

## ENSAYO DE FLEXIÓN

**Resumen:** En esta guía de laboratorio se encuentra el proceso para realizar el ensayo de flexión determinando algunas propiedades mecánicas del material.

### 1. INTRODUCCIÓN

En ingeniería se denomina flexión al tipo de deformación que presenta un elemento estructural alargado en una dirección perpendicular a su eje longitudinal. El término "alargado" se aplica cuando una dimensión es dominante frente a las otras. Un caso típico son las vigas, las que están diseñadas para trabajar, principalmente, por flexión. Igualmente, el concepto de flexión se extiende a elementos estructurales superficiales como placas o láminas. El esfuerzo de flexión puro o simple se obtiene cuando se aplican sobre un cuerpo pares de fuerza perpendiculares a su eje longitudinal, de modo que provoquen el giro de las secciones transversales con respecto a los inmediatos.

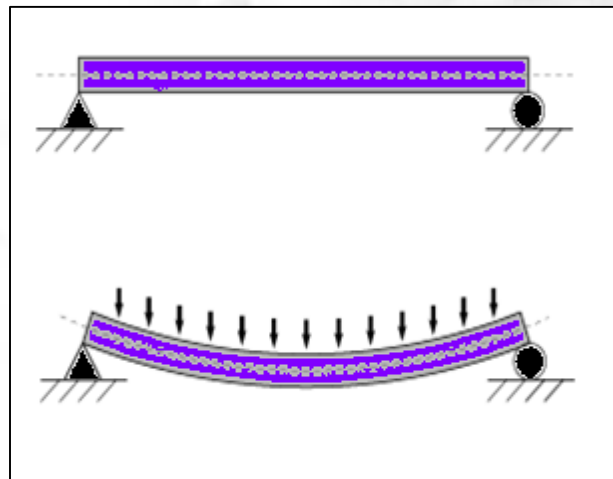


Ilustración 1 Elemento sometido a Flexión

El rasgo más destacado es que un objeto sometido a flexión presenta una superficie de puntos llamada fibra neutra tal que la distancia a lo largo de cualquier curva contenida en ella no varía con respecto al valor antes de la deformación. El esfuerzo que provoca la flexión se denomina momento flector.



UNIVERSIDAD DISTRITAL  
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS  
Facultad Tecnológica  
Laboratorios y Talleres de Mecánica

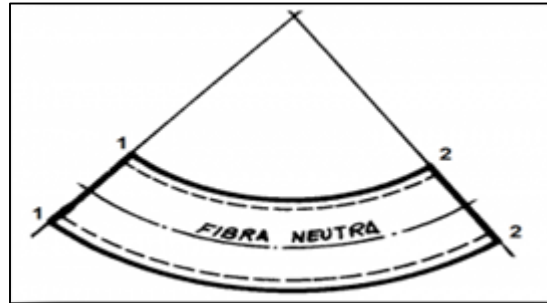


Ilustración 2 Comportamiento de las fibras en flexión

### Cargas y condiciones en los apoyos de una viga.

**Diagramas de cortante y momento:** Debido a las cargas aplicadas ( $P$ ), la barra desarrolla una fuerza cortante ( $V$ ) y un momento flexionante ( $M$ ) internos que, en general, varían de punto a punto a lo largo del eje de la barra. Se determina la fuerza cortante máxima y el momento flector máximo expresando  $V$  y  $M$  como funciones de la posición  $L$  a lo largo del eje de la barra. Esas funciones se trazan y representan por medio de diagramas llamados diagramas de cortante y momento. Los valores máximos de  $V$  y  $M$  pueden obtenerse de esas gráficas.

