

## ENSAYO DE TORSIÓN

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

### 1. INTRODUCCIÓN

Muchos materiales cuando están en servicio están sujetos a fuerzas o cargas. En tales condiciones es necesario conocer las características del material para diseñar el instrumento donde va a usarse de tal forma que los esfuerzos a los que vaya a estar sometido no sean excesivos y el material no se fracture. El comportamiento mecánico de un material es el reflejo de la relación entre su respuesta o deformación ante una fuerza o carga aplicada. El ensayo de torsión se aplica en la industria para determinar constantes elásticas y propiedades de los materiales. También se puede aplicar este ensayo para medir la resistencia de soldaduras, uniones, adhesivos, etc.

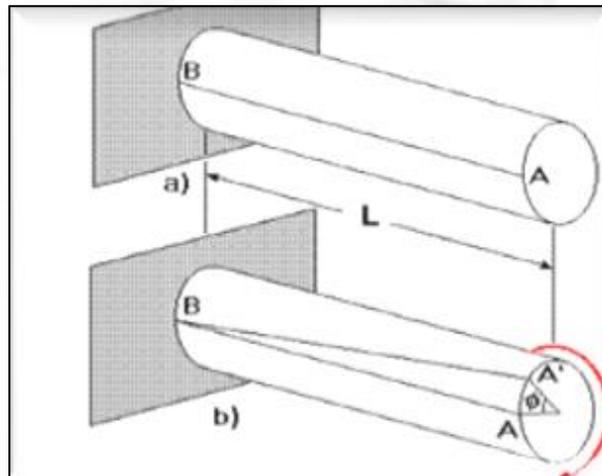


Figura 1

La torsión en sí se refiere a un desplazamiento circular de una determinada sección transversal de un elemento cuando se aplica sobre éste un momento torsor o una fuerza que produce un momento torsor alrededor del eje. La torsión se puede medir observando la deformación que produce en un objeto un par determinado. Por ejemplo, se fija un objeto cilíndrico de longitud determinada por un

extremo, y se aplica un par de fuerzas al otro extremo; la cantidad de vueltas que dé un extremo con respecto al otro es una medida de torsión. Los materiales empleados en ingeniería para elaborar elementos de máquinas rotatorias, como los cigüeñales y árboles motores, deben resistir las tensiones de torsión que les aplican las cargas que mueven.

La deformación plástica alcanzable con este tipo de ensayos es mucho mayor que en los de tracción (estricción) o en los de compresión.

### Definición de esfuerzo cortante y deformación angular.

Si una probeta cilíndrica de longitud  $L$  es sometida a un torque  $T$ , el ángulo de torsión  $\varphi$  está dado por la siguiente ecuación:

$$\varphi = \frac{T * L}{G * I_p}$$

En donde  $G$  es el módulo de corte del material de la probeta e  $I_p$  es el momento de inercia polar de la sección transversal de dicha probeta.

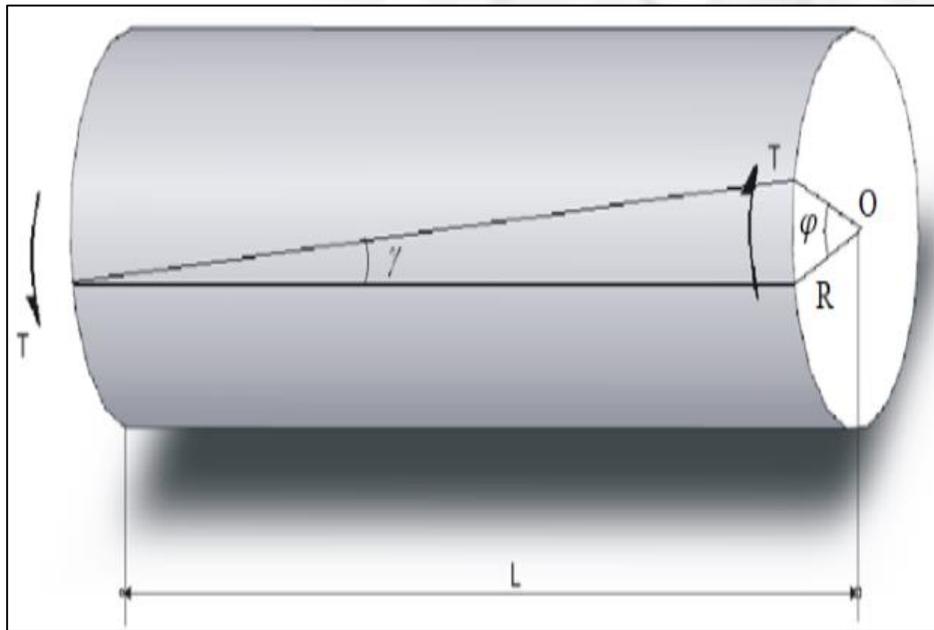


Figura 2

Sobre la base de la ecuación anterior, se puede determinar experimentalmente el módulo de corte  $G$  del material constituyente de la probeta.



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

$$G = \frac{T * L}{\varphi * I_p}$$

Si los esfuerzos cortantes no sobrepasan el límite de proporcionalidad, dicho esfuerzo se distribuye linealmente, es cero en el eje central de la probeta y tiene un valor máximo en la periferia.

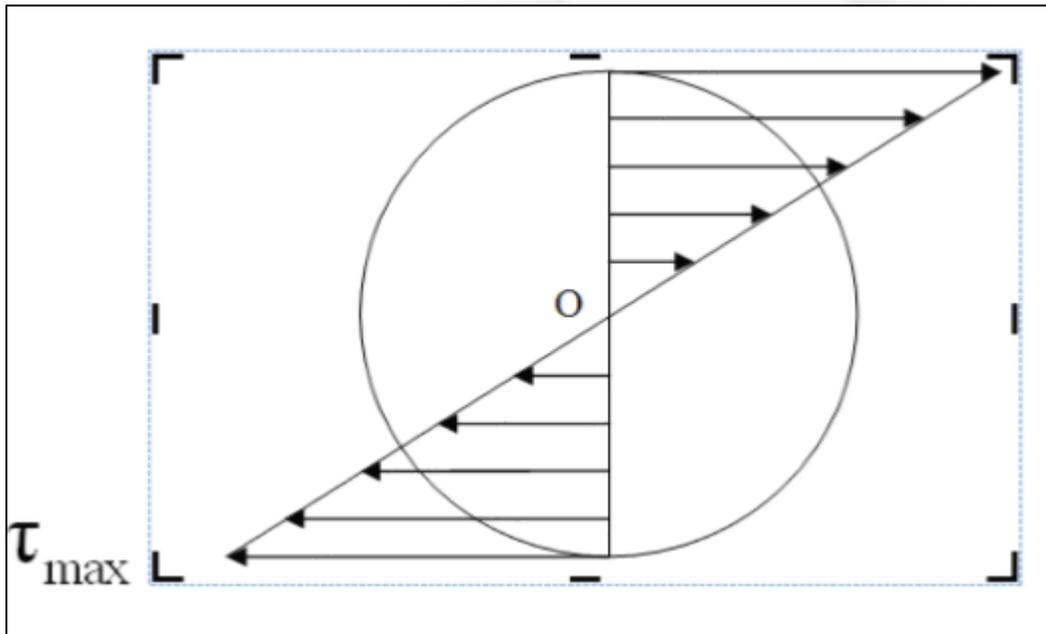


Figura 3

En la figura anterior se indica la distribución de esfuerzos cortantes, en una sección transversal cualquiera, de una probeta de sección cilíndrica sometida