



# Metrología

## Guía de Prácticas

Ing. Claudio Hernán Ortiz M. M.Sc.

## **METROLOGIA - GUIA DE PRÁCTICAS.**

Claudio Hernán Ortiz Molina

© 2024, Instituto Superior Tecnológico del Austro.

ISBN DIGITAL:

JUNIO de 2024

EDICIÓN: Instituto Superior Tecnológico del Austro

Pares revisores:

**NOMBRES COMPLETOS PAR 1**

**NOMBRES COMPLETOS PAR 2**

### **Publicación digital.**

Ing. Roberto Carranza, Msg.

**Rector del Instituto Superior Tecnológico del Austro**

Ing. Omar Gustavo Guillén V.

**Vicerrector del Instituto Superior Tecnológico del Austro**

JUAN FERNANDO MATUTE

**Coordinador de Carrera de MECANICA AUTOMOTRIZ**

Ing. Fernando Lema R. M.Sc.

**Coordinador de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación**

Este documento fue creado bajo la licencia de: Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License



El contenido de esta guía es de responsabilidad exclusiva de su autor.

**Coordinación de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación**

Instituto Superior Tecnológico del Austro

Av. 24 de mayo y Av. Ernesto Che Guevara

Azogues, Ecuador

## Descripción de la Asignatura.

La asignatura de Metrología pertenece al área de fundamentos teórico práctico, de carácter profesionalizante dentro de la carrera de Mecánica Automotriz; cuyo propósito es desarrollar en el estudiante sus habilidades y destrezas que le permitan el reconocimiento de las características de los instrumentos de medición utilizados en el campo automotriz. Para facilitar el estudio, la asignatura se ha estructurado en cuatro unidades: Unidad I, trata sobre los conceptos fundamentales; Unidad II, corresponde a la Metrología Dimensional e Instrumentos de Medición; Unidad III, comprende el estudio de los calibradores y micrómetros; y finalmente la Unidad IV, corresponde al estudio de otros Instrumentos de Medición.

La asignatura está orientada a que el alumno obtenga los conocimientos básicos sobre los fundamentos de la metrología, de los métodos y herramientas de las mediciones usadas para el control de piezas de las máquinas; la reglamentación de la precisión, de los errores de forma y posición de las piezas de las máquinas, del sistema único de tolerancias y ajustes de piezas metal mecánicas.

La importancia de esta asignatura marca el estudiante en la medida en que es consciente de que en la práctica le resulta sumamente importante para la medición y comprobación de los diferentes elementos mecánicos del automóvil. Comprenderá que debe asumir con mucha responsabilidad a la hora de efectuar estas actividades de medición y comprobación en la vida profesional, de eso dependerá la seguridad y el correcto funcionamiento de los elementos mecánicos, así como el éxito de él como profesional.

## Resultados de Aprendizaje

1. Los estudiantes serán capaces de aplicar los principios de la teoría de la medición para realizar mediciones precisas y confiables, identificar y corregir errores, evaluar la validez de los datos experimentales y comunicar exitosamente los resultados en diversos contextos. técnicos y científicos.
2. Seleccionar y utilizar correctamente el instrumento de medición dimensional según el elemento a ser medido, aplicando la conversión de unidades según sea necesario, y evaluando la precisión y confiabilidad de los resultados obtenidos
3. Los estudiantes serán capaces de comprender y aplicar los principios de funcionamiento de calibradores y micrómetros, identificar los diferentes tipos y graduaciones, diagnosticar y corregir los errores asociados con su uso, asegurando mediciones precisas y confiables. en sistemas de unidades métricas e imperiales
4. Clasificar los diferentes instrumentos de medición y comprobación según su función y aplicación en el automóvil analizando el procedimiento antes de efectuar todas las operaciones.

## Tabla de contenido

Descripción de la Asignatura.....	3
Resultados de Aprendizaje .....	4
CASO PRÁCTICO 01: Utilización del calibrador vernier y medición de elementos mecánicos del automóvil. ....	6
CASO PRÁCTICO 03: Utilización Correcta Del Micrómetro para exteriores y medición de elementos mecánicos del automóvil. (cigüeñal, árbol de levas).....	19
CASO PRÁCTICO 04: Utilización Correcta Del Micrómetro de interiores y medición del diámetro interno del bloque de cilindros. ....	26
CASO PRÁCTICO 05: Utilización Correcta Del indicador de Carátula y comprobación de elementos mecánicos del automóvil.....	31
CASO PRÁCTICO 06: Utilización Correcta Del Alesómetro y determinación de ovalamiento y conicidad de los cilindros. ....	39
CASO PRÁCTICO 07: Utilización Correcta Del Torquímetro y ajuste de elementos roscados del cabezote de un motor .....	45
Referencias bibliográficas.....	53

## CASO PRÁCTICO 01: Utilización del calibrador vernier y medición de elementos mecánicos del automóvil.

### 1. Objetivo

Realizar las comprobaciones de los elementos mecánicos del automóvil utilizando el calibrador Vernier para determinar si se encuentra en buenas condiciones o si es necesario su sustitución.

### 2. Sustento teórico

Calibrador o pie de rey.

El calibrador es un instrumento de precisión usado para medir pequeñas longitudes (centésimas de milímetros) de diámetros externos, internos y profundidades, en una sola operación. Fue inventado en 1631 por Pierre Vernier para interpretar con mayor aproximación las fracciones decimales (de longitudes o ángulos) gracias a subdivisiones lineales o fracciones de arco. Al vernier suele llamársele también “nonio” en honor del científico portugués Pedro Nunes (1492-1577), quien inventó un sistema de lecturas a base de círculos concéntricos que dividen la circunferencia en  $n$  partes iguales, es decir, 89, 88, 87, etc., con las que lograba mayor aproximación en las lecturas de ángulos; a ambos dispositivos suele llamárseles indistintamente “nonio” o “vernier”, a pesar de ser tan distintos entre sí.[1]

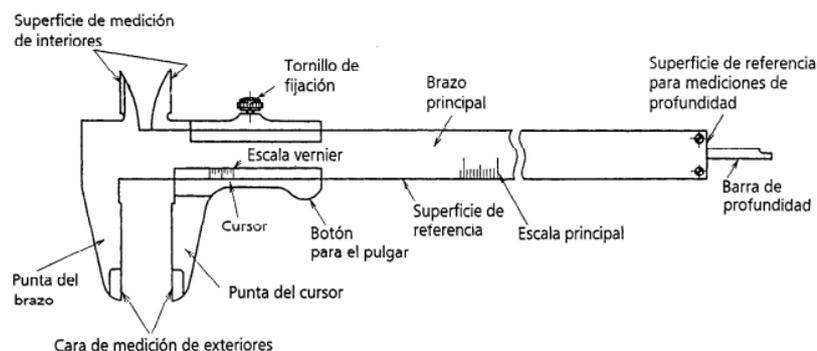


Fig. 1. Calibrador o Pie de rey.[2]

## Nonio

El calibrador o Pie de Rey utiliza el método ideado por Vernier y Nonius, el cual consiste en utilizar una regla fija, graduada por ejemplo en milímetros, y una regla móvil que puede deslizarse sobre la fija y que está dividida en un número de divisiones, por ejemplo diez (10), iguales, correspondiendo a estas 10 divisiones, nueve divisiones de la fija; por lo tanto, la apreciación del instrumento estará dada por la diferencia entre la menor división de la regla fija y la menor división de la regla móvil.