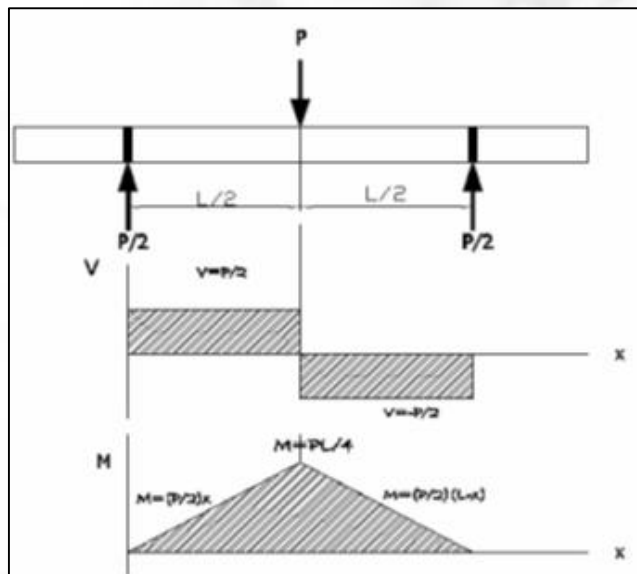


Ilustración 3 Diagramas de Fuerza cortante y momento flector



**Deformación por flexión:** El comportamiento de cualquier barra deformable sometida a un momento flector es tal que el material en la posición inferior de la barra se alarga y el material en la porción superior se comprime. En consecuencia, entre esas dos regiones existe una superficie neutra, en la que las fibras longitudinales del material no experimentan un cambio de longitud. Además, todas las secciones transversales permanecen planas y perpendiculares al eje longitudinal durante la deformación.

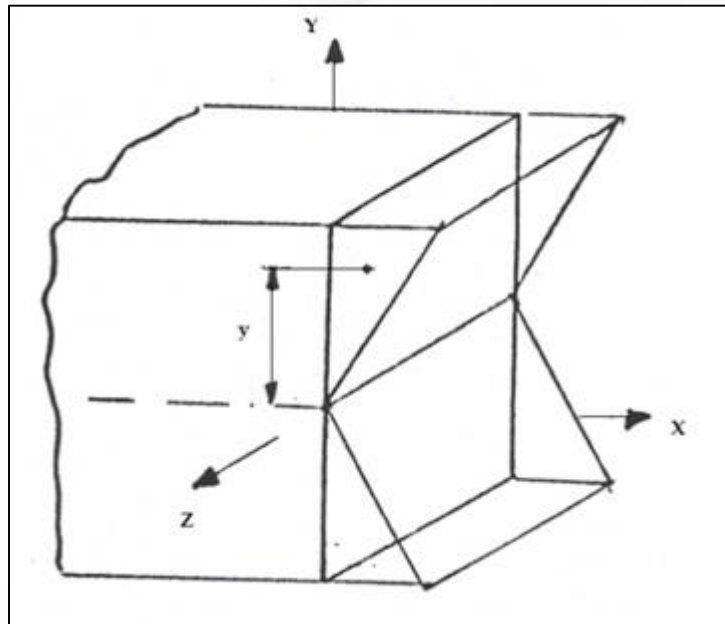


Ilustración 4 Momento flector en la fibra longitudinal

Esfuerzo de flexión: Esfuerzo normal causado por la “flexión” del elemento. El máximo esfuerzo normal es igual a:

$$\sigma_M = \frac{M \cdot c}{I} \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde:

$M$  = Momento máximo flector, tenemos:

$$M = \frac{P \cdot L}{4} \quad \text{Ecuación 2}$$

$c$  = Distancia perpendicular del eje neutro al punto más alejado de este y sobre el cual actúa Esfuerzo de flexión.

$$c = \frac{D}{2} \quad \text{Ecuación 3}$$

$I$  = momento de inercia de la sección transversal.

$$I = \frac{\pi \cdot D^4}{64} \quad (\text{Sección circular}) \text{ Ecuación 4}$$

Por tanto, la ecuación de esfuerzo máximo resulta:

$$\sigma_M = \frac{8 \cdot P \cdot L}{\pi \cdot D^2} \quad \text{Ecuación 5}$$

El esfuerzo correspondiente puede ser de tensión o de compresión.

**Deformación unitaria:**

$$\varepsilon = \frac{6 \cdot D \cdot \Delta L}{L^2} \quad \text{Ecuación 6}$$

Donde:

$\varepsilon$  = deformación unitaria,  $D$  = diámetro de la barra,  $\Delta L$  = stroke (deflexión de la barra) y  $L$  = longitud de la barra.

## 2. MATERIALES REQUERIDOS

- 2.1 Máquina Universal De Ensayos (REF. UH 50-A Shimatzu).
- 2.2 Probeta (ver anexo).
- 2.3 Calibrador Pie de Rey.

