para tomar la lectura en pulgadas una vez realizado el procedimiento Básico, es como sigue:

1. Observe que la regla está dividida en décimas de pulgada. Cada décima a su vez tiene cuatro divisiones y cada una de ellas indica 0.025 pulgadas o 25 milésimas de pulgada..
2. El tambor está dividido en 25 partes iguales y una vuelta completa del tambor coincide con el avance de la división más pequeña de la regla fija. Así cada división del tambor es 0,001 Pulgada o 1 milésima de pulgada.

### 3. Ejemplo de lectura:

**Figura 43**

#### *MEDIDAS MICRÓMETRO EN PULGADAS*



- Observe que el borde del tambor pasó el trazo "2" que quiere decir 0,2 pulgadas. Note, además, que un trazo es visible entre el "2" y el filo del tambor, lo que indica 0,025 pulgadas.
- La línea "15" del tambor coincide con la línea de referencia de la regla fija. Esto significa 0,001 pulgada o 1 milésima de pulgada.
- Y la lectura es:  $0,200 + 0,025 + 0,015 = 0.240''$

### **MEDICIONES CON MICRÓMETROS PARA INTERIORES**

Independiente de la toma de la lectura, para medir con micrómetro se debe proceder así:

- Patronar
- Seleccionar, si se requiere, la extensión adecuada para longitud interior a medir:
- Obtener una lectura aproximada (puede ser con una escala) de la longitud a medir.
- Leer sobre el micrómetro el rango del mismo y seleccionar la extensión de tal forma que la suma de la extensión y el rango cubran la longitud a medir.
- roscar la extensión
- Ajustar palpadores (topes) a pieza.

- Se debe verificar que el apoyo de palpadores sobre la pieza es correcto: asegurarse de que la longitud que está midiendo es la más corta entre las superficies a medir.
- Tener mucho cuidado de no soltar la pieza ni mucho menos el instrumento.

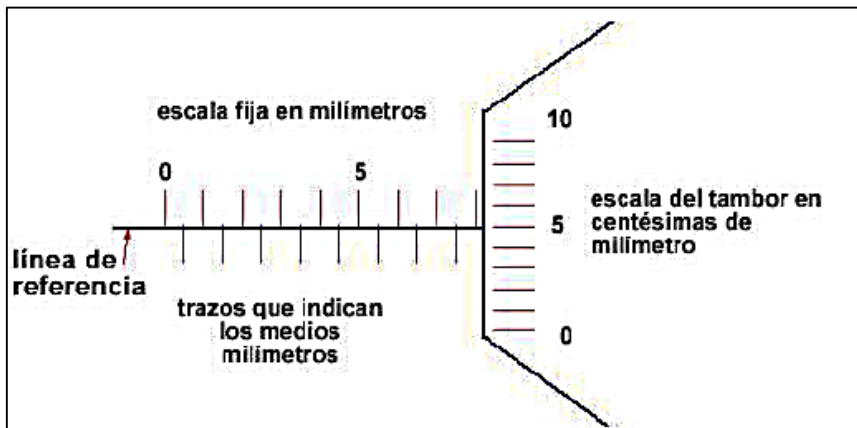
Siempre busque la posición más cómoda y segura. Si las condiciones se lo permiten coloque la pieza en un mármol o una superficie plana segura y manipule tranquilamente el instrumento.

## Milímetros

El procedimiento para tomar la lectura con micrómetro para interiores en milímetros una vez realizado el procedimiento básico, es como sigue:

**Figura 44**

### *MEDICIONES MICRÓMETRO DE INTERIORES MILÍMETROS*



1. En la regla cilíndrica está grabada la escala fija
2. En el tambor está grabada la escala en centésimas. En la gran mayoría de micrómetros el paso es de 0,5 mm o 50 centésimas de milímetro, por tanto el tambor tiene trazos de 0 a 50 que indican las centésimas.
3. El índice de la escala principal o fija es el borde del tambor (línea vertical). En este ejemplo está indicando 8 mm.
4. El índice de la escala del tambor es la línea de referencia. Aquí está indicando 0,05 mm.
5. Entonces la medida final es  $8\text{mm} + 0,05\text{mm} = 8,05\text{mm}$



**Nota:** en algunos micrómetros para interiores las escalas van en sentido contrario y entonces El procedimiento cambia y es como en micrómetros para profundidades

### **Pulgadas**

El procedimiento para tomar la lectura en pulgadas una vez realizado el procedimiento Básico, en el caso de micrómetros con escala normal, es igual que la toma de lectura en Micrómetros de exteriores en pulgadas Para cuando el micrómetro es con escalas invertidas, se procede igual que para toma de lectura en el micrómetro de profundidad.

### **MEDICIONES CON MICRÓMETROS DE PROFUNDIDADES**

Independiente de la toma de la lectura, para medir con micrómetro para profundidades se Debe proceder así:

- Patronar
- Seleccionar, si se requiere, la varilla o palpador móvil adecuada para longitud interior a medir
- Obtener una lectura aproximada (puede ser con una escala) de la profundidad a medir.
- Seleccionar el palpador adecuado que cubra la longitud a medir.
- Apoyar instrumento sobre la pieza como se muestra.
- Girar el tambor hasta que el palpador toque el fondo. No olvide que se debe hacer con el tambor de mando
- Realizar la lectura como se indica.

### **Figura 45**

#### ***MEDICIÓN CON MICRÓMETRO DE INTERIORES***

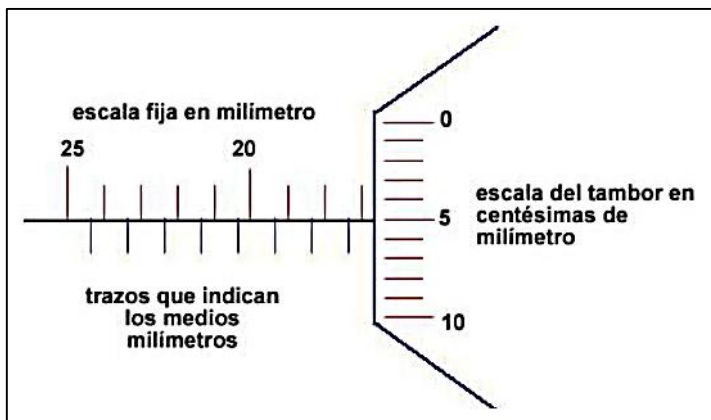


### Milímetros

1. En la regla cilíndrica está grabada la escala fija, pero atención, aquí la gran diferencia: la Escala esta al contrario
2. Cada trazo en la escala principal indica 1 mm. Los trazos inferiores solo indican los medios Milímetros.
3. En el tambor está grabada la escala en centésimas de milímetros. En la gran mayoría de Micrómetros el paso es de 0,5 mm o 50 centésimas de milímetro, por tanto el tambor tiene Trazos de 0 a 50 que indican las centésimas.
4. El índice de la escala principal o fija es el borde del tambor.
5. El índice de la escala del tambor es la línea de referencia.

**Figura 46**

*MEDICIÓN MICRÓMETRO DE PROFUNDIDAD mm*



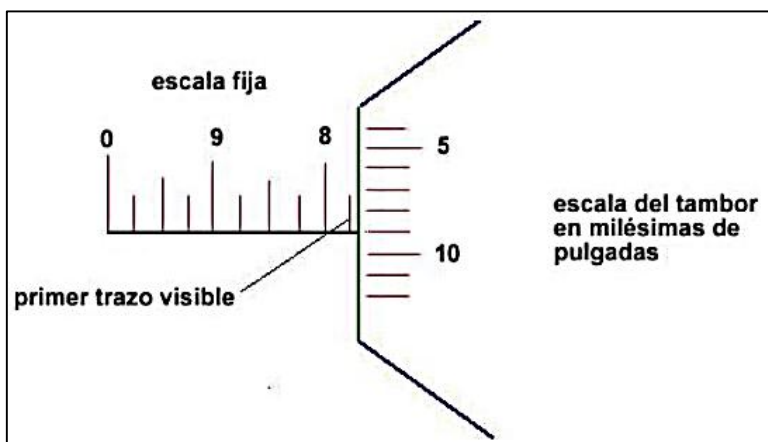
Observe que el primer trazo sobre la escala principal que deja visible el tambor es el Tercero antes del 20, es decir el 17. Entonces, y aquí la diferencia, tomamos en Cuenta el primer trazo cubierto por el tambor, es decir el 16, 5  
Luego se suman los 0,05 mm que indica el 5 de la escala del tambor que esta enfrentado con la línea de referencia.  
6. La lectura final es  $16.00 + 0.50 + 0.05 = 16.55\text{mm}$

### Pulgadas

1. Observe que la regla cilíndrica está dividida en décimas de pulgada. Cada décima a su vez Tiene cuatro divisiones y cada una de ellas indica 0.025 pulgadas o 25 milésimas de pulgada.
2. El tambor está dividido en 25 partes iguales y una vuelta completa del tambor coincide con el avance de la división más pequeña de la regla fija. Así cada división del tambor es 0,001 pulgada o 1 milésima de pulgada.
3. Ejemplo de lectura:

**Figura 47**

#### *MEDICIÓN EN PULGADAS DE INTERIORES*



Observamos que el primer trazo sobre la escala principal que deja visible el tambor es el primero antes del "8", es decir 0,025 pulgadas antes de la décima 8. Entonces, y aquí la diferencia, tomamos en cuenta el primer trazo cubierto por el tambor, que es el tercero después del "7".



Finalmente la lectura es:  $0.700 + 0.075$  (3 trazos cada uno  $0.025$  pulgadas)  $+ 0.009$  del tambor de referencia =  $0.784''$

## RECOMENDACIONES AL MEDIR

**Tabla 7**

### *ERRORES Y RECOMENDACIONES CON EL MICRÓMETRO*

| ERROR                                     | RECOMENDACIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Instrumento no patronado                  | Siempre, pero SIEMPRE hay que patronar antes de tomar una medida.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Precisión no adecuada                     | No olvidar que para tomar una lectura con un grado de precisión determinado, se debe utilizar un instrumento de una precisión 10 veces mayor. Por ejemplo, si la exigencia es en milímetros, se debe utilizar un instrumento con una capacidad en décimas de milímetro. Si se exige en décimas, medir con un instrumento que tenga capacidad de medición en centésimas de milímetro. |
| Medir piezas calientes                    | No olvide que la temperatura de referencia es de $20^{\circ}\text{C}$ . Si la pieza está caliente se debe dejar enfriar y luego tomar la lectura, de lo contrario, la misma será errónea.                                                                                                                                                                                            |
| Excesiva presión                          | La presión de ajuste de las mordazas a la pieza, debe ser firme y suficiente pero no excesiva pues se puede presentar deformación elástica de la pieza o del instrumento.                                                                                                                                                                                                            |
| Tomar lecturas a piezas en movimiento     | Nunca se deben medir piezas en movimiento: es peligroso y daña la pieza y el instrumento                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Paralaje                                  | Es un error fácil de cometer. Por favor tome la lectura con el instrumento totalmente de frente de tal forma que las escalas estén enfrentadas.                                                                                                                                                                                                                                      |
| Pieza o palpadores del instrumento sucios | Siempre limpie muy bien las piezas a medir.<br>Una pequeña partícula extraña genera un gran error cuando se miden décimas o centésimas de milímetro.                                                                                                                                                                                                                                 |
| Ubicación                                 | Guarde el instrumento en su estuche y sin ajustar tornillo de fijación. Nunca guarde el instrumento con las herramientas.                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Utilidad                                  | Solo utilícelo para medir, Este no es una herramienta (no utilizar como martillo, atornillador, etc.)                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Precisión                                 | Úselo para aquellas mediciones donde se requiera gran precisión (recordar que es un equipo costoso)                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

## OTROS INSTRUMENTOS

### TRANSPORTADOR DE ÁNGULOS

Este es un instrumento de medida directa se emplea para medir el ángulo que forman dos aristas o planos de cualquier pieza o conjunto mecánico.