La mayoría calibradores llevan en la parte superior de la regla fija una escala en pulgadas, en este caso el nonio en pulgadas nos dará fracciones en pulgadas. Cada pulgada de la regla fija está dividida en 16 partes es decir cada división de la regla fija será  $1/16"$ . El nonio suele tener 8 divisiones que se corresponden con  $7/16"$  de la regla.[1]

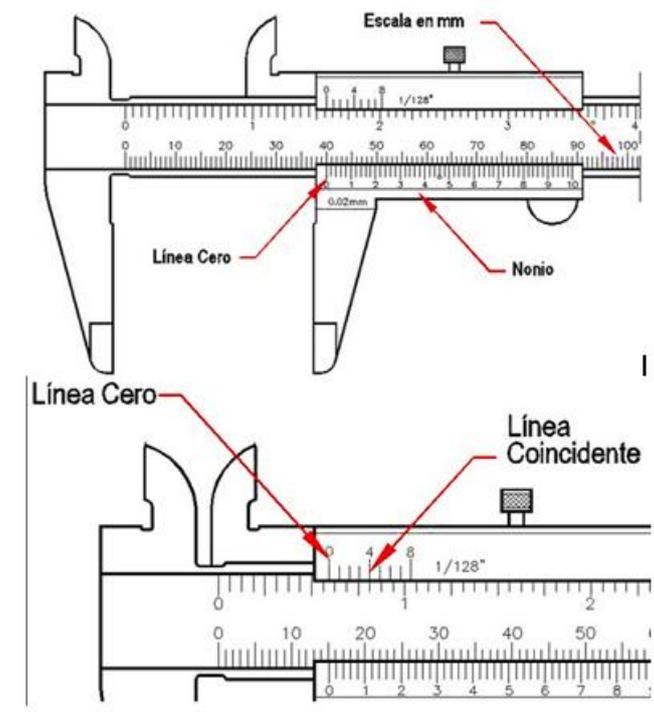
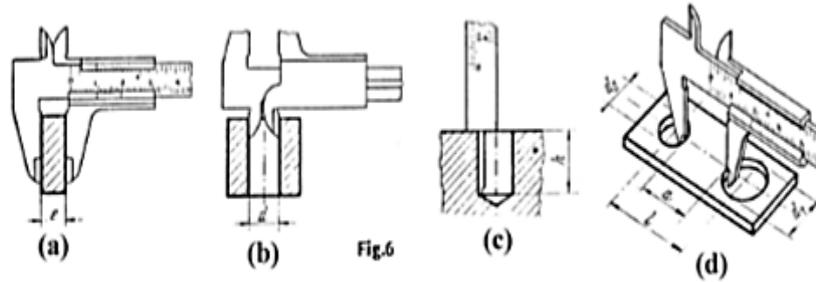


Fig. 2. Nonio[2]

En la figura 3 se presentan ejemplos de mediciones que se pueden tomar con un calibrador.



*Fig. 3. Ejemplos de Medición[2]*

### 3. Listado de recursos

- Herramientas y equipos:
  - Juego básico de herramientas de mano (llaves, dados, destornilladores, etc).
- Materiales e insumos:
  - Franela.
  - Material Fungible.
- Material didáctico:
  - Motores didácticos (motores del taller automotriz).
  - Árbol de levas
  - Cigüeñal
  - Bloque de cilindros
  - Vernier sistema inglés: pulgadas fraccionadas
  - Vernier sistema métrico decimal: 1/10, 1/20, 1/50
- Equipo de seguridad:
  - Extintores para combustible.
  - Overol (por cada estudiante).
  - Gafas de protección
  - Guantes de latex

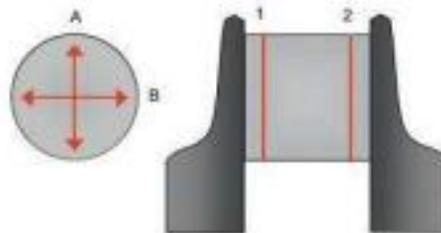
#### 4. Normas de seguridad

Hacer uso del equipo de seguridad para prevenir riesgos de accidentes durante el desarrollo de la práctica.

#### 5. Procedimiento

##### A. Mediciones en el cigüeñal

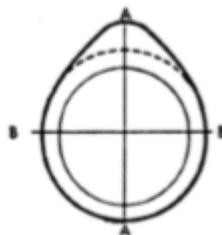
- 1.- Limpiar completamente el cigüeñal.
- 2.- Tomar medidas en todos los apoyos y muñequillas utilizando (Figura 4) el Calibrador o pie de rey usando la escala en milímetros o pulgadas.
- 3.- Completar las tablas con las medidas en el apartado de resultados.



*Fig. 4. Cigüeñal[3]*

##### B. Mediciones en el árbol de levas

- 1.- Limpiar completamente el árbol de levas.
- 2.- Tomar 2 medidas, apoyos y levas (Figura 5) utilizando el Calibrador o pie de rey tanto en la escala de milímetros como en pulgadas.
- 3.- Completar las tablas con las medidas en el apartado de resultados.



*Fig. 5. Mediciones de las levas[2]*

### C. Mediciones en el bloque de cilindros de motor

- Limpiar completamente el bloque motor.
- Tomar medidas del diámetro de todos los cilindros en X y Y, así como también de la profundidad tanto en la escala de milímetros como en pulgadas
- Completar las tablas con las medidas en el apartado de resultados.

## 6. Resultados

### A. Mediciones en el cigüeñal

Apoyos					
	Apoyo 1	Apoyo 2	Apoyo 3	Apoyo 4	Apoyo 5
X					
Y					

Muñequillas				
	Muñequilla 1	Muñequilla 2	Muñequilla 3	Muñequilla 4
X				
Y				

### B. Mediciones del árbol de levas

Levas								
	Leva 1 esca pe	Leva 1 admi sión	Leva 2 esca pe	Leva 2 admi sión	Leva 3 esca pe	Leva 3 admi sión	Leva 4 esca pe	Leva 4 admi sión
Ancho								
Alto								

### C. Mediciones en el bloque de cilindros de motor

Cilindros				
	Cilindro 1	Cilindro 2	Cilindro 3	Cilindro 4
X				
Y				
Profundidad				

### 7. Conclusiones

### 8. Recomendaciones

### 9. Evaluación de conocimientos (RÚBRICA)

El presente trabajo práctico se calificará de acuerdo a la rúbrica que consta en el Anexo1.

Anexo 1: Rúbrica para evaluar el desarrollo de la práctica.