## 3. OBJETIVOS

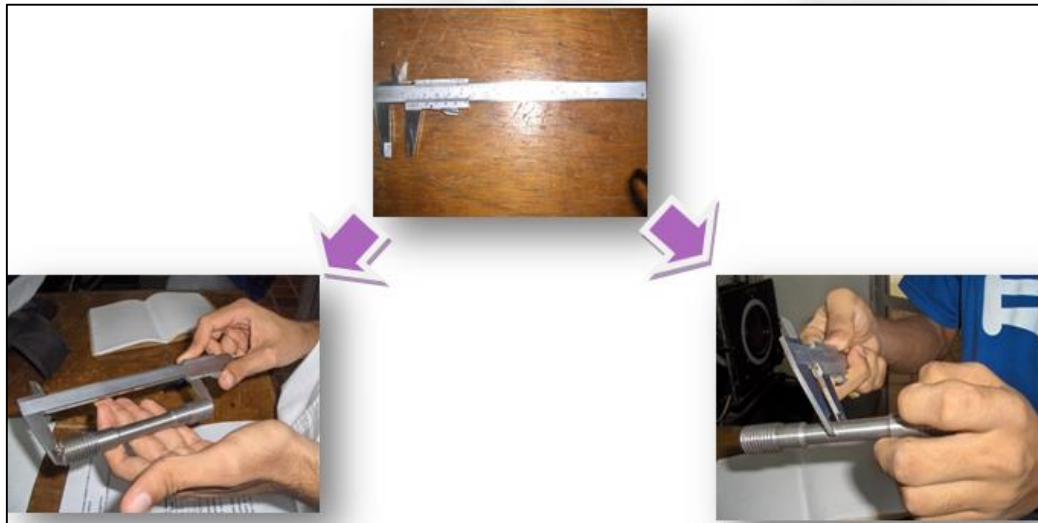
- 3.1. Analizar el comportamiento de los materiales metálicos al ser sometidos a un esfuerzo de flexión pura.
- 3.2. Reconocer y determinar de manera práctica las distintas propiedades mecánicas de los materiales sometidos a esfuerzos flexión pura.
- 3.3. Determinar, a través del ensayo experimental, el módulo de Young o módulo de elasticidad del material ensayado.

- 3.4. Familiarizarse con las definiciones básicas de la resistencia de los materiales tales como: Momento flector, deflexión, diagrama de fuerza aplicada versus deflexión, esfuerzo por flexión.
- 3.5. Comprobar experimentalmente la ecuación de la elástica.

## 4. PROCEDIMIENTO

### 4.1. Medición de la probeta:

Antes de comenzar a realizar los ensayos de flexión se deben tomar las respectivas medidas dimensionales de las probetas. Este procedimiento de medición es efectuado con un gran cuidado y debe implementarse la correcta utilización del Calibrador "pie de rey", y la regla un instrumento de medición de vital importancia para tomar el valor de nuestros datos.



**Ilustración 5 Medición de la probeta**

Para tomar las medidas de nuestras probetas utilizaremos las unidades del sistema métrico internacional (SI) expresando dichas medidas en milímetros (mm). Es muy importante ser bastante cuidadosos en la toma de estas medidas ya que después de someter las probetas a los respectivos ensayos, estas serán utilizadas para calcular algunas variables como lo son el peso  $W$ .

#### 4.2. Programación y puesta a punto de la maquina universal de ensayos:

Paso siguiente con la ayuda del encargado le laboratorio o el docente procedemos a calibrar y programar el software de la maquina universal para poder realizar el ensayo de flexión según los parámetros establecidos si los datos se toman adecuadamente y el procedimiento se realiza correctamente el grafico que se obtiene debe ser similar al mostrado en la siguiente imagen:

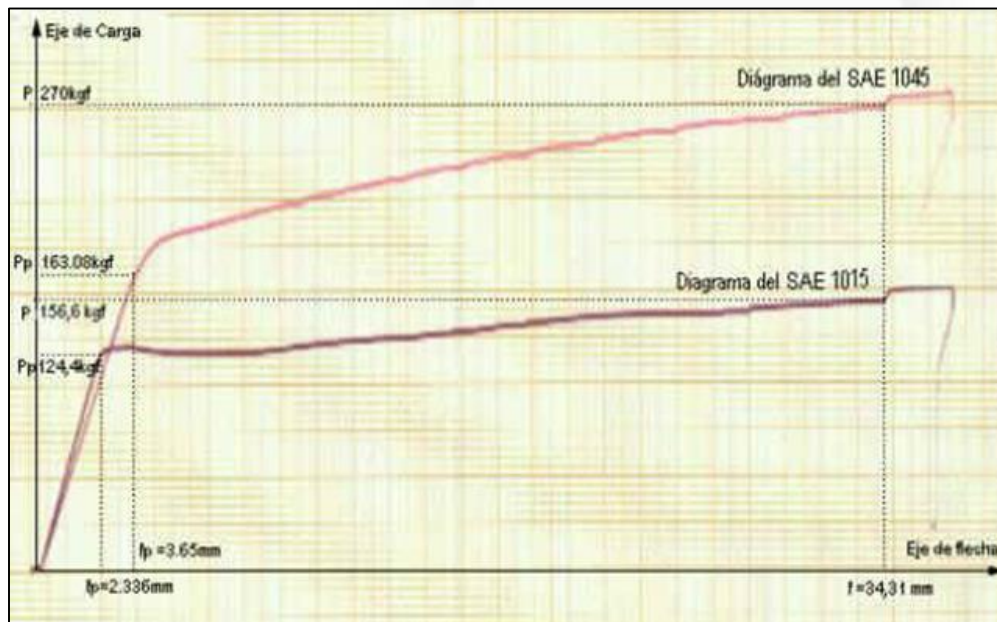


Ilustración 6 Grafica

#### 4.3. Realización de la prueba y toma de los datos:

La máquina universal impone la deformación desplazando el cabezal móvil a una velocidad seleccionable. La celda de carga conectada a la mordaza fija entrega una señal que representa la carga aplicada "load" en toneladas fuerza (Tf). La máquina también posee un potenciómetro lineal el cual toma los datos de posición los cuales denomina "Stroke" en milímetros (mm); resultando así una tabla de datos donde tenemos una relación de la carga y el estiramiento del material como lo muestra la siguiente tabla.





Symbol	E	Sy	Sut	Sf	% elong	Reduction of Area
Dimension	GPa	MPa	MPa	MPa	%	%
acero 1020	27,3056	572,839	573,020	404,442	3,51759	59,2575
Specimen	1					
OriginalGL	199	mm	Extenso, GL		0 mm	
Ex, Diameter	11,75	mm				
Area	108,434	mm <sup>2</sup>				
Number	Load	stroke	Elong	width		
x 200ms	l	mm	mm	mm		
1	,03	0	0	0		
2	,034	,016	0	0		
3	,036	,034	0	0		
4	,04	,05	0	0		
5	,042	,068	0	0		
6	,046	,084	0	0		
7	,05	,102	0	0		
8	,054	,118	0	0		
9	,056	,134	0	0		
10	,06	,152	0	0		
11	,062	,168	0	0		
12	,064	,186	0	0		
13	,066	,202	0	0		
14	,07	,218	0	0		
15	,072	,236	0	0		
16	,076	,252	0	0		
17	,078	,268	0	0		
18	,082	,286	0	0		
19	,084	,302	0	0		
20	,088	,318	0	0		
21	,09	,336	0	0		
22	,092	,352	0	0		
23	,094	,368	0	0		
24	,096	,384	0	0		
25	,098	,402	0	0		
26	,102	,418	0	0		
27	,104	,436	0	0		
28	,106	,452	0	0		
--	---	---	---	---		

Los valores resaltados en el cuadro rojo, son datos suministrados por el ensayo, indispensables para poder realizar el análisis del mismo. realizar

Ilustración 7 Tabla para el análisis de flexión

4.4. Convertir y guardar los datos en formato Excel

La máquina universal nos entrega una serie de datos en una tabla similar a la mostrada en la imagen anterior, estos datos se encuentran bajo una extensión \*.TXT y para poder realizar el análisis en necesario realizar una conversión de dicho formato al utilizado por Excel. Tenga presente que la hoja de cálculo de Excel solo asimila los datos con los decimales marcados con comas (,).

## 5. ACTIVIDAD E INFORME DE LABORATORIO

### Determine:

- 5.1. Bajo qué tipo de normas se pueden realizar los ensayos de flexión.
- 5.2. El esfuerzo máximo a flexión.
- 5.3. Momento de inercia de la sección transversal.
- 5.4. La deformación unitaria.
- 5.5. Presentar las conclusiones sobre las propiedades mecánicas del material.
- 5.6. Elabore una ficha técnica con los resultados obtenidos en el ensayo resaltando las características y las propiedades del material que fue sometido al ensayo.