La mayoría de estos se expresan su escalas de medición en grados sexagesimales, que están formados por un semicírculo y una regla que tiene su eje de giro en el centro del mismo que está escalando en grados de  $0^\circ$  a  $180^\circ$ , o de  $180^\circ$  a  $0^\circ$

**Figura 48**

*TRANSPORTADOR DE ÁNGULOS*

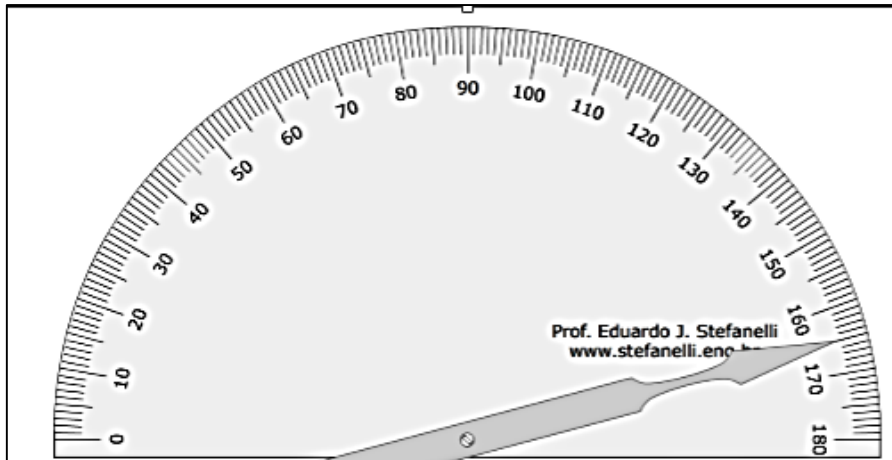


Fuente: (Domínguez & Ferrer, 2015)

### Mediciones en grados

**Figura 49**

*MEDICIÓN EN GRADOS CON TRANSPORTADOR DE ÁNGULOS*



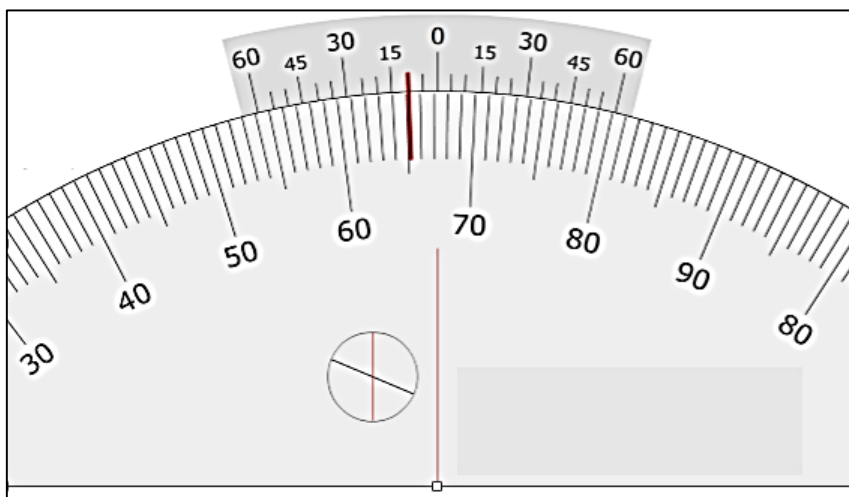
1. Observamos en la escala graduada del transportador el ángulo cual nos indica
- 2.- Si la apreciación es tomada de  $0^\circ$  a  $180^\circ$ , la medida final será  $= 165^\circ$
- 3.- Si la apreciación es tomada de  $180^\circ$  a  $0^\circ$ , la medida final será  $= 15^\circ$

**Mediciones en grados y minutos**

Este tipo de transportador de ángulos tiene la ventaja que al dividir al ángulo en minutos, mejorando su apreciación y consiguiendo medidas más precisas ( $1^\circ = 60\text{min}$ )

**Figura 50**

*MEDICIÓN CON TRANSPORTADOR DE ÁNGULOS EN GRADOS Y MINUTOS*



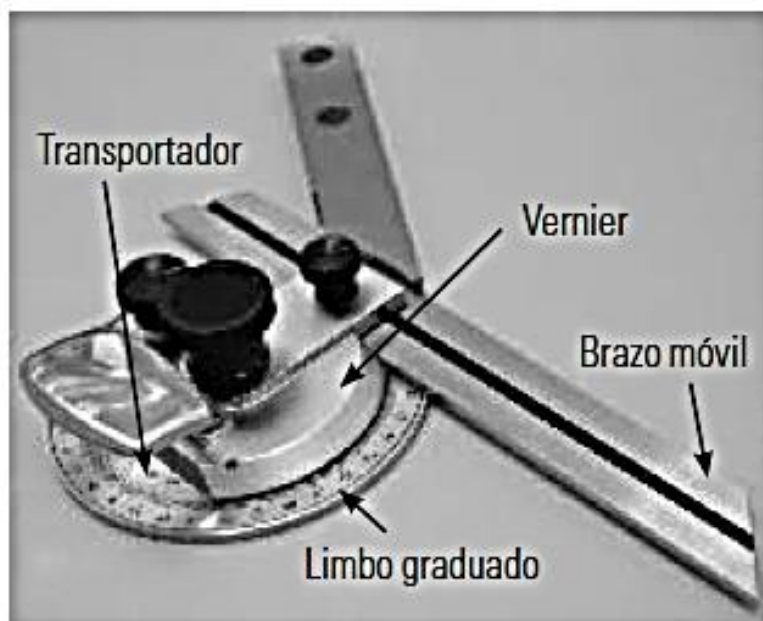
1. Observamos en la escala graduada del transportador el ángulo más próximo a la línea roja, o al 0 con respecto al nonio como el ejemplo nos indica =  $67^\circ$ , si contabilizamos de  $0^\circ$  a  $180^\circ$
- 2.- Luego observamos que trazo del nonio que tiene en escala de 0 a 60 min con divisiones de 5 min coinciden con la escala fija en este caso es la segunda que sería 10 min
- 3.- Como resultado la lectura final es  $67^\circ + 10\text{min} = 67^\circ 10'$

## GONIÓMETROS

Funcionan como una falsa escuadra pero poseen un “transportador” en el cual se puede leer directamente el ángulo. Uno de los más sencillos está constituido por un semicírculo graduado (transportador) y un brazo móvil que tiene un índice señalador de ángulo. El brazo móvil puede girar al tener como eje el centro del semicírculo. Están contruidos de acero inoxidable. El goniómetro universal está formado por dos reglas una de ellas provista de un limbo graduado y la otra de un vernier circular y de un anillo dentro del cual puede girar el limbo o disco graduado de la primera regla. Poseen un tornillo de fijación que permite inmovilizar las reglas en una posición determinada. Están contruidos en acero inoxidable, y la regla que posee el vernier tiene una longitud de 200 mm a 300 mm, generalmente. El limbo está graduado en ambas direcciones y pueden medirse ángulos según convenga a la derecha o izquierda (Escamilla, 2015)

**Figura 51**

### *PARTES DEL GONIÓMETRO*



El limbo está graduado en 360° con lecturas de 0° a 90°, 90° a 0°, 0° a 90° y de 90° a 0°. El vernier tiene 12 divisiones que abarcan 23 grados del limbo, siendo, por tanto, la apreciación

$$A = \text{Menor división del limbo} / \text{Número de divisiones del vernier} = 1^\circ / 12 = 60' / 12 = 5'$$

Por lo que cada división del vernier representa 5 minutos. El vernier tiene generalmente 12 divisiones a la izquierda y 12 divisiones a la derecha.

Si bien son cierto las mediciones son tal cual como se las generaba con un transportador de ángulos, pero a diferencia de este se sustituye el semicírculo graduado por un círculo completo de 360°.

Existen goniómetros, adaptables a herramientas de apriete en automotriz, para permitir medir el ángulo de giro de la herramienta, por ejemplo en una llave dinamométrica que se utiliza para apretar pernos de la culata del motor.

**Figura 52**

*GONIÓMETRO PARA APRIETE DE PERNOS CON TORQUE*



## RELOJES COMPARADORES

La diferencia fundamental entre medir y verificar es que la medida entrega una lectura y la verificación simplemente determina si una medida es o no conforme a lo especificado.

Los instrumentos de verificación más utilizados en metrología dimensional:

Comparador de carátula

### COMPARADORES DE CARÁTULA DE AMPLIFICACIÓN MECÁNICA

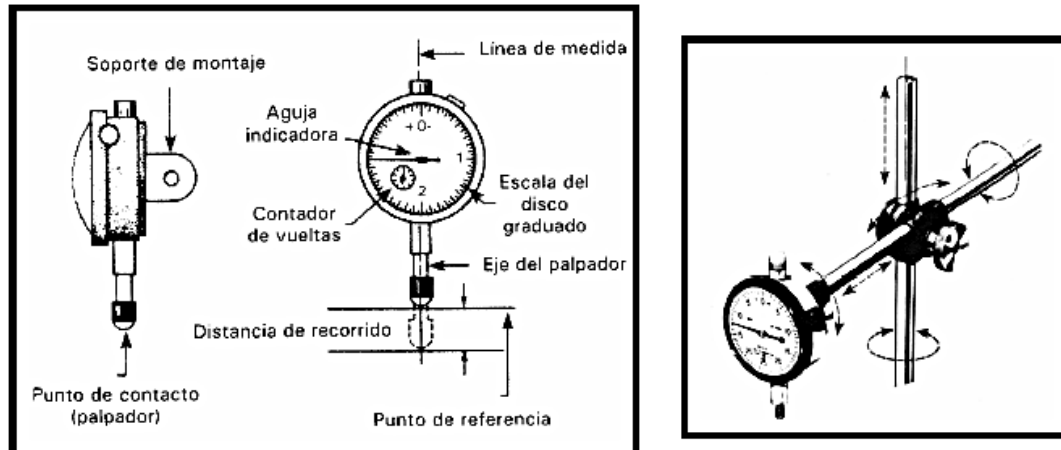
#### Definición y descripción

Instrumento de verificación y medición indirecta.

Se emplean para medir longitudes cuando se trata de comprobar diferencias de un determinado valor de medición

**Figura 53**

#### *ELEMENTOS DEL RELOJ COMPARADOR*



Fuente: (Gonzales & Zeleng, 2013)

**Tornillo de fijación:** asegura la escala principal (que es móvil) al cuerpo.

**Índice:** Aguja indicadora de la escala principal

**Índice de tolerancia:** es móvil y sirve para establecer el intervalo de tolerancia

**Escala principal:** escala de precisión.

**Escala auxiliar:** Indica el número de vueltas del índice principal, dependiendo de las unidades.



**Cañón:** sirve como guía del vástago y en algunos casos como eje de sujeción al soporte.

**Vástago:** eje de movimiento axial (arriba y abajo en este caso)

**Palpador intercambiable:** entra en contacto con la superficie a medir

**Oreja de sujeción:** está en la parte posterior y es utilizada para ser sujeta por

### Principio de funcionamiento

El principio de funcionamiento del comparador de carátula de amplificación mecánica más utilizado es el de piñón - cremallera:

- El vástago internamente termina en una cremallera (eje dentado) que engrana por medio de un piñón a un tren de engranajes el cual amplifica la señal (movimiento axial del vástago).
- El índice o aguja indicadora señala la lectura que entrega la escala principal (normalmente en centésimas de milímetro).
- Siempre va montado sobre un soporte.
- También hay comparadores de amplificación mecánica por palanca.