INDICADORES DE EVALUACIÓN PARA LA PRÁCTICA	Valor	Puntaje
Toma apuntes de los valores obtenidas en el proceso de medición	1	
Aplica medidas de seguridad e higiene durante la práctica	1	
Limpia el equipo utilizado en la práctica antes de guardar	1	
Deja limpio el área de trabajo después de efectuar la práctica	1	
Total	4P	

INDICADORES DE EVALUACIÓN PARA EL INFORME DE LA PRÁCTICA EFECTUADA	Valor	Puntaje
Presenta los resultados de las medidas obtenidas del cigüeñal	1,5	
Presenta los resultados de las medidas obtenidas del árbol de levas	1,5	
Presenta los resultados de las medidas obtenidas del bloque de cilindros	1,5	
Establece conclusiones del trabajo realizado	1,5	
Total	6P	

Evaluación	
Práctica	
Informe	
Total	

## CASO PRÁCTICO 02: Utilización del calibrador de carátula y medición de elementos mecánicos del automóvil.

### 1. Objetivo

Realizar las comprobaciones de los elementos mecánicos del automóvil utilizando el calibrador de carátula para determinar si se encuentra en buenas condiciones o si es necesario su sustitución.

### 2. Sustento teórico

En este calibrador se ha sustituido la escala del vernier por un indicador de cuadrante o carátula operado por un mecanismo de piñón y cremallera logrando que la resolución se aún mayor logrando hasta lecturas de 0.01mm, figura 6 Se disponen de calibradores desde 100mm hasta 2000mm y excepcionalmente aún más largos.[4]

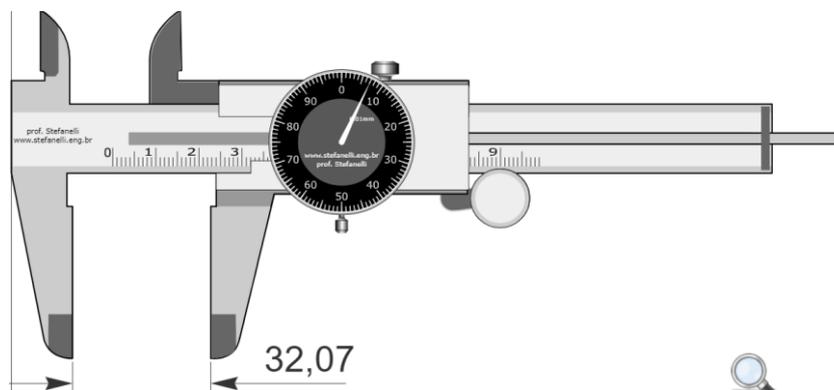


Fig. 6. Calibrador de Carátula[5]

### 3. Listado de recursos

- Herramientas y equipos:
  - Juego básico de herramientas de mano (llaves, dados, destornilladores, etc).
- Materiales e insumos:
  - Franela.
  - Material Fungible.

- Material didáctico:
  - Motores didácticos (motores del taller automotriz).
  - Árbol de levas
  - Cigüeñal
  - Bloque de cilindros
  - Calibrador de carátula
- Equipo de seguridad:
  - Extintores para combustible.
  - Overol (por cada estudiante).
  - Gafas de protección
  - Guantes de latex

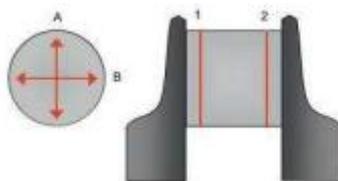
#### 4. Normas de seguridad

Hacer uso del equipo de seguridad para prevenir riesgos de accidentes durante el desarrollo de la práctica.

#### 5. Procedimiento

##### A. Mediciones en el cigüeñal

- Limpiar completamente el cigüeñal.
- Tomar medidas en todos los apoyos y muñequillas utilizando (Figura 7) el Calibrador de carátula usando la escala en milímetros o pulgadas.
- Completar las tablas con las medidas en el apartado de resultados.



*Fig. 7. Cigüeñal[3]*

### B. Mediciones en el árbol de levas

- Limpiar completamente el árbol de levas.
- Tomar 2 medidas, apoyos y levas (Figura 8) utilizando el Calibrador de Carátula tanto en la escala de milímetros como en pulgadas.
- Completar las tablas con las medidas en el apartado de resultados.



*Fig. 8. Mediciones de las levas[2]*

### C. Mediciones en cilindros de motor

- Limpiar completamente el bloque motor.
- Tomar medidas del diámetro de todos los cilindros en X y Y, así como también de la profundidad tanto en la escala de milímetros como en pulgadas
- Completar las tablas con las medidas en el apartado de resultados.

## 6. Resultados

### A. Mediciones en el cigüeñal

Apoyos					
	Apoyo 1	Apoyo 2	Apoyo 3	Apoyo 4	Apoyo 5
X					
Y					

Muñequillas				
	Muñequilla 1	Muñequilla 2	Muñequilla 3	Muñequilla 4
X				
Y				

B. Mediciones del árbol de levas

Levas								
	Leva 1 esca pe	Leva 1 admi sión	Leva 2 esca pe	Leva 2 adm isión	Leva 3 esca pe	Leva 3 admi sión	Leva 4 esca pe	Leva 4 admi sión
Ancho								
Alto								

C. Mediciones en el bloque de cilindros de motor

Cilindros				
	Cilindro 1	Cilindro 2	Cilindro 3	Cilindro 4
X				
Y				
Profundidad				

## 7. Conclusiones

## 8. Recomendaciones

## 9. Evaluación de conocimientos (RÚBRICA)

El presente trabajo práctico se calificará de acuerdo a la rúbrica que consta en el Anexo1.

Anexo 1: Rúbrica para evaluar el desarrollo de la práctica.

INDICADORES DE EVALUACIÓN PARA LA PRÁCTICA	Valor	Puntaje
Toma apuntes de los valores obtenidas en el proceso de medición	1	
Aplica medidas de seguridad e higiene durante la práctica	1	
Limpia el equipo utilizado en la práctica antes de guardar	1	
Deja limpio el área de trabajo después de efectuar la práctica	1	
Total	4P	

INDICADORES DE EVALUACIÓN PARA EL INFORME DE LA PRÁCTICA EFECTUADA	Valor	Puntaje
Presenta los resultados de las medidas obtenidas del cigüeñal	1,5	

Presenta los resultados de las medidas obtenidas del árbol de levas	1,5	
Presenta los resultados de las medidas obtenidas del bloque de cilindros	1,5	
Establece conclusiones del trabajo realizado	1,5	
Total	6P	

Evaluación	
Práctica	
Informe	
Total	

## CASO PRÁCTICO 03: Utilización Correcta Del Micrómetro para exteriores y medición de elementos mecánicos del automóvil. (cigüeñal, árbol de levas).

### 1. Objetivos

Realizar mediciones de los apoyos y muñequillas del cigüeñal, apoyos y levas del árbol de levas mediante el micrómetro de exteriores para determinar si presentan ovalamiento y conicidad.

### 2. Aspecto teórico

#### A. Micrómetro o palmer

El micrómetro es un instrumento para medir directamente en la pieza se utiliza para lecturas con precisión de centésimos de milímetro y hasta milésimas de milímetro en los micrómetros con nonio, en el sistema internacional y, en el sistema inglés, los micrómetros miden con una precisión de milésima de pulgada.



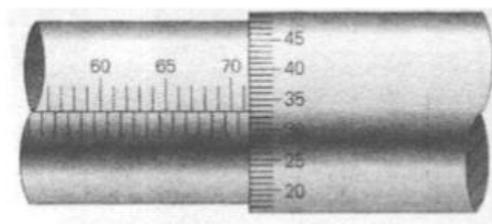
*Fig. 9. Micrómetro[6]*

El cilindro exterior que contiene la tuerca tiene grabada una escala graduada en milímetros y, generalmente, también en medios milímetros. Al girar el tambor, éste se desplaza sobre la escala de manera que, cuando los dos palpadores están en contacto, la oculta totalmente y, a medida que avanza, la escala se descubre. De esta forma, el borde del tambor indica la separación entre los palpadores sobre la escala horizontal. Por otro lado, la línea horizontal de dicha escala sirve también de índice para determinar el ángulo girado por el tambor.

Para realizar la lectura de los datos obtenidos con el micrómetro debemos tener en cuenta que el instrumento funciona de acuerdo al número de divisiones que tiene su escala. Por lo tanto, la apreciación del micrómetro estará en relación directa con el número de divisiones del tambor.[7]

Por lo tanto, la apreciación del micrómetro estará en relación directa con el número de divisiones del tambor.

$$\text{Apreciación} = \frac{\text{menor división de la regla fija}}{\text{numero de divisiones de la regla móvil (nonio)}} = \frac{0.5\text{mm}}{50} = 0,01\text{mm}$$



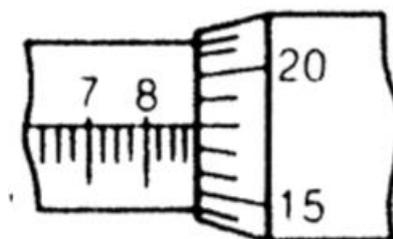
*Fig. 10. Medición en milímetros*

#### B. Micrómetros en pulgadas

La diferencia principal radica en el uso de la pulgada en lugar de milímetros. La velocidad a la que le tornillo avanza está regulada por el número de hilos por pulgadas. Si un tornillo tiene 10 hilos por pulgadas, por ejemplo, tomará 10 revoluciones el mover el tornillo para avanzar una pulgada.

Los micrómetros utilizados avanzan en cada revolución del tambor 25 milésimas de pulgada y el tambor está dividido en 25 partes, por lo tanto:

$$\text{Apreciación} = \frac{\text{menor división de la regla fija}}{\text{numero de divisiones de la regla móvil (nonio)}} = \frac{0.025''}{25} = 0,001''$$



*Fig.11. Medición en pulgadas[2]*

### 3. Listado de recursos

- Herramientas y equipos:
  - Juego básico de herramientas de mano (llaves, dados, destornilladores, etc).
- Materiales e insumos:
  - Franela.
  - Material Fungible.
- Material didáctico:
  - Motores didácticos (motores del taller automotriz).
  - Árbol de levas
  - Cigüeñal
  - Micrómetro para exteriores
- Equipo de seguridad:
  - Extintores para combustible.
  - Overol (por cada estudiante).
  - Gafas de protección
  - Guantes de latex

### 4. Normas de seguridad

Hacer uso del equipo de seguridad para prevenir riesgos de accidentes durante el desarrollo de la práctica.

### 5. Procedimiento

#### A. Mediciones en el cigüeñal

- Limpiar completamente el cigüeñal.
- Tomar medidas en todos los apoyos y muñequillas utilizando (Figura 12) el micrómetro usando la escala en milímetros o pulgadas.

- Completar las tablas con las medidas en el apartado de resultados.

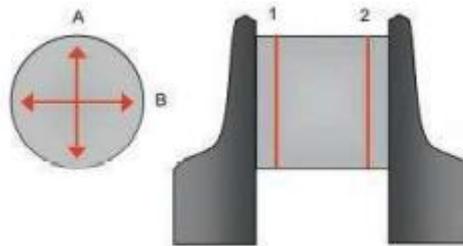


Fig. 12. Cigüeña[3]

### B. Mediciones en el árbol de levas

- Limpiar completamente el árbol de levas.
- Tomar 2 medidas, apoyos y levas (Figura 13) utilizando el Micrómetro tanto en la escala de milímetros como en pulgadas.
- Completar las tablas con las medidas en el apartado de resultados.

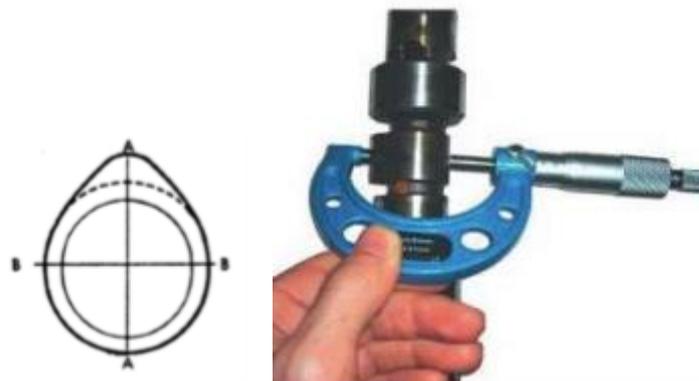


Fig. 13. Mediciones de las levas[3]

## 6. Resultados

### A. Mediciones en el cigüeñal

Apoyos		1		2		3		4		5	
Ext	Diá	Me	Ov								
re	me	did	ala								
mo	tro	a		a		a		a		a	

			mie nto								
1	A										
	B										
2	A										
	B										
Conicida d A											
Conicida d B											

Muñequi llas		1	2	3	4				
Ext re mo	Diá me tro	Me did a	Ov ala mie nto	Me did a	Ov ala mie nto	Me did a	Ov ala mie nto	Me did a	Ov ala mie nto
1	A								
	B								
2	A								
	B								
Conicida d A									

Conicida d B				
-----------------	--	--	--	--

## B. Mediciones del árbol de levas

Levas								
	Leva 1 esc ape	Leva 1 admisi ón	Leva 2 esca pe	Leva 2 admisi ón	Leva 3 esca pe	Leva 3 admisi ón	Leva 4 esca pe	Lev a 4 ad mis ión
Anch o								
Alto								

## 7. Conclusiones

## 8. Recomendaciones

## 9. Evaluación de conocimientos (RÚBRICA)

El presente trabajo práctico se calificará de acuerdo a la rúbrica que consta en el Anexo1.

Anexo 1: Rúbrica para evaluar el desarrollo de la práctica.

INDICADORES DE EVALUACIÓN PARA LA PRÁCTICA	Valor	Puntaje
Toma apuntes de los valores obtenidas en el proceso de medición	1	
Aplica medidas de seguridad e higiene durante la práctica	1	
Limpia el equipo utilizado en la práctica antes de guardar	1	
Deja limpio el área de trabajo después de efectuar la práctica	1	
Total	4P	

INDICADORES DE EVALUACIÓN PARA EL INFORME DE LA PRÁCTICA EFECTUADA	Valor	Puntaje
Presenta los resultados de las medidas obtenidas del cigüeñal	2	
Presenta los resultados de las medidas obtenidas del árbol de levas	2	
Establece conclusiones del trabajo realizado	2	
Total	6P	

Evaluación	
Práctica	
Informe	
Total	

## CASO PRÁCTICO 04: Utilización Correcta Del Micrómetro de interiores y medición del diámetro interno del bloque de cilindros.

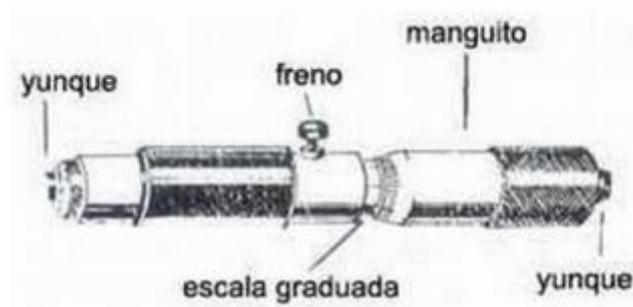
### 1. Objetivos

Realizar mediciones del diámetro interno de los cilindros del bloque motor mediante el uso del micrómetro de interiores para determinar su estado

### 2. Aspecto teórico

Micrómetro para interiores.

El tornillo micrométrico actúa directamente sobre uno de los dos palpadores de contacto, siendo el otro fijo, aunque regulable. Existe un juego de varillas de prolongación en diferentes medidas nominales, provista cada una de su correspondiente palpador de contacto esférico. Suele llevar también un dispositivo de bloqueo, para fijar la medida antes de sacar el instrumento de la pieza.



*Fig. 14. Micrómetro de interiores.[2]*

El manejo y funcionamiento es todo similar al del micrómetro de exteriores, y permite obtener distancias entre caras opuestas de planos paralelos, así como diámetros de orificios.[8]

### 3. Listado de recursos

- Herramientas y equipos:
  - Juego básico de herramientas de mano (llaves, dados, destornilladores, etc).

- Materiales e insumos:
  - Franela.
  - Material Fungible.
- Material didáctico:
  - Motores didácticos (motores del taller automotriz).
  - Micrómetro para interiores
- Equipo de seguridad:
  - Extintores para combustible.
  - Overol (por cada estudiante).
  - Gafas de protección
  - Guantes de latex
- Normas de seguridad

Hacer uso del equipo de seguridad para prevenir riesgos de accidentes durante el desarrollo de la práctica.

#### 4. Procedimiento

- Limpiar completamente el bloque motor.
- Tomar medidas del diámetro de todos los cilindros en A y B, estas medidas deben ser tomadas en tres alturas, altura 1 en el PMS, altura 2 a la mitad del cilindro y altura 3 en el PMI del cilindro (figura 15). Tomar las medidas tanto en la escala de milímetros como en pulgadas
- Completar las tablas con las medidas en el apartado de resultados.

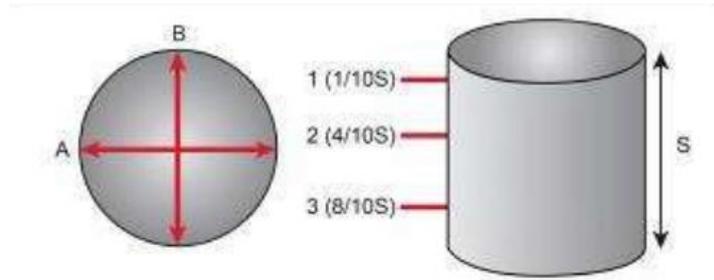


Fig. 15. Proceso de medida del desgaste del cilindro.[2]

## 5. Resultados

## 6. Mediciones del bloque de cilindros

Cilindros								
	Cilindro 1		Cilindro 2		Cilindro 3		Cilindro 4	
	A	B	A	B	A	B	A	B
1								
2								
3								

## 7. Conclusiones

## 8. Recomendaciones

## 9. Evaluación de conocimientos (RÚBRICA)

El presente trabajo práctico se calificará de acuerdo a la rúbrica que consta en el Anexo1.

Anexo 1: Rúbrica para evaluar el desarrollo de la práctica.

INDICADORES DE EVALUACIÓN PARA LA PRÁCTICA	Valor	Puntaje
Toma apuntes de los valores obtenidas en el proceso de medición	1	
Aplica medidas de seguridad e higiene durante la práctica	1	
Limpia el equipo utilizado en la práctica antes de guardar	1	
Deja limpio el área de trabajo después de efectuar la práctica	1	
Total	4P	

INDICADORES DE EVALUACIÓN PARA EL INFORME DE LA PRÁCTICA EFECTUADA	Valor	Puntaje
Presenta los resultados de las medidas de cada cilindro en X	2	
Presenta los resultados de las medidas de cada cilindro en	2	
Establece conclusiones del trabajo realizado	2	
Total	6P	

Evaluación

Práctica	
Informe	
Total	

## CASO PRÁCTICO 05: Utilización Correcta Del indicador de Carátula y comprobación de elementos mecánicos del automóvil.

### 1. Objetivos

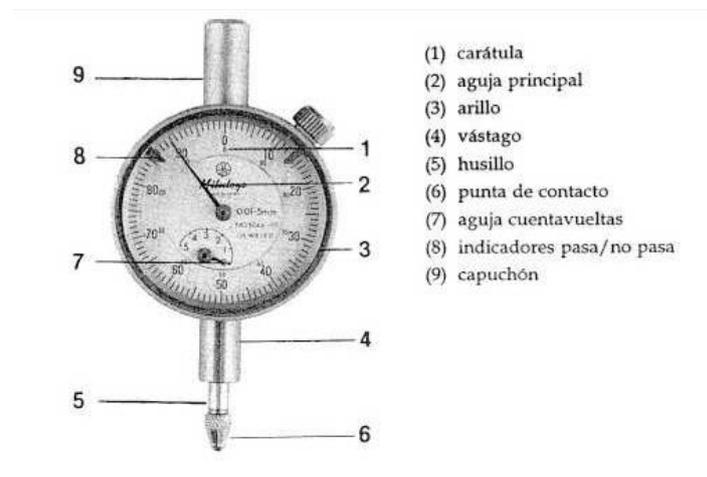
Realizar comprobaciones del cigüeñal, árbol de levas, volante motor, y disco de frenos mediante el uso del indicador de carátula para determinar la excentricidad, y alabeo.

### 2. Aspecto teórico

Reloj comparador.

El Reloj Comparador es un instrumento de medición que transforma movimientos lineales de un husillo móvil, en movimientos circulares de un puntero. Este instrumento no entrega valores de mediciones, sino que entrega variaciones de mediciones (de ahí su nombre).

La ventaja de este instrumento es que sirve para un gran número de mediciones como, por ejemplo: planitud, circularidad, cilindridad, esfericidad, concentricidad, desviación, desplazamiento, etc.[9]



*Fig. 16. Indicador de carátula[9]*

Su construcción es similar a un reloj. Consta de una barra central en la que está ubicado el palpador en un extremo y en el otro posee una cremallera que está conectada a un tren de engranajes que amplifican el movimiento, finalmente este movimiento es transmitido a una aguja que se desliza en un dial graduado

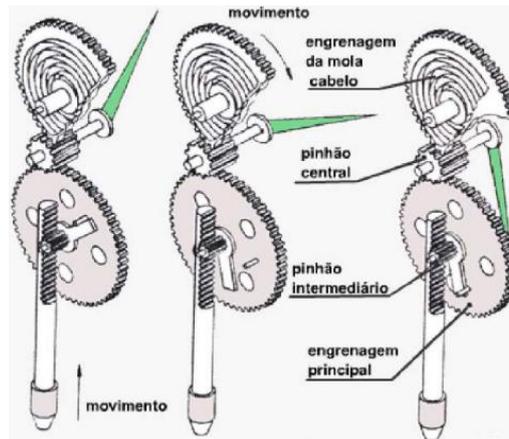


Fig. 17. Princípio de funcionamento[9]

Medición y comparación.



Fig. 18. Medición y comparación[9]

### 3. Listado de recursos

b. Herramientas y equipos:

A. Juego básico de herramientas de mano (llaves, dados, destornilladores, etc).

c. Materiales e insumos:

A. Franela.

B. Material Fungible.

d. Material didáctico:

- A. Motores didácticos (motores del taller automotriz).
- B. Cigüeñal
- C. Árbol de levas
- D. Volante motor
- E. Disco de freno
- F. Micrómetro indicador de carátula

e. Equipo de seguridad:

- A. Extintores para combustible.
- B. Overol (por cada estudiante).
- C. Gafas de protección
- D. Guates de latex

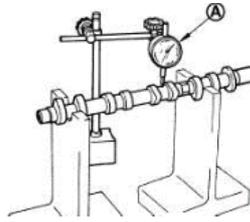
4. Normas de seguridad

Hacer uso del equipo de seguridad para prevenir riesgos de accidentes durante el desarrollo de la práctica.

5. Procedimiento

1. Determinar la Excentricidad en el árbol de levas
  - ii. Coloque la base en V sobre una mesa plana y nivelada, apoye los moñones externos del árbol de levas sobre la base.
  - iii. Monte el indicador de carátula en el soporte (la aguja principal debe dar al menos 2 vueltas) y ubíquelo en posición perpendicular sobre el moñón central del árbol de levas.
  - iv. Gire a mano el árbol de levas y determine la excentricidad

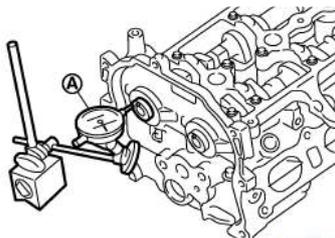
- v. Coloque el valor de la excentricidad en la tabla en el apartado de resultados



*Fig. 19. Excentricidad Árbol de levas[9]*

#### B. Determinar el juego longitudinal del árbol de levas

- vi. Instale el árbol de levas en el cabezote
- vii. Instale el indicador en dirección de empuje del extremo delantero del árbol de levas de tal manera que la aguja principal gire al menos 2 vueltas.
- viii. Determine juego longitudinal al mover el árbol de levas hacia adelante y hacia atrás
- ix. Coloque el valor del juego axial en la tabla en el apartado de resultados

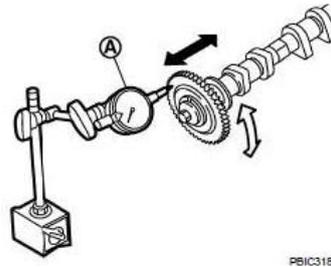


*Fig. 20. Jugo Axial[9]*

#### C. Determinar la excentricidad del piñón del árbol de levas

- x. Coloque la base en V sobre una mesa plana y nivelada, apoye los moñones del árbol de levas sobre la base
- xi. Coloque el indicador en posición frontal al piñón.

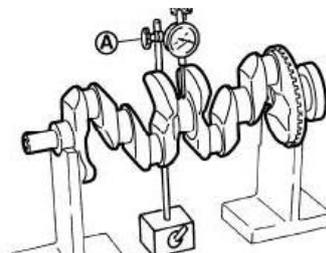
- xii. Gire a mano el árbol de levas y determine la excentricidad del piñón
- xiii. Coloque el valor de la excentricidad en la tabla en el apartado de resultados



*Fig. 21. Excentricidad Piñón[9]*

#### D. Determinar la Excentricidad del cigüeñal

- xiv. Coloque la base en V sobre una mesa plana y nivelada, apoye los moñones de los extremos del cigüeñal sobre la base
- xv. Monte el indicador de carátula en el soporte y ubíquelo en posición perpendicular sobre el moñón central del cigüeñal.
- xvi. Gire a mano el cigüeñal y determine la excentricidad
- xvii. Coloque el valor de la excentricidad en la tabla en el apartado de resultados

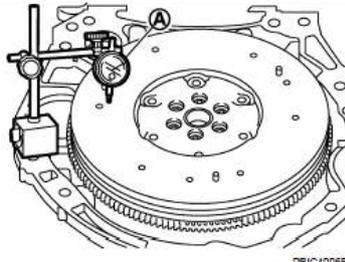


*Fig. 22. Excentricidad Cigüeñal[9]*

#### E. Determinar el alabeo del volante de inercia

- xviii. Con el volante montado, coloque el indicador de manera frontal al mismo.

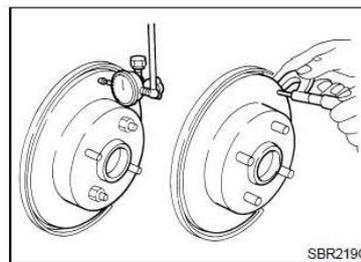
- xix. Gire a mano el cigüeñal conjuntamente con el volante y determine el alabeo existente en el volante.
- xx. Coloque el valor del alabeo en la tabla en el apartado de resultados



*Fig. 23. Excentricidad Volante motor[9]*

F. Determinar el descentramiento del disco de freno.

- xxi. Fije el disco al cubo de la rueda con al menos 2 tuercas
- xxii. Ubique el indicador de caratula en una posición frontal al disco
- xxiii. Gire el disco con la mano y determine si existe descentrado
- xxiv. Coloque el valor del descentramiento en la tabla en el apartado de resultados



*Fig. 24. Descentramiento disco de freno[9]*

6. Resultados

i. Comprobación de los componentes

Comprobación	
Componente	Medida

1.	
2.	
3.	
4.	
5.	
6.	

## 7. Conclusiones

## 8. Recomendaciones

## 9. Evaluación de conocimientos (RÚBRICA)

El presente trabajo práctico se calificará de acuerdo a la rúbrica que consta en el Anexo1.

Anexo 1: Rúbrica para evaluar el desarrollo de la práctica.

INDICADORES DE EVALUACIÓN PARA LA PRÁCTICA	Valor	Puntaje
Toma apuntes de los valores obtenidas en el proceso de medición	1	
Aplica medidas de seguridad e higiene durante la práctica	1	
Limpia el equipo utilizado en la práctica antes de guardar	1	

Deja limpio el área de trabajo después de efectuar la práctica	1	
Total	4P	

INDICADORES DE EVALUACIÓN PARA EL INFORME DE LA PRÁCTICA EFECTUADA	Valor	Puntaje
Presenta los resultados de la excentricidad del árbol de levas	1	
Presenta los resultados del juego axial del árbol de levas	1	
Presenta los resultados del alabeo del piñón del árbol de levas	1	
Presenta los resultados de la excentricidad del cigüeñal	1	
Presenta los resultados de la excentricidad del volante motor	1	
Presenta los resultados del descentramiento del disco de freno	1	
Total	6P	

Evaluación	
Práctica	
Informe	
Total	

## CASO PRÁCTICO 06: Utilización Correcta Del Alesómetro y determinación de ovalamiento y conicidad de los cilindros.

### 1. Objetivos

Realizar comprobaciones del Bloque de cilindros mediante el uso del Alesómetro para determina ovalamiento y conicidad.

### 2. Aspecto teórico

Alesómetro.

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

La mayor aplicación del alesómetro se encuentra en el mecanizado, donde es la herramienta específica para medir no sólo el diámetro interior de los cilindros de motores, sino también el ovalamiento y la conicidad que existen en las superficies cilíndricas. El ovalamiento es la diferencia de diámetro que tiene el cilindro a la misma altura, como resultado de fuerzas laterales de empuje generadas durante la combustión sobre el pistón. La conicidad es la diferencia de diámetro que tiene el cilindro a distintas alturas, ya que se desgasta más en la parte superior que en la inferior debido al incremento de la presión de combustión, la alta temperatura generada y la reducción de lubricación. El empleo del alesómetro permite comprobar esta diferencia comparando medidas del diámetro del cilindro a distintas alturas.[10]

## PARTES DE UN ALESÓMETRO



DE MAQUINAS  
Y HERRAMIENTAS

*Fig. 25. Alesómetro[10]*

### 3. Listado de recursos

#### f. Herramientas y equipos:

- A. Juego básico de herramientas de mano (llaves, dados, destornilladores, etc).

#### g. Materiales e insumos:

- A. Franela.
- B. Material Fungible.

#### h. Material didáctico:

- A. Motores didácticos (motores del taller automotriz).
- B. Alesómetro.

#### i. Equipo de seguridad:

- A. Extintores para combustible.
- B. Overol (por cada estudiante).

C. Gafas de protección

D. Guantes de latex

#### 4. Normas de seguridad

Hacer uso del equipo de seguridad para prevenir riesgos de accidentes durante el desarrollo de la práctica.

##### 1. Procedimiento

###### 1. Pasos para medir un cilindro con un alesómetro

- ii. Buscamos en la hoja de datos del fabricante la longitud nominal del diámetro del cilindro que deseamos medir.
- iii. Seleccionamos la pieza de extensión adecuada para esa medida de diámetro, teniendo en cuenta que la longitud total del cabezal (ver imagen "partes de un alesómetro"), incluyendo la tolerancia máxima, debe ser apenas mayor que ese diámetro, a fin de asegurar que los palpadores estén en contacto permanente con el cilindro.
- iv. Montamos el alesómetro tal como indica el manual del fabricante y ajustamos la abrazadera o tuerca de fijación.
- v. Graduamos un micrómetro, convenientemente montado en un soporte adecuado, al diámetro nominal del cilindro.
- vi. Introducimos el cabezal del alesómetro dentro de las garras del micrómetro y llevamos a cero el reloj comparador. Desplazamos suavemente el alesómetro de izquierda a derecha (o viceversa) hasta que obtengamos una medida mínima que tomaremos como referencia (Figura 1).
- vii. Desmontamos el alesómetro del micrómetro y lo introducimos en el cilindro a medir (Figura 2). Debemos tener la precaución de que el alesómetro ingrese al cilindro en posición inclinada, ya que de esta manera no se dañarán los palpadores.



	B								
Conicida d A									
Conicida d B									

3. Conclusiones

4. Recomendaciones

5. Evaluación de conocimientos (RÚBRICA)

El presente trabajo práctico se calificará de acuerdo a la rúbrica que consta en el Anexo1.

Anexo 1: Rúbrica para evaluar el desarrollo de la práctica.

INDICADORES DE EVALUACIÓN PARA LA PRÁCTICA	Valor	Puntaje
Toma apuntes de los valores obtenidas en el proceso de medición	1	
Aplica medidas de seguridad e higiene durante la práctica	1	
Establece conclusiones del trabajo realizado	1	
Deja limpio el área de trabajo después de efectuar la práctica	1	
Total	4P	

INDICADORES DE EVALUACIÓN PARA EL INFORME DE LA PRÁCTICA EFECTUADA	Valor	Puntaje
Presenta los resultados del ovalamiento de los cilindros	2	
Presenta los resultados de la conicidad de los cilindros	2	
Establece conclusiones del trabajo realizado	2	
Total	6P	

Evaluación	
Práctica	
Informe	
Total	

## CASO PRÁCTICO 07: Utilización Correcta Del Torquímetro y ajuste de elementos roscados del cabezote de un motor

### 1. Objetivos

Ajustar elementos roscados del cabezote de un motor mediante el uso del torquímetro para identificar el proceso adecuado

### 2. Aspecto teórico

#### Torquímetro

El torque puede entenderse como el momento de fuerza o momento dinámico.

Se trata de una magnitud vectorial que se obtiene a partir del punto de aplicación de la fuerza.

La misma está constituida por el producto vectorial el vector ortogonal que surge tras una operación binaria entre un par de vectores de un espacio euclídeo de tres dimensiones).

Los torquímetros, también conocidos como llaves de torsión o llaves dinamométricas, se utilizan en motores de combustión, equipamientos que permiten el manejo de gases y líquidos, tuberías de tipo industrial y otros dispositivos. Es importante destacar que estas herramientas están diseñadas de manera tal que el usuario no pueda aplicar una tensión excesiva.

El Torquímetro digital es el más avanzado: en una pantalla, exhibe la medición de los valores gracias a su circuito electrónico. Esta herramienta, a través de vibraciones y sonidos, emite una alerta cuando se llega al ajuste que ha sido seleccionado de forma previa[11]



*Fig. 26. Torquímetro[11]*

Partes De Un Torquímetro:

Medida del Dado: Podemos encontrar de diferentes medidas: 1/4, 3/8, 1/2, 3/4.

Selector de Giro: Esta herramienta tiene el mismo funcionamiento de una "matraca". Podemos seleccionar hacia que lado queremos el ajuste.

Importante: no uses un Torquímetro para desatornillar nada, ya que se puede descalibrar.

Escala: Esto es importante al momento de seleccionar el tipo de Torquímetro que necesitamos. Hay diferentes escalas: INCH / POUNDS (pulgada / libras), FOOT / POUNDS (pies, libras), KG / M (kilogramo / metro) estos son los más comunes para la reparación de motos.

Medición: Según la escala de nuestro Torquímetro tendremos diferentes mediciones, p. ej: 120, 240, 360, etc.

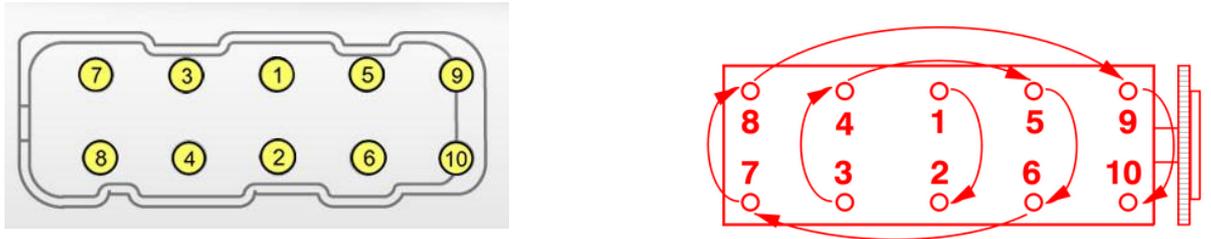
Seguro: Es una tuerca para asegurar el Torquímetro una vez que hayamos seleccionado la medición que necesitamos. De esta manera no hacemos un mal ajuste.

Consejos De Cuidado Del Torquímetro:

Al ser una herramienta de precisión, es importante manejarla con cuidado ya que se puede llegar a dañar o descalibrar.

- E. Jamás uses esta herramienta como suplente de una matraca.
- F. No aprietes ni aflojes ningún tornillo con esta herramienta, recuerda que sólo es para medir el PAR de apriete.
- G. Al terminarlo de usar, coloca la base, donde vienen las escalas en su primera posición o en la posición más baja.
- H. Lubrica bien el Torquímetro para tener un mejor manejo de la herramienta.
- I. No lo dejes caer al suelo ya que también esta puede ser una razón para que se nos descalibre.

Orden de apriete de elementos roscados den cabezote.



*Fig. 27 Orden de ajuste[3]*

### 3. Listado de recursos

j. Herramientas y equipos:

- A. Juego básico de herramientas de mano (llaves, dados, destornilladores, etc).

k. Materiales e insumos:

- A. Franela.
- B. Material Fungible.

l. Material didáctico:

- A. Motores didácticos (motores del taller automotriz).
- B. Torquímetro

m. Equipo de seguridad:

- A. Extintores para combustible.
- B. Overol (por cada estudiante).
- C. Gafas de protección

### 4. Normas de seguridad

Hacer uso del equipo de seguridad para prevenir riesgos de accidentes durante el desarrollo de la práctica.

## 5. Procedimiento

### 1. Procedimiento para el ajuste con el torquímetro

#### ii. Revise el torque a dar del manual (Seleccione el valor)



*Fig. 28. Revisión de Torquímetro*

#### iii. Seleccione el torquímetro (Verificar escala principal y secundaria)



*Fig. 29. Valor de Torque*

#### iv. Destrabe el seguro del torquímetro



*Fig. 30. Seguro del Torquímetro*

#### v. Selecciones el torque a dar en el torquímetro



*Fig. 31. Selección del Torque*

- vi. Trabe el seguro del torquímetro



*Fig. 32. Seguro del Torquímetro*

- vii. Chequee la rotación del torquímetro



*Fig. 33. Rotación del Torquímetro*

- viii. Fije apropiadamente la extensiones y dados



*Fig. 34. Fijación de dado*

- ix. Agarre del centro del mango del torquímetro



*Fig. 35. Sujeción del Torquímetro*

- x. Revise una confortable y buena ubicación de la herramienta



*Fig. 36. Ubicación del Torquímetro*

- xi. Rote lentamente hasta escuchar la señal audible



*Fig. 37. Utilización del Torquímetro*

- xii. Descargue la fuerza del torquímetro



*Fig. 38. Liberación de fuerza del Torquímetro*

## 6. Resultados

7. Conclusiones

8. Recomendaciones

9. Evaluación de conocimientos (RÚBRICA)

El presente trabajo práctico se calificará de acuerdo a la rúbrica que consta en el Anexo1.

Anexo 1: Rúbrica para evaluar el desarrollo de la práctica.

INDICADORES DE EVALUACIÓN PARA LA PRÁCTICA	Valor	Puntaje
Toma apuntes de los valores obtenidas en el proceso de medición	1	
Aplica medidas de seguridad e higiene durante la práctica	1	
Establece conclusiones del trabajo realizado	1	
Deja limpio el área de trabajo después de efectuar la práctica	1	
Total	4P	

INDICADORES DE EVALUACIÓN PARA EL INFORME DE LA PRÁCTICA EFECTUADA	Valor	Puntaje
Realiza el ajuste de los elementos roscados al valor establecido por el fabricante del motor	2	

Efectúa el ajuste de los elementos roscados en el orden establecido	2	
Establece conclusiones del trabajo realizado	2	
Total	6P	

Evaluación	
Práctica	
Informe	
Total	

## Referencias bibliográficas

- [1] A. Escamilla Esquivel, *Metrología y sus aplicaciones*. 2014. Accedido: 18 de agosto de 2022. [En línea]. Disponible en: <http://site.ebrary.com/id/11013591>
- [2] «Gonzalez\_Carlos\_-\_Metrologia\_PDF.pdf».
- [3] «Motores Térmicos y sus Sistemas Auxiliares (2015) David González Calleja.pdf».
- [4] «LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DE MATERIALES».
- [5] «Calibre de carátula virtual simulador en centésimas de milímetro», *Prof. Eduardo J. Stefanelli*, 16 de mayo de 2016. <https://www.stefanelli.eng.br/es/calibre-caratula-virtual-simulador-milimetro/> (accedido 23 de marzo de 2023).
- [6] <https://www.areatecnologia.com>, «micrometro». <https://www.areatecnologia.com/herramientas/micrometro.html> (accedido 23 de marzo de 2023).
- [7] «Monografía METROLOGÍA Jorge Lopez Tineo - Fuerza Motriz.pdf».
- [8] «MICROMETROS\_Materia\_Metrologia\_y\_normal.pdf».
- [9] «curso-instrumento-medicion-reloj-comparador-metrologia-procedimientos-lectura-comparacion-eleccion-calibracion-ajuste.pdf».
- [10] «Alesómetro | De Máquinas y Herramientas». <https://www.demaquinasyherramientas.com/herramientas-de-medicion/alesometro> (accedido 23 de marzo de 2023).
- [11] «375697698-El-Torquimetro.pdf».