### Gráficas:

- 5.7. Determine los diagramas de fuerzas (F), Esfuerzos cortantes (V) y momentos flectores (M) para el respectivo ensayo de flexión.
- 5.8. Construya la gráfica esfuerzo contra deformación, previamente pasando las unidades leídas del equipo (load en toneladas) a unidades de esfuerzo y el desplazamiento (stroke en milímetros) dividiendo entre la longitud inicial para obtener unidades adimensionales; de éste y mediante regresión lineal, obtener el módulo de elasticidad del material.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- Hibbeler R, Mecánica de Materiales. Tercera Edición. Prentice-Hall Hispanoamericana SA. México D.F., 856 páginas
- Riley W, Mecánica de Materiales. Primera Edición. Limusa Wiley. Mexico D. F. 708 paginas
- Mott R. Resistencia de Materiales Aplicada. Tercera Edición. Prentice-Hall Hispanoamericana SA. Mexico D.F., 640 páginas.
- Norton R, Diseño de Máquinas. Primera Edición. Prentice-Hall Hispanoamericana S.A México D.F., 1048 páginas.
- BEER, Ferdinand. Mecánica de materiales. McGraw-Hill. Colombia. 2001
- GERE, James. Mecánica de materiales. México. 1998.



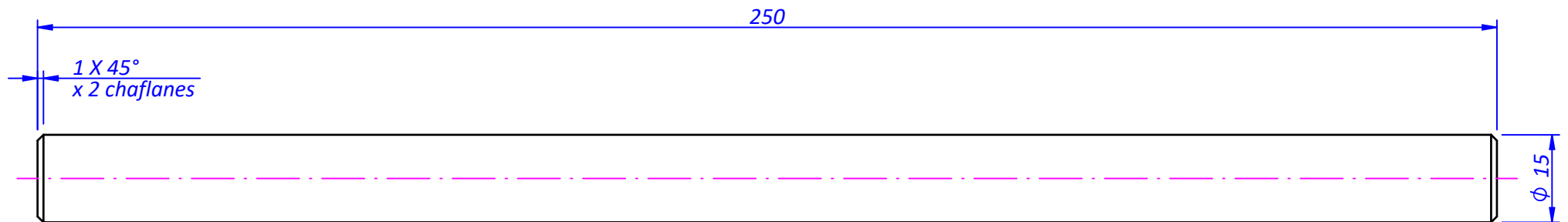


GL-RE02


**UNIVERSIDAD DISTRITAL  
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS**  
Facultad Tecnológica  
Laboratorios y Talleres de Mecánica

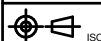
Proyectó	Nicolas Gabriel Muñoz Bello	Auxiliar laboratorista
Revisó	Luini Hurtado	Coordinador Laboratorios y Talleres de Mecánica
Aprobó	Luini Hurtado	Coordinador Laboratorios y Talleres de Mecánica
Fecha	21/02/2017	Versión 01

# ANEXO



NOTA: SI LA DUREZA SUPERFICIAL ES SUPERIOR A 45 HRC, SE DEBEN HACER SUPLEMENTOS

 <b>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS</b> FACULTAD TECNOLÓGICA LABORATORIOS Y TALLERES DE MECÁNICA LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES	DIMENSIONES EN MILIMETROS, COTAS ENTRE PARÉNTESIS EN PULGADA. ÁNGULOS EN GRADOS TOLERANCIAS GENERALES: LINEAL $\pm 0.1$ Y $0.003$ " / ANGULAR $\pm 1^\circ$ NO MEDIR SOBRE EL PLANO ELIMINAR CANTOS VIVOS Y REBABAS	<b>DESCRIPCIÓN</b> PROBETA PARA ENSAYO DE FLEXIÓN	PROYECTÓ: NICOLÁS MUÑOZ REVISÓ: LUINI HURTADO APROBÓ: LUINI HURTADO	
		<b>MATERIAL</b> A CONVENIR CON EL DOCENTE	PLANO: PL-01 ESCALA 1:1    24/08/2017	



ISO

HOJA: 1 DE 1

VERSIÓN  
V9