### Clasificación

Debido a su gran campo de aplicación existe una amplia gama de comparadores. Sin embargo encuentra aquí información para que adquiera un conocimiento general de los tipos de comparadores que hay en el mercado.

La clasificación general sencillamente es:

Comparadores de amplificación mecánica

Piñón - cremallera

Palanca

Mixto

Comparadores digitales

Pero dentro de estos encuentra una gran variedad de diseños según su aplicación, tamaño de carátula, etc.

**Figura 54**

*TIPOS DE RELOJES PALPADORES*



**Mediciones**

**Figura 55**

**MEDICIÓN EN MILIMETROS**



Tomando como referencia el comparador en milésimas de milímetro mostrado en la figura.

- Entra, la aguja se mueve en el sentido de las manecillas del reloj (SMDR) o positivo; cuando el palpador sale, la aguja se mueve en el sentido contrario a las manecillas del reloj (SCMDR) o negativo.

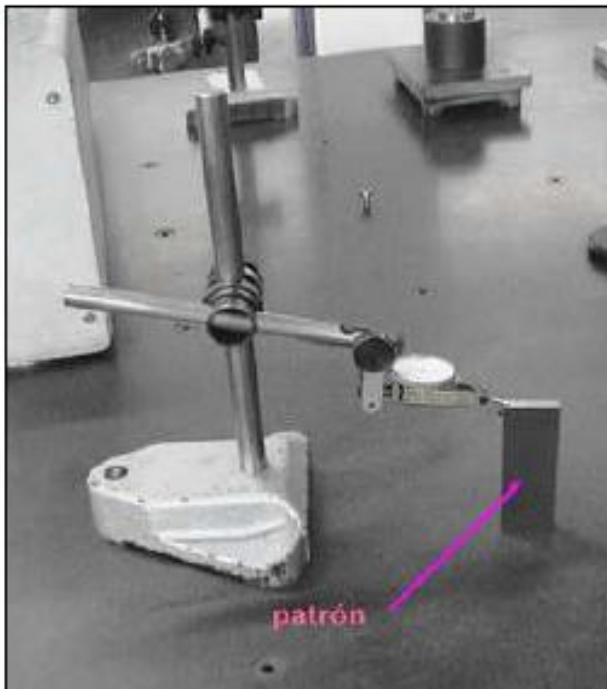
- En la escala principal móvil (se puede girar) el cuadrante tiene 200 trazos y cada uno indica 0,001 mm. Esto que quiere decir que cada vuelta son 200 milésimas de milímetro o 0,2 mm y están indicados en la escala auxiliar como .2
- Cada vuelta entonces de la escala auxiliar son 0,2 mm y con 5 vueltas alcanza el recorrido que es 1 mm como lo indica la figura.

### Medida Indirecta

Montar el comparador sobre un soporte: se debe tener mucho cuidado y no dejar golpear el comparador durante esta operación. El soporte consta, como se ve en la figura, básicamente de 2 barras deslizantes que proporcionan la libertad de acomodar el comparador en la posición requerida (vertical, horizontal, inclinado) para acceder al punto o superficie a medir.

**Figura 56**

*COMPROBANDO RELOJ PALPADOR*



Fuente: (Rosemberg, 2017)



### **Patronar**

- Dar precarga el palpador: debe aplicarse una tensión previa apoyando el palpador sobre la pieza patrón. Esto proporciona carrera en las dos direcciones, es decir que la aguja puede moverse en sentido de las manecillas del reloj o en sentido contrario. Se recomienda normalmente 1 mm como mínimo cuando se miden centésimas de milímetro.
- Ajustar la aguja a cero con patrones o pieza patrón de la longitud a medir
- Retirar el patrón o pieza patrón y colocar la pieza a medir.
- Observar el desplazamiento de la aguja indicadora y tomar lectura
- Si la lectura es positiva, sumar ésta a la longitud del patrón y el resultado será la lectura final.
- Si la lectura es negativa (izquierda) restar ésta a la longitud patrón y el resultado será la lectura final.

### **Defectos de forma**

Una de las grandes aplicaciones del comparador es para la medición de defectos de forma como:

**Ovalización:** Se procede a colocar el comparador en forma radial y con la respectiva precarga sobre la pieza circular a medir:

- Se marca el punto de inicio sobre la pieza y se ajusta el comparador a cero.
- Se gira la pieza hasta completar la vuelta (360 °)
- Se observa la mayor y menor lectura registrada y se restan.
- El resultado es el defecto de forma.

**Oscilación:** conocido también como "alabeo". Se procede a colocar el comparador en forma axial sobre la pieza circular a medir:

- Se marca el punto de inicio sobre la pieza y se ajusta el comparador a cero.
- Se gira la pieza hasta completar la vuelta (360 °)
- Se observa la mayor y menor lectura registrada y se restan.
- El resultado es el defecto de forma.

**Figura 57**

*VERIFICACIÓN DE UN EJE DE LEVAS*



Fuente: (Rosemberg, 2017)

**Recomendaciones al medir**

**Tabla 8**

*ERRORES Y RECOMENDACIONES CON EL RELOJ COMPARADOR*

| ERROR                    | RECOMENDACIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Instrumento no patronado | Siempre, pero SIEMPRE hay que patronar antes de tomar una medida. Adicionalmente establecer una frecuencia de control                                                                                                                                                                  |
| Precisión no adecuada    | No olvidar que para tomar una lectura con un grado de precisión determinado, se debe utilizar un instrumento de una precisión 10 veces mayor. Por ejemplo, si la exigencia es en milímetros, se debe utilizar un instrumento con una capacidad en décimas de milímetro. Si se exige en |

|                                           |                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                           | décimas, medir con un instrumento que tenga capacidad de medición en centésimas de milímetro.                                                                                                                                                             |
| Medir piezas calientes                    | No olvide que la temperatura de referencia es de 20° C. Si la pieza está caliente se debe dejar enfriar y luego tomar la lectura, de lo contrario, la misma será errónea.                                                                                 |
| Palpador inadecuado                       | Siempre hay que colocar el vástago o husillo perpendicular a la superficie a medir. De no ser así el husillo se puede atascar y adicionalmente no toma la lectura real. Hay que verificar que el husillo descansa sobre la superficie a medir libremente. |
| Error de mas de 1 mm.                     | Importante observar las dos agujas o índices cuando se hace una lectura: es error grave y frecuente el ignorar la aguja pequeña por concentrarse únicamente en el índice principal.                                                                       |
| Paralaje                                  | Es un error fácil de cometer. Por favor tome la lectura con el instrumento totalmente de frente de tal forma que la aguja esté enfrentada a la escala.                                                                                                    |
| Pieza o palpadores del instrumento sucios | Siempre limpie muy bien las piezas a medir.<br>Una pequeña partícula extraña genera un gran error cuando se miden décimas o centésimas de milímetro.                                                                                                      |
| Ubicación                                 | El comparador es un instrumento muy delicado y altamente sensible, por lo tanto requiere atención y esmerado cuidado                                                                                                                                      |

## ALEXÓMETRO

El ALEXÓMETRO es un reloj comparador que consta de varillas de transmisión las cuales le permiten efectuar mediciones de interiores.

**Figura 58**

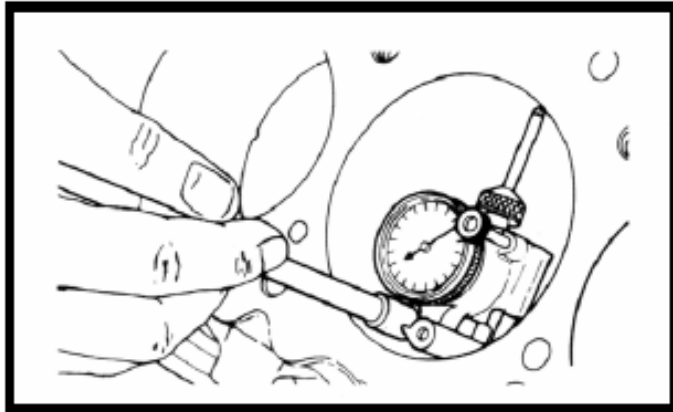
### ALEXÓMETRO Y SUS IMPLEMENTOS



Tanto el reloj comparador como el alexómetro se utilizan para infinidad de trabajos en el taller automotriz, entre los cuales tenemos:

**Figura 59**

*MEDICIÓN DE INTERIORES CON ALEXÓMETRO*



Fuente: (CECT CHEVROLET, 2007)

**CALIBRADOR DE LÁMINAS**

También llamadas galgas o calibre de espesores, se emplean en el montaje de máquinas y elementos móviles para verificar tolerancias entre componentes, son unas láminas de distintos espesores tanto en milímetros como en pulgadas.

Se usan láminas calibradas desde 0.0015" hasta 0.035" (0.038 -0.889mm) el ancho de las láminas es de aproximadamente 1/2" y el largo de 3 1/2"

**Figura 60**

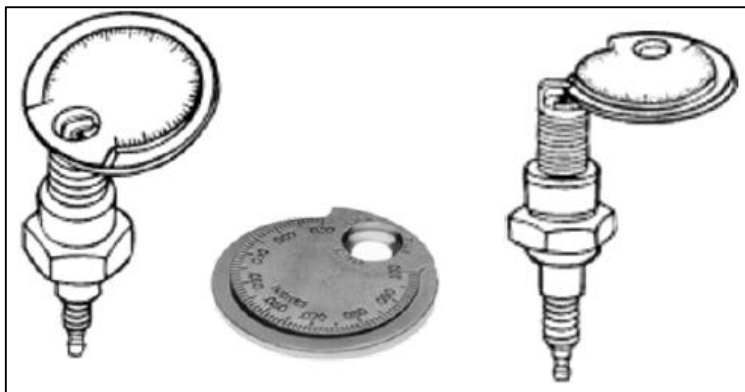
*GALGAS DE ESPESORES*



Algunos calibradores tipo cuña tienen un orificio para ajustar la luz entre electrodos. Calibran desde 0.020" hasta 0.1" (0.50 mm hasta 2.53 mm).

**Figura 61**

*CALIBRADORES DE ESPESORES TIPO CUÑA*



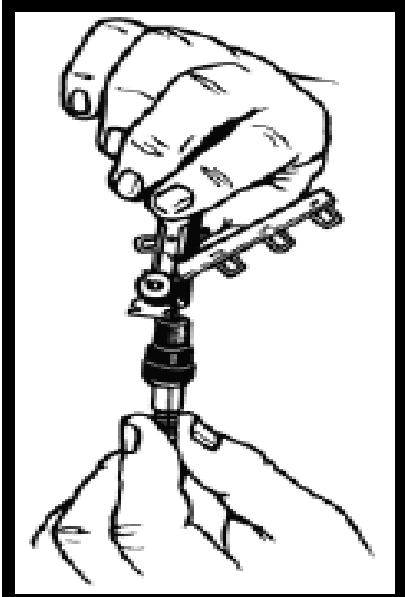
**Usos**

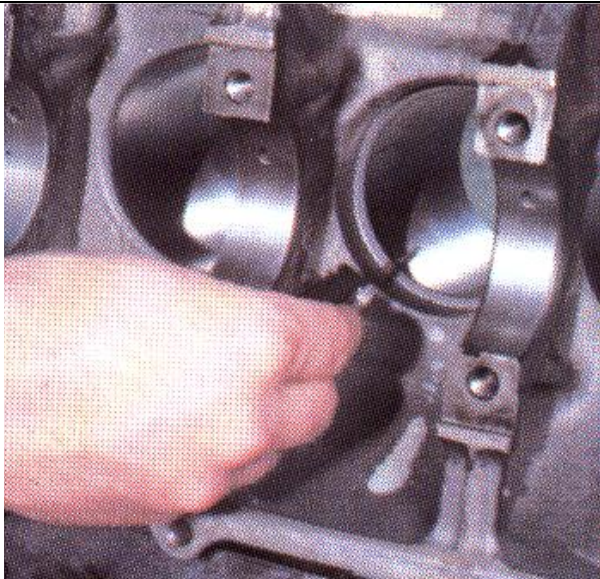
Se emplean en el montaje de máquinas y elementos móviles para verificar tolerancias entre componentes.

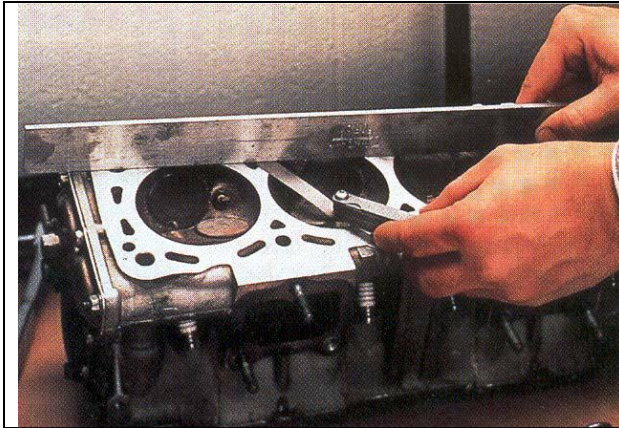
La verificación de holguras tiene innumerables aplicaciones en el área automotriz, entre las cuales se indican:

**Tabla 9**

*USOS DE CALIBRADOR DE LÁMINAS EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ*

| APLICACIÓN                                                                          | DETALLE                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
|   | <p>Calibración de la luz de electrodos en las bujías.</p> |
|  | <p>Holgura de anillos (rines) en ranuras de pistón.</p>   |

|                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <p>Luz entre puntas de los anillos del pistón.<br/>Verifique la luz entre puntas de los anillos con un calibrador de espesores. Para ello introdúzcalos a escuadra dentro del cilindro empujándolos con la cabeza del pistón</p>                                                                                                                       |
|   | <p>Holgura entre pistón y cilindro.<br/>Si desea hacer una verificación final de la luz entre cilindro y pistón, introduzca éste en el cilindro hasta el lugar de medición, interponiendo al mismo tiempo un calibrador de espesores igual al valor mínimo de luz especificado. El calibrador deberá poderse extraer tirando suavemente del mismo.</p> |
|  | <p>Juego axial del cigüeñal.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |



La verificación de la planitud de la culata se puede llevar a cabo con una regla de este tipo

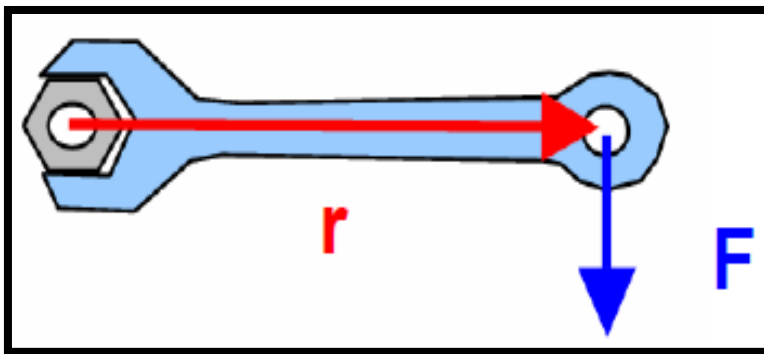
## TORQUÍMETRO

### Descripción.

La llave de torsión o torquímetro se usa para apretar un tornillo o una tuerca a un par de apriete específico.

**Figura 62**

### APLICACIÓN DEL TORQUÍMETRO



Fuente: (León, 2013)

El torquímetro puede ser usado con un adaptador para poder adaptar a varios diámetros de tuercas o pernos.

El torquímetro es una herramienta que se utiliza para aplicar un torque determinado a determinadas piezas, como ser tornillos, tuercas, etc.

La característica principal de esta herramienta es su capacidad de aplicar una tensión específica con alta precisión.

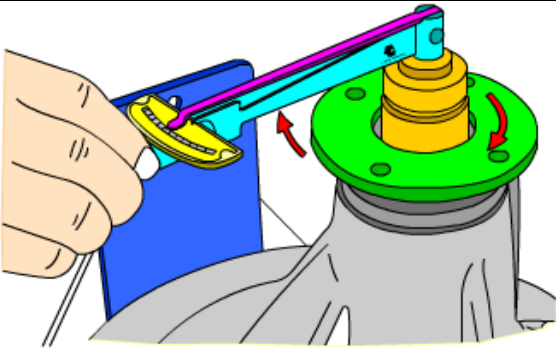
Es por esto que son muy utilizado en lugares donde un torque preciso es crítico como ser motores de combustión, equipos que manejan altas presiones, tuberías, entre otros.

### Tipos de torquímetros

Existen básicamente cuatro tipos principales de torquímetro:

Tabla 10

#### TIPOS DE TORQUÍMETROS

| GRÁFICO                                                                                                                | DESCRIPCIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>AJUSTE DE LA TUERCA DEL CONO</p> | <p><b>TORQUÍMETRO DE PLUMA.</b> mide la magnitud específica de flexión en un brazo metálico elástico. Inventado a comienzos del siglo XX, tiene un diseño muy simple, pero no es fácil de leer y, para los estándares actuales de precisión, no se considera una herramienta precisa. Por eso, aunque es el torquímetro más económico, muchos usuarios no lo prefieren e incluso los grandes fabricantes han discontinuado su producción.</p>                   |
|                                     | <p><b>Torquímetro tipo trueno:</b> también conocido como torquímetro de “clic”, de disparo o de zafe, es el de mayor uso en todo el mundo. Utiliza un embrague calibrado para permitir zafar cuando se alcanza un cierto nivel de torque. Su mecanismo puede incluir un resorte helicoidal (torquímetro micrométricos) o dos brazos internos (torquímetro tipo “split-beam”) con menor número de piezas móviles, lo que minimiza la fricción y el desgaste.</p> |

|                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p><b>Torquímetro tipo carátula:</b> también conocido como torquímetro de dial o de reloj, posee una carátula circular graduada, generalmente en libras-pie o N-m, y dos agujas, una de las cuales indica el torque a aplicar y la otra es una aguja de memoria. Puede ser mecánico o digital.</p>                                                                 |
|  | <p><b>Torquímetro tipo electrónico:</b> es el más costoso, pero el más preciso. Utiliza un extensómetro electrónico para medir el torque aplicado y reúne funcionalidades y ventajas que no tienen los demás torquímetros. A veces recibe el nombre de computador porque puede conectarse a una computadora y crear gráficos por medio del software apropiado.</p> |

### Partes del torquímetro

El torquímetro consta de diferentes partes, las cuales realizan trabajos específicos.

**Figura 63**

#### *PARTES DEL TORQUÍMETRO*





### **Como usar un torquímetro**

A continuación, detallaremos los pasos a seguir para utilizar de manera correcta un torquímetro analógico o de aguja.

1. En primer lugar, se debe conocer el torque que se le debe dar a la pieza. Generalmente este dato viene en las especificaciones del fabricante.
2. Ajustar la pieza hasta él llegue. Luego colocar el torquímetro analógico en la pieza.
3. Mover el torquímetro apretando la pieza, hasta que en la escala veamos que la aguja llega hasta el valor deseado. En ese caso ya estaría aplicado el torque.

### **Para que sirve un torquímetro**

El torquímetro sirve en caso que se tenga que dar un apriete adecuado, según un torque especificado para esa pieza. Existen piezas en las que es importante que tengan un torque en función de las especificaciones dadas por el fabricante ya que si, por ejemplo, nos pasamos de torque, la pieza se puede desbalancear, quebrar, fisurar, o puede dañar otra pieza cercana

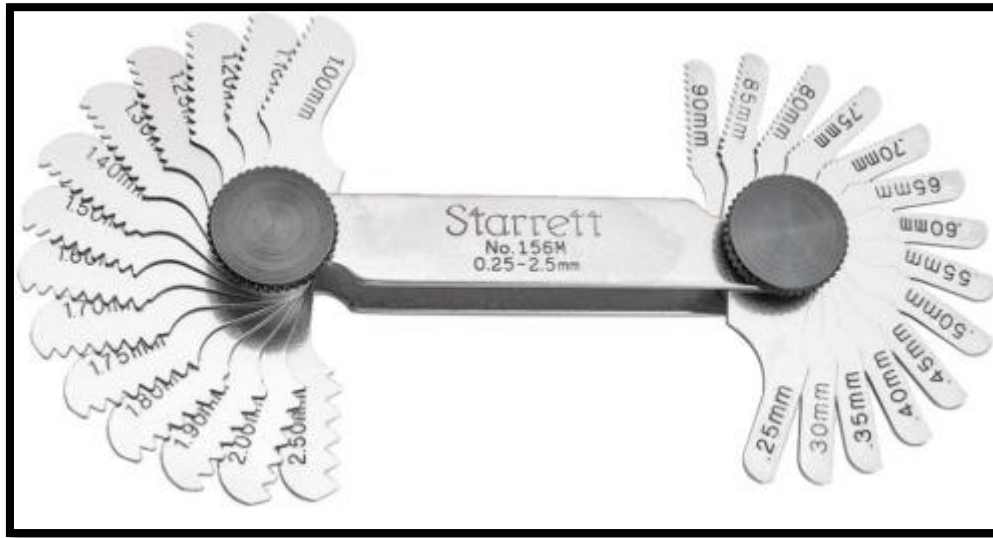
## **CUENTA HILOS Y PLASTIGAGE**

### **CUENTA HILOS.**

Una galga de roscas es una herramienta utilizada para medir el paso de la rosca de un tornillo. La galga de roscas se utiliza como herramienta de referencia para determinar el paso de la rosca de un tornillo o de un agujero con rosca interior. Esta herramienta no se utiliza como instrumento de medida de precisión.

**Figura 64**

### CUENTA HILOS



### PLASTIGAGE.

Existe un elemento llamado plastigage (calibrador plástico o plastigage para algunas marcas) que es una excelente ayuda en la medición de este claro de lubricación del motor. El plastigage es un hilo plástico extruido y calibrado para que al momento de ser aplastado (cuando aplicamos el torque a los tornillos de las tapas de los cojinetes) deja una huella que nos indica la holgura o claro de lubricación existente entre el cojinete y el muñón del cigüeñal.

Existen diferentes presentaciones de plastigage las cuales normalmente están diferenciadas por un código de colores lo que indica el rango de tolerancia o luz de lubricación que puede ser medido.

### Presentaciones y rangos de claro de lubricación

| Presentación | Rango de medición      |   |                   |
|--------------|------------------------|---|-------------------|
| • Verde:     | 0.001 a 0.003 Pulgadas | ó | 0.025 a 0.076 mm. |
| • Rojo:      | 0.002 a 0.006 Pulgadas | ó | 0.051 a 0.152 mm. |
| • Azul:      | 0.004 a 0.009 Pulgadas | ó | 0.102 a 0.229 mm. |



- Amarillo: 0.009 a 0.020 Pulgadas      ó      0.230 a 0.510 mm.

### **Forma de uso.**

Normalmente se utiliza el plastigage cuando se ha rectificado un motor y queremos asegurarnos que los cortes que se han hecho al motor y claros de lubricación son los correctos, tome en cuenta los siguientes pasos para utilizar adecuadamente esta herramienta.

1. Limpie perfectamente las partes del motor que estará ensamblando, monoblock, cigüeñal, biela, tornillos y las herramientas que utilizara para dar el apriete o torque.
2. Corte un trozo de plastigage igual al ancho del cojinete donde se estará montando.
3. Coloque este trozo sobre el muñón del cigüeñal y coloque la tapa junto con su cojinete.
4. Aplique el torque o apriete correcto a cada tornillo de la tapa del cojinete según especificación del fabricante de vehículo (también puede obtener este dato del catálogo de cojinetes o tablas de torque de motores).
5. Afloje los tornillos de la tapa y retírela junto con su cojinete, encontrara que el plastigage se ha expandido.
6. Compare la huella dejada por el plastigage con el papel de empaque el cual tiene una escala que relacionan la expansión del plastigage con el claro de lubricación.
7. Verifique si esta lectura coincide con la que le ha recomendado el fabricante de ese motor.

### **Verificación**

Normalmente para uso automotriz se utilizan los colores Verde y Rojo, sirviendo los colores Azul y Amarillo preferentemente para uso industrial

**Figura 65**

*VERIFICACIÓN DEL AJUSTE CON PLASTIGAGE*



**B. Base de Consulta**

| TÍTULO                                                         | AUTOR                                                                                       | EDICIÓN | AÑO  | IDIOMA  | EDITORIAL               |
|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------|---------|-------------------------|
| Tecnología de los oficios metalúrgicos                         | Leyensetter A.                                                                              | 38      | 2006 | Español | REVERTÉ                 |
| Técnicas de mecanizado y metrología                            | Fernandez P.<br>García J.                                                                   | Primera | 2016 | Español | Paraninfo               |
| Técnicas de mecanizado y metrología                            | León F.                                                                                     | Primera | 2013 | Español | INNOVA                  |
| Metrología y sus aplicaciones                                  | Escamilla E.                                                                                | Segunda | 2015 | Español | PATRIA                  |
| Metrología                                                     | Gonzales C.                                                                                 | Segunda | 2013 | Español | McGraw - Hill           |
| Metrología                                                     | Restrepo J.                                                                                 | Primera | 2016 | Español | Lemoine Editores        |
| Metodología básica de instrumentación industrial y electrónica | Constaín A. y<br>Alzate Efraín                                                              | Primera | 2012 | Español | Universidad de la Salle |
| Mecanizado Básico                                              | Domínguez E. y<br>Ferrer Julián                                                             | Segunda | 2015 | Español | EDITEX                  |
| Metrología Aseguramiento metrológico industrial                | Restrepo J.                                                                                 | Segunda | 2008 | Español | ITM                     |
| Metric Conversions                                             | <a href="https://www.metric-conversions.org/es/">https://www.metric-conversions.org/es/</a> |         |      |         |                         |



|                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| MANUAL DE METROLOGÍA CATERPILAR | <a href="https://es.scribd.com/document/362533946/Manual-Metrologia-Instrumentos-Medicion-Tipos-Usos-Caterpillar-150512233745-Lva1-App6891">https://es.scribd.com/document/362533946/Manual-Metrologia-Instrumentos-Medicion-Tipos-Usos-Caterpillar-150512233745-Lva1-App6891</a> |
| Metrología                      | <a href="http://simce.iat.es/simce/files/2012/06/Sistema_Internacional_2006.pdf">simce.iat.es/simce/files/2012/06/Sistema_Internacional_2006.pdf</a>                                                                                                                              |
| Ciencia y tecnología            | <a href="https://nanova.org/noticias/2019/03/metrologia-industrial/">https://nanova.org/noticias/2019/03/metrologia-industrial/</a>                                                                                                                                               |
| Metrología Básica               | <a href="https://www.academia.edu/33327728/METROLOGIA_BASICAS_1_INTRODUCCION">https://www.academia.edu/33327728/METROLOGIA_BASICAS_1_INTRODUCCION</a>                                                                                                                             |
| Educación Virtual SENA          | <a href="https://www.coursehero.com/file/p3tc9ee/Copyright-2004-SENA-CEV-Comunidad-Educativa-Virtual-Todos-los-derechos/">https://www.coursehero.com/file/p3tc9ee/Copyright-2004-SENA-CEV-Comunidad-Educativa-Virtual-Todos-los-derechos/</a>                                     |

### C. Base práctica con ilustraciones

## ACTIVIDADES

### UNIDAD 1

#### Estrategias de enseñanza – aprendizaje

#### Instrucciones:

Siga atentamente las indicaciones para cada enunciado.

**Definición.** Complete las siguientes definiciones.

Metrología es

---

---

**Magnitudes Físicas.** Una con una línea la magnitud (columna izquierda) con su unidad de medida correspondiente (columna derecha)



| Magnitud                          | Unidad de medida |
|-----------------------------------|------------------|
| Cantidad de sustancia             | segundo          |
| Masa                              | amperio          |
| Tiempo                            | candela          |
| Intensidad luminosa               | mol              |
| Longitud                          | kelvin           |
| Temperatura termodinámica         | kilogramo        |
| Intensidad de corriente eléctrica | metro            |

**Unidades fundamentales.** Llene los espacios vacíos con la palabra que corresponda.

- a) Los dos sistemas de medida que el técnico automotriz debe conocer son:  
\_\_\_\_\_ y \_\_\_\_\_.
- b) La unidad de longitud en el Sistema Internacional es el \_\_\_\_\_.
- c) El kilogramo en el Sistema Internacional es la unidad de \_\_\_\_\_.
- d) La magnitud física que permite ordenar la secuencia de los sucesos, estableciendo un pasado, un presente y un futuro se llama \_\_\_\_\_.

**Unidades derivadas.** Escriba (V) verdadero o (F) falso a los siguientes enunciados según corresponda:

- a) La unidad de torque es el metro cúbico ( ).
- b) El vatio es la unidad de potencia ( ).
- c) El Newton x metro es la unidad de torque ( ).

**Múltiplos y submúltiplos.** Conteste las siguientes preguntas.

- a) ¿Cuántos metros tiene un kilómetro? Resp: \_\_\_\_\_
- b) ¿Cuántos milímetros caben en un centímetro? Resp: \_\_\_\_\_
- c) ¿Cuántos milímetros caben en un metro? Resp: \_\_\_\_\_



**Conversión de unidades.** Conteste las siguientes preguntas.

- a) Calcule cuántos centímetros caben en 10 pulgadas. Resp: \_\_\_\_\_
- b) ¿A cuántos Bares equivalen 100 psi? Resp: \_\_\_\_\_
- c) ¿A cuántas libras.pie equivalen 50 Newton.metro? Resp: \_\_\_\_\_

**Fórmulas básicas.** Resuelva los siguientes ejercicios, para ello puede proveerse de una calculadora elemental.

- a) Calcule el área de un cuadrado de 4 metros de lado. Resp: \_\_\_\_\_
- b) ¿Cuántos m<sup>2</sup> tiene un rectángulo que tiene por lados 5 y 6 metros respectivamente? Resp: \_\_\_\_\_
- c) ¿Cuál es el área de la sección transversal de una barra cilíndrica que tiene 15 milímetros de radio? Resp: \_\_\_\_\_
- d) Calcule el área de un triángulo de 2 metros de base y 3 metros de altura? Resp: \_\_\_\_\_
- e) ¿Cuántos centímetros cúbicos de cilindrada total tiene un motor de 4 cilindros, y que cada cilindro tiene 75 mm de diámetro y la carrera del pistón es 90 mm.  
Resp: \_\_\_\_\_
- f) Si aplico una fuerza de 10 libras a 10 centímetros alrededor del punto de giro, ¿qué torque he producido? Resp: \_\_\_\_\_
- g) Un pistón de 4 cm<sup>2</sup> ejerce una presión de 2 kg/cm<sup>2</sup>. ¿Qué fuerza está realizando el pistón para producir dicha presión? Resp: \_\_\_\_\_

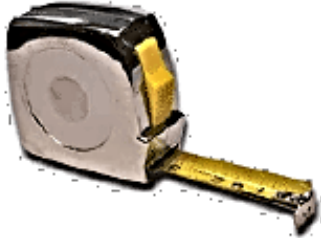
**Ángulos.** Conteste las siguientes preguntas.

- a) Si sumo un ángulo recto con un ángulo agudo de 45°, ¿cuánto mide el ángulo resultante?  
Resp: \_\_\_\_\_
- b) ¿Cuánto es la suma de los ángulos internos de un cuadrilátero? Resp: \_\_\_\_\_

**Errores.** Resolver el siguiente ejercicio

Con el instrumento de medición que se indica en la figura se han tomado 5 mediciones en milímetros de un patrón de 25 mm de longitud; con estos datos determine: a) el alcance, b) la apreciación, c) la precisión, d) la exactitud, e) el error absoluto f) el error relativo.

1) 25 2) 26 3) 24 4) 25 5) 26



**Marca: The Great Wall (5m x 19 mm)**

## UNIDAD 2

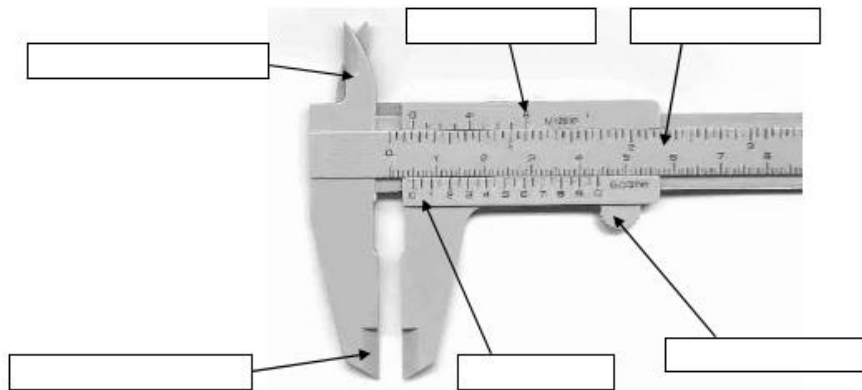
### Estrategias de enseñanza – aprendizaje

#### Instrucciones:

Siga atentamente las instrucciones que se dan en cada sección, utilizando para ellos los espacios establecidos.

#### Pie de rey.

a) Escriba las partes del pie de rey en la figura adjunta.

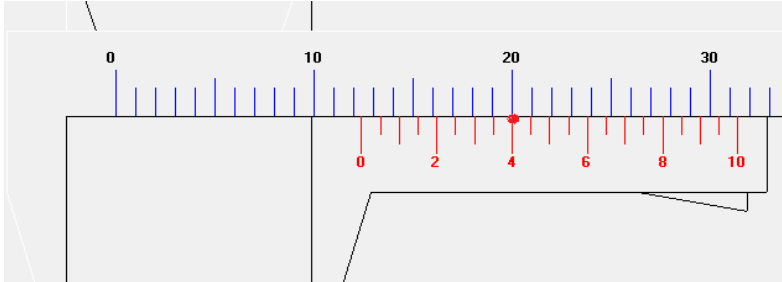
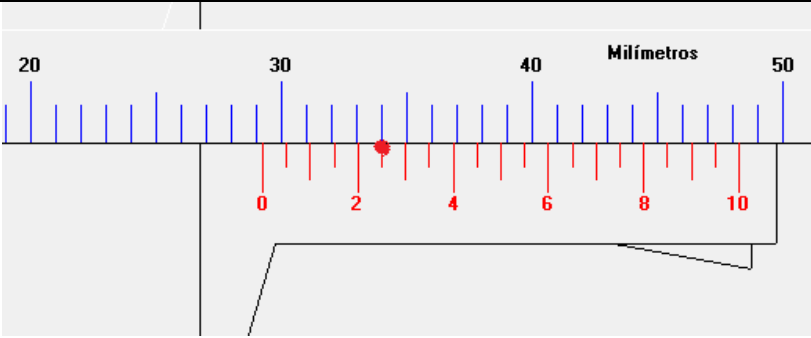
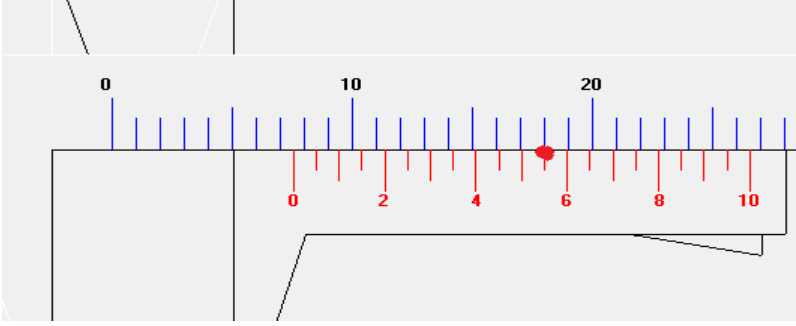
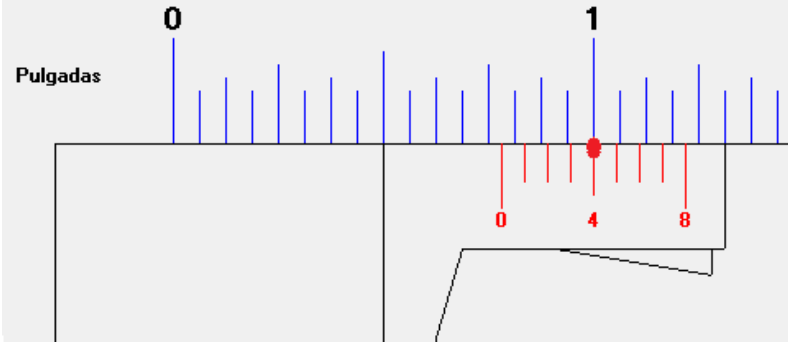
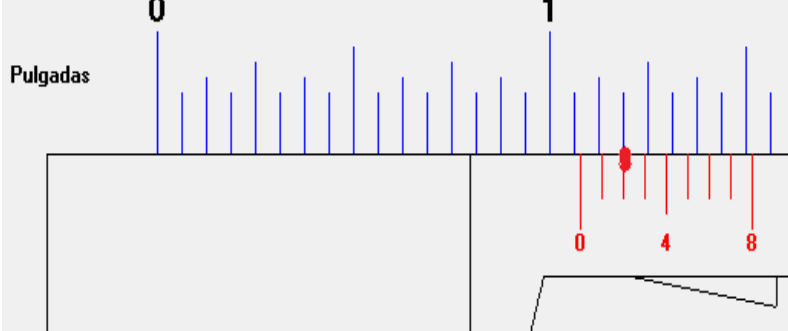


b) ¿Cuáles son las secciones de medición tiene el pie de rey?

Resp: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

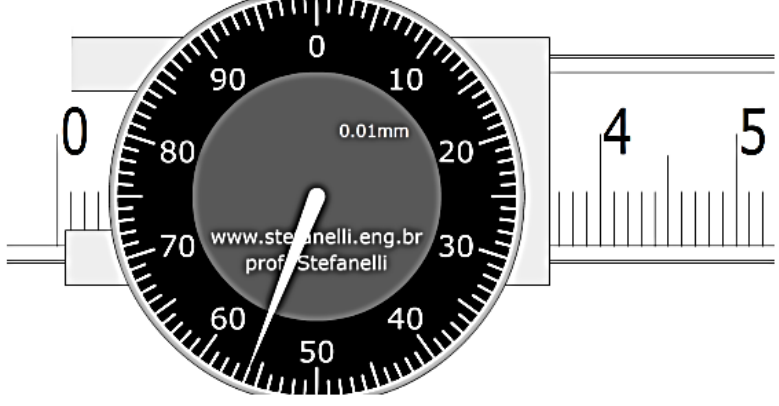
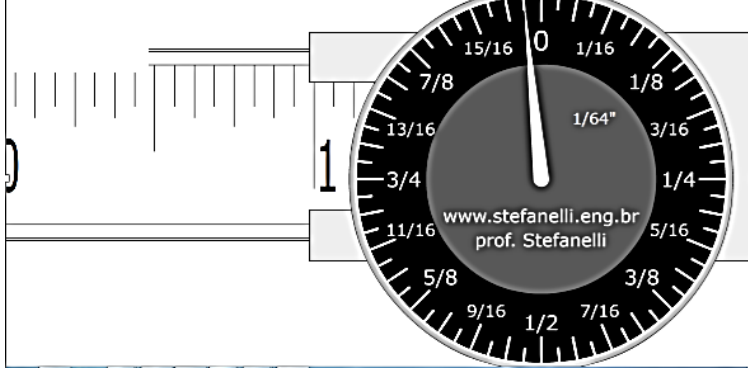
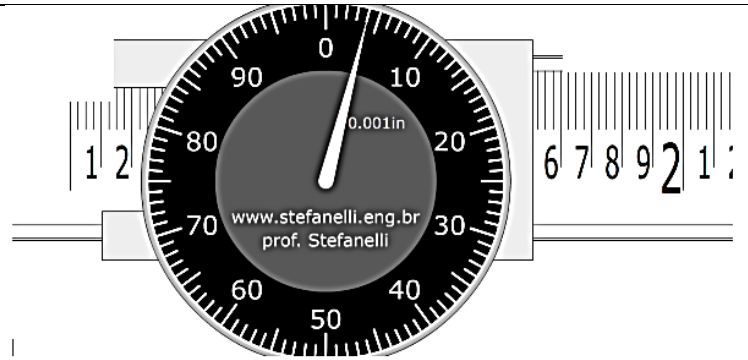
c) Determinar las medidas de los siguientes gráficos



|                   |                                                                                      |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Rpta. en mm       |    |
| Rpta. en pulgadas |                                                                                      |
| Rpta. en mm       |    |
| Rpta. en pulgadas |                                                                                      |
| Rpta. en mm       |   |
| Rpta. en pulgadas |                                                                                      |
| Rpta. en mm       |  |
| Rpta. en pulgadas |                                                                                      |
| Rpta. en mm       |  |
| Rpta. en pulgadas |                                                                                      |
| Rpta. en mm       |                                                                                      |



|                   |  |
|-------------------|--|
|                   |  |
| Rpta. en pulgadas |  |
| Rpta. en mm       |  |
| Rpta. en pulgadas |  |
| Rpta. en mm       |  |
| Rpta. en pulgadas |  |
| Rpta. en mm       |  |
| Rpta. en pulgadas |  |

|                   |                                                                                      |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Rpta. en mm       |    |
| Rpta. en pulgadas |   |
| Rpta. en pulgadas |  |

### UNIDAD 3

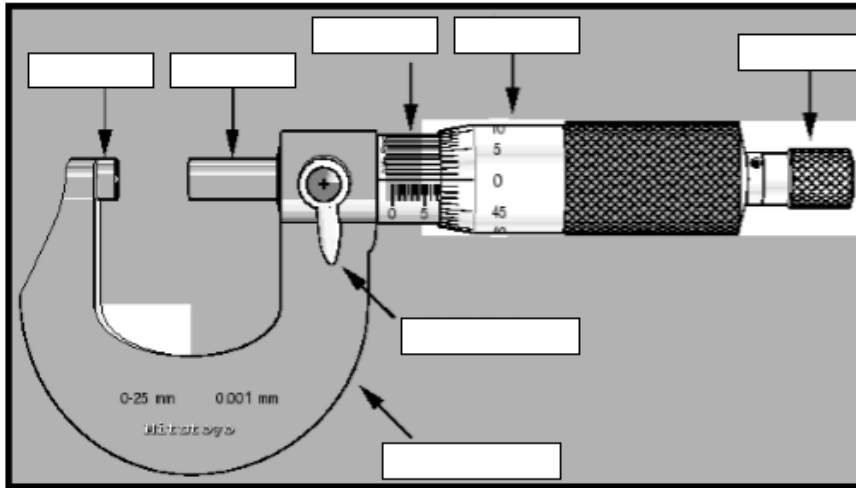
#### Estrategias de enseñanza – aprendizaje

##### Instrucciones:

Siga atentamente las instrucciones que se dan en cada sección, utilizando para ellos los espacios establecidos.

##### Micrómetro

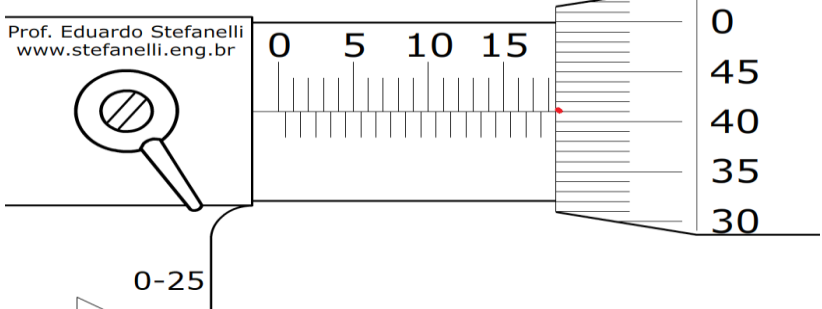
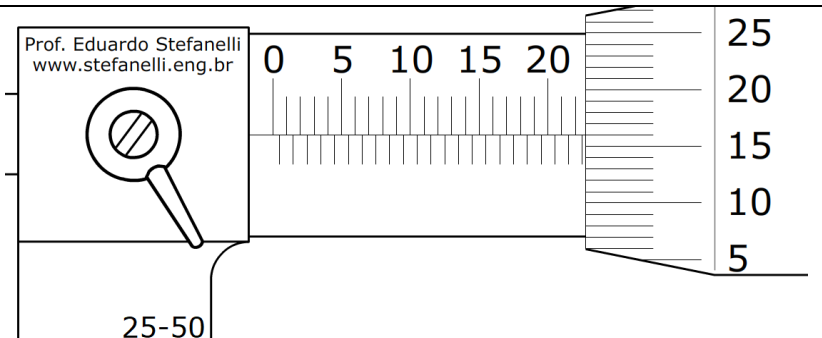
a) Escriba las partes del micrómetro en la figura adjunta.

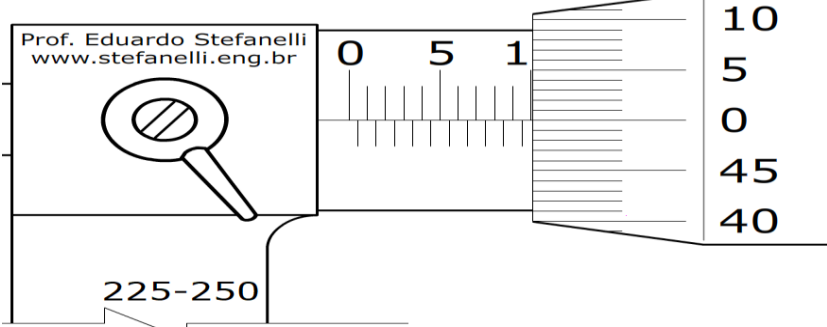
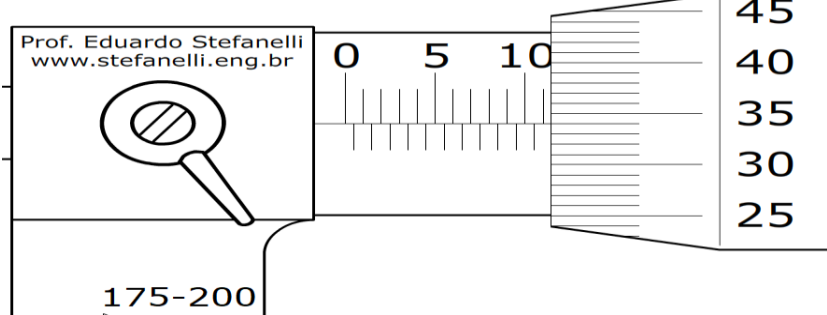


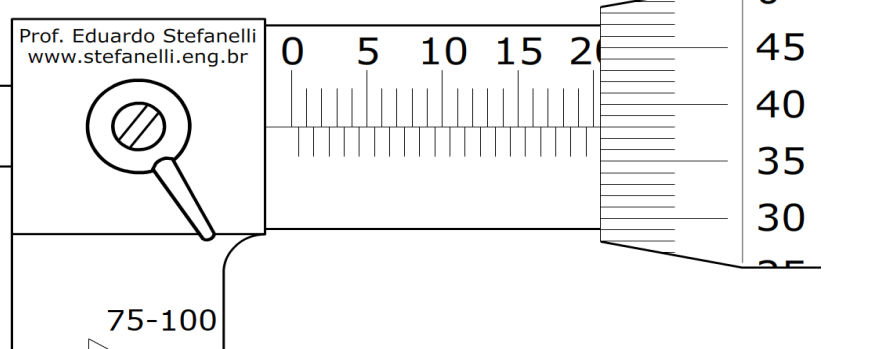
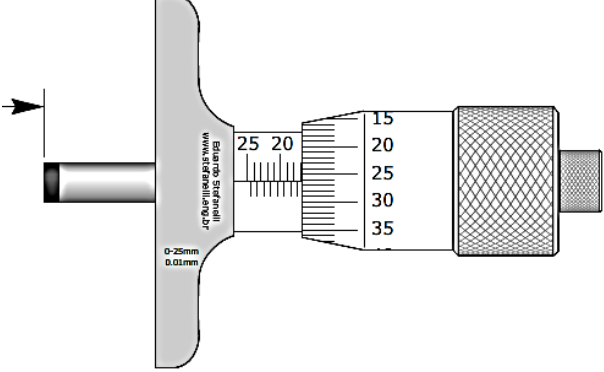
b) ¿Qué ventajas presenta el micrómetro sobre el pie de rey?

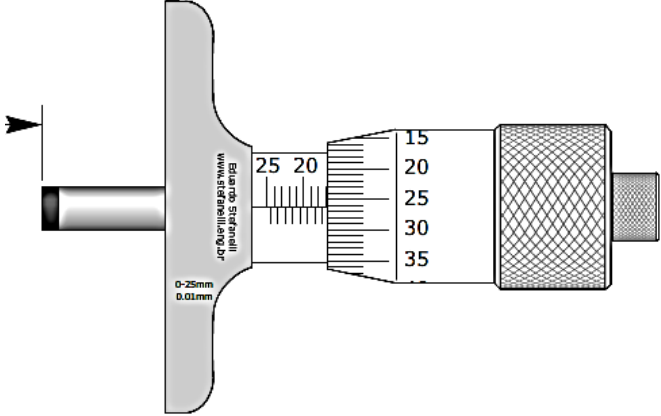
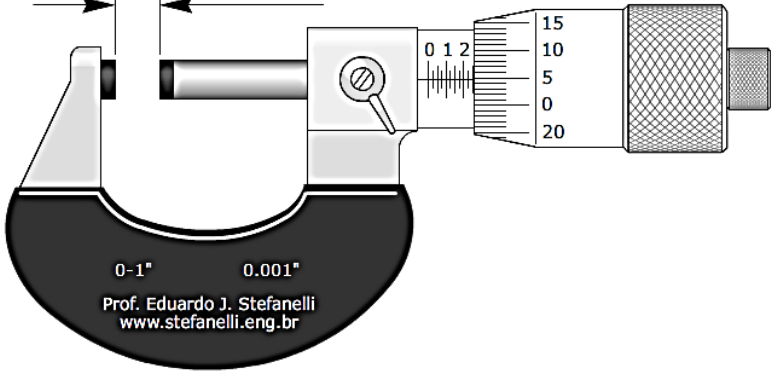
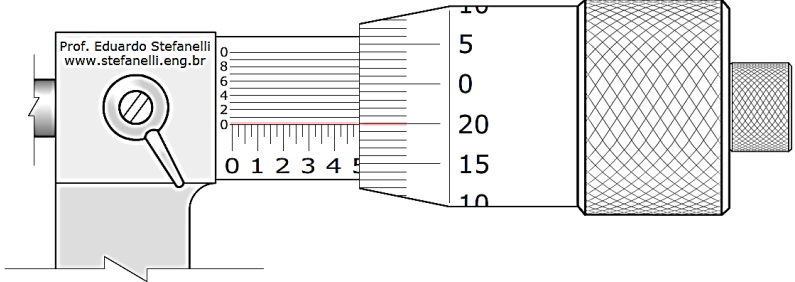
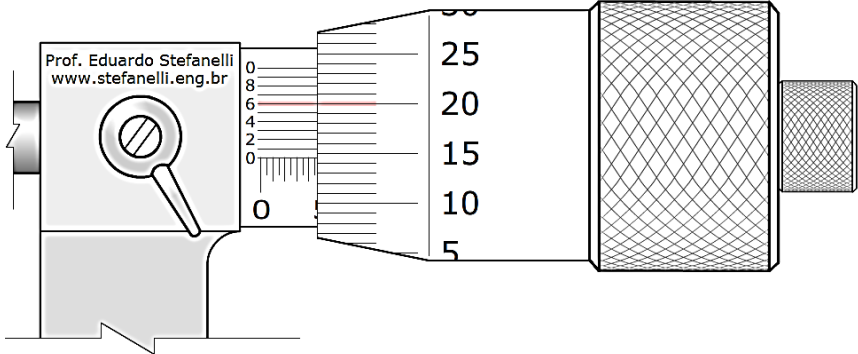
Resp: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

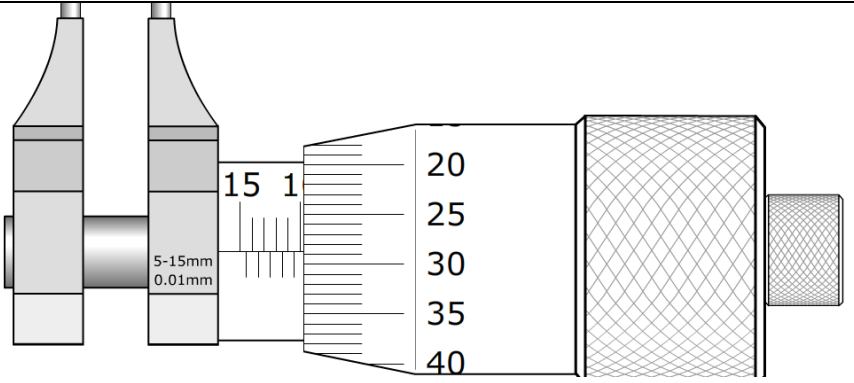
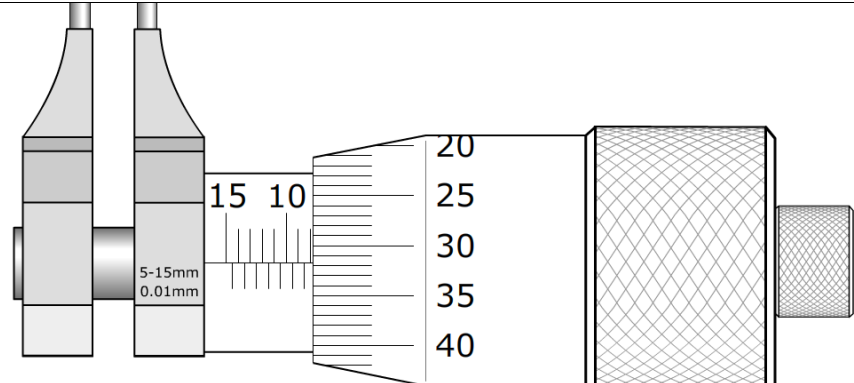
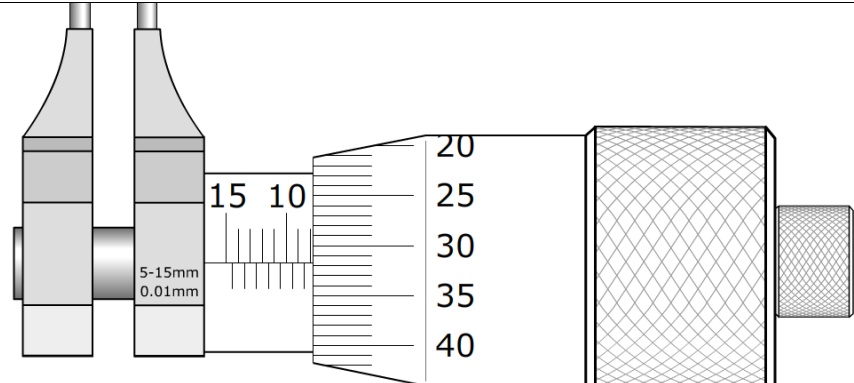
c) Determinar las medidas de los siguientes gráficos

|                   |                                                                                                                                                             |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Rpta. en mm       |  <p>Prof. Eduardo Stefanelli<br/>www.stefanelli.eng.br</p> <p>0-25</p>  |
| Rpta. en pulgadas |                                                                                                                                                             |
| Rpta. en mm       |  <p>Prof. Eduardo Stefanelli<br/>www.stefanelli.eng.br</p> <p>25-50</p> |
| Rpta. en pulgadas |                                                                                                                                                             |
| Rpta. en mm       |                                                                                                                                                             |

|                   |                                                                                                                                                             |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Rpta. en pulgadas |  <p>Prof. Eduardo Stefanelli<br/>www.stefanelli.eng.br</p> <p>225-250</p> |
| Rpta. en mm       |  <p>Prof. Eduardo Stefanelli<br/>www.stefanelli.eng.br</p> <p>175-200</p> |
| Rpta. en pulgadas |                                                                                                                                                             |

|                   |                                                                                                                                                                         |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Rpta. en mm       |  <p>Prof. Eduardo Stefanelli<br/>www.stefanelli.eng.br</p> <p>75-100</p>             |
| Rpta. en pulgadas |                                                                                                                                                                         |
| Rpta. en mm       |  <p>Prof. Eduardo Stefanelli<br/>www.stefanelli.eng.br</p> <p>0-25mm<br/>0.01mm</p> |
| Rpta. en pulgadas |                                                                                                                                                                         |
| Rpta. en mm       |                                                                                                                                                                         |

|                   |                                                                                      |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Rpta. en pulgadas |    |
| Rpta. en mm       |   |
| Rpta. en pulgadas |                                                                                      |
| Rpta. en mm       |  |
| Rpta. en pulgadas |                                                                                      |
| Rpta. en mm       |  |
| Rpta. en pulgadas |                                                                                      |
| Rpta. en mm       |                                                                                      |

|                   |                                                                                    |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Rpta. en pulgadas |  |
| Rpta. en mm       |  |
| Rpta. en pulgadas |  |

## UNIDAD 4

### Estrategias de enseñanza – aprendizaje

#### Instrucciones:

Siga atentamente las instrucciones que se dan en cada sección, utilizando para ellos los espacios establecidos.

**Llave dinamométrica (torcómetro).** Responda las siguientes preguntas.

a) ¿Cuántos tipos de llaves dinamométricas conoce usted?

Resp: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

b) ¿Si no cuenta con el manual de taller del vehículo que está reparando, cómo

Haría para tener una idea del par de apriete que debe dar al perno en cuestión?

Resp: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



**Medidor de torque angular.**

a) ¿Qué es un medidor de torque angular?

Resp:

---

---

---

---

b) Explique cómo funciona un medidor de torque angular.

Resp:

---

---

---

---

**Manómetro.**

a) ¿Un manómetro puede expresar presión en kg x m?

Resp:

---

---

b) ¿En qué trabajos automotrices ha utilizado un manómetro?

Resp:

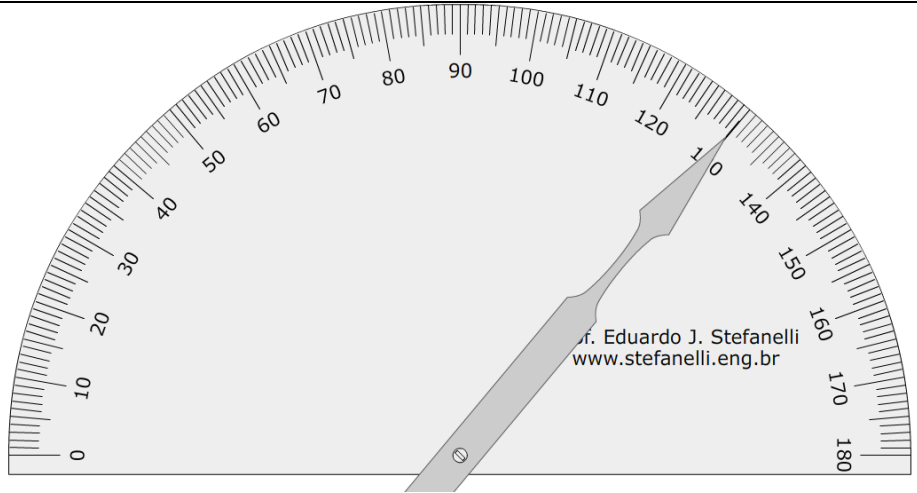
---

---

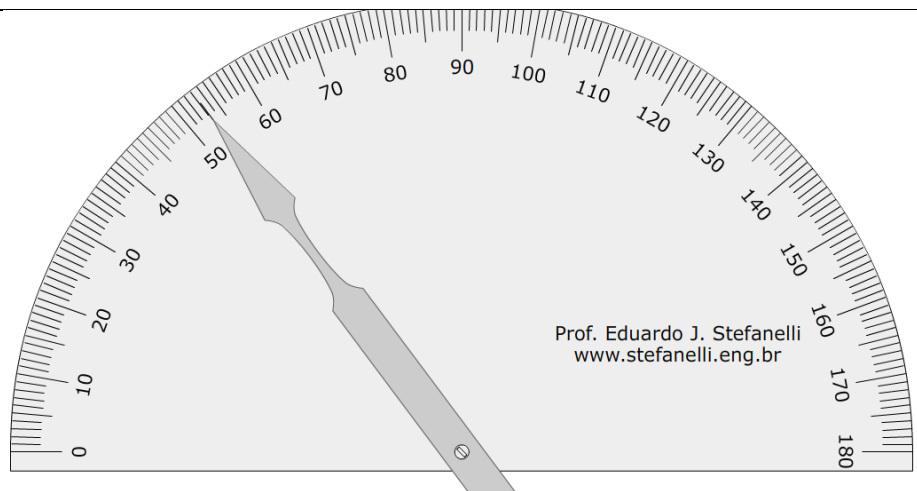
c) Determinar las medidas de los siguientes gráficos



Rpta. en \_\_\_\_° (0° a 180°)

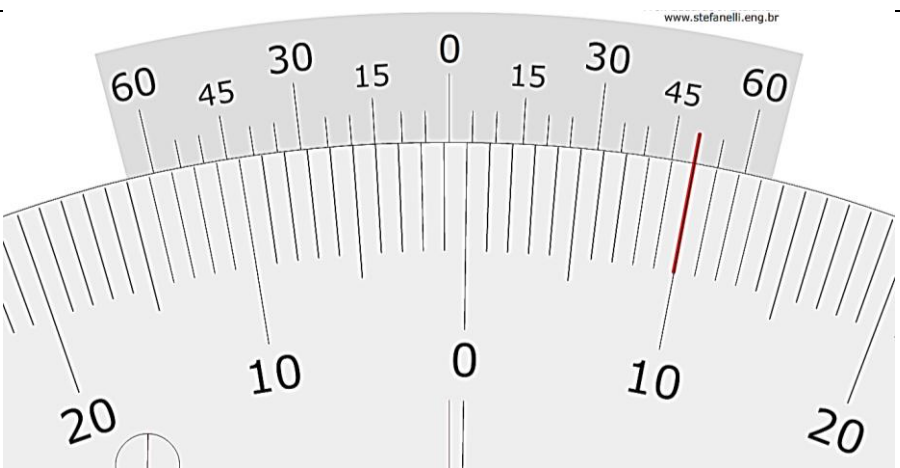


Rpta. en \_\_\_\_° (180° a 0°)



Rpta. en \_\_\_\_° (0° a 180°)

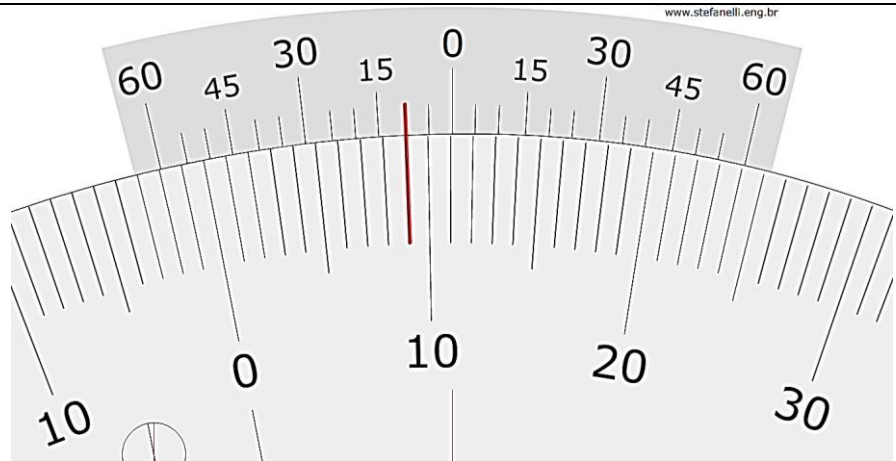
Rpta. en \_\_\_\_° (180° a 0°)



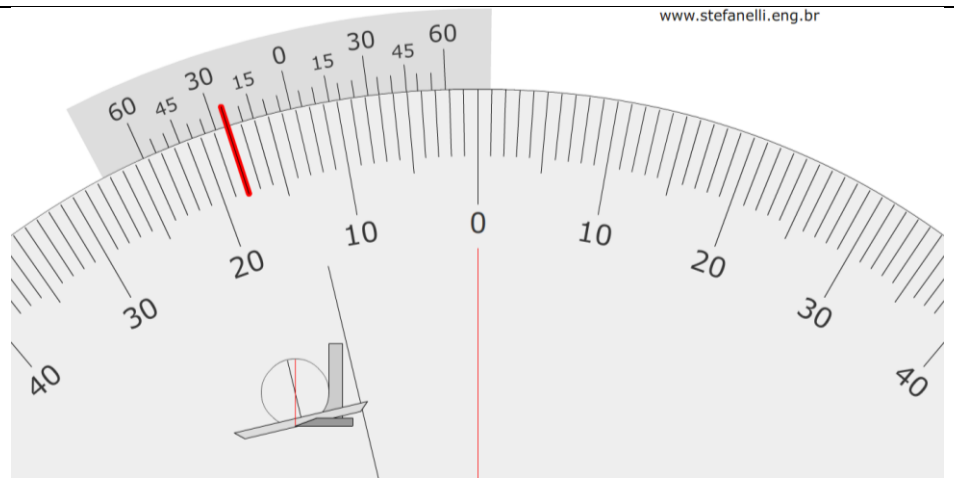
Rpta. en \_\_\_\_° y \_\_\_\_'

Rpta. en \_\_\_\_° y \_\_\_\_'

Rpta. en \_\_\_\_° y \_\_\_\_´



Rpta. en \_\_\_\_° y \_\_\_\_´



Rpta. en mm

Rpta. en pulgadas



Rpta. en mm

|                   |                                                                                     |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Rpta. en pulgadas |   |
| Rpta. en mm       |  |
| Rpta. en pulgadas |                                                                                     |
| Rpta. en mm       |                                                                                     |

|                   |                                                                                    |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Rpta. en pulgadas |  |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

#### 4. ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE

##### ESTRATEGIA DE APRENDIZAJE 1: Análisis y Planeación

###### Descripción:

Talleres: estudio de casos.

Clases prácticas: resolución de problemas. Prácticas:

Aprendizaje basado en problemas. Tutorías: aprendizaje orientado a proyectos.

Estudio y trabajo en grupo: aprendizaje cooperativo.

Estudio y trabajo individual: contrato de aprendizaje. Investigación acción

###### Ambiente(s) requerido:

Aula amplia con buena iluminación.

Taller - Laboratorio

###### Material (es) requerido:

Pizarrón

Tiza líquida Retroproyector

Proyector multimedia

Computador



Textos

Manuales

Propios del taller y laboratorio

Exposición documentos de ensayo Organizadores mentales

Hoja de guías de prácticas

**Docente:**

Con conocimiento de la materia.

## 5. ACTIVIDADES

- Inducción del proceso de enseñanza y aprendizaje.
- Clase expositivas sobre cada tema
- Clases teóricas – prácticas aplicables al campo automotriz
- Análisis experimental sobre cada tema aplicado al campo automotriz
- Sinopsis sobre las actividades a realizarse después de cada tema
- Utilización de la plataforma virtual
- Investigaciones bibliográficas
- Evaluación de los temas
- Talleres prácticos
- Presentación y exposición del trabajo final

## 6. EVIDENCIAS Y EVALUACIÓN

| Tipo de Evidencia | Descripción ( de la evidencia)                                                                                                                                                                       |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| De conocimiento:  | Definición de los temas de investigación de investigación bibliográfico<br>Resolución de ejercicios aplicados a cada tema<br>Respuestas de foros de análisis – Plataforma<br>Evaluación de los temas |
| Desempeño:        | Trabajo grupal presentación del trabajo informes de talleres<br>Resolución de simuladores de instrumentos de medición y verificación                                                                 |



|                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| De Producto:                                                  | Trabajo de realizado Proyecto final teórico -Práctico                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Criterios de Evaluación (Mínimo 5 Actividades por asignatura) | <p>Argumenta y correlaciona la teoría fundamental de la metrología y sistemas de medida en los procesos de mantenimiento en los sistemas del automóvil</p> <p>Analiza la utilidad de los distintos instrumentos y elementos de verificación utilizados en la metrología del campo automotriz según sea el grado de precisión</p> <p>Ejecuta y evalúa un proyecto técnico siguiendo un análisis de forma estratégica ante las dificultades presentadas</p> <p>Maneja con destrezas la utilización de instrumentos de medición en el taller para verificación de elementos del motor del vehículo y sistemas del mismo.</p> <p>Realiza conversión de unidades, con el uso de los diferentes factores de conversión para expresarla en otra unidad que sea conocida en nuestro medio</p> |

**Elaborado por:****Edison Pusay****Revisado Por:****Franklin Llumiquinga****Reportado Por:****Alexis Benavides**



*Guía Metodológica de Metrología  
Carrera de Mecánica automotriz  
Ing. Edison Pusay Pinchao  
2020*

*Coordinación editorial general:  
Mgs. Milton Altamirano Pazmiño  
Ing. Alexis Benavides Vinuesa  
Mgs. Lucia Begnini Dominguez*

*Diagramación:  
Sebastián Gallardo Ramírez*

*Corrección de Estilo:  
Mgs. Lucia Begnini Dominguez*

*Diseño:  
Sebastián Gallardo Ramírez*

*Instituto superior tecnológico Japón  
AMOR AL CONOCIMIENTO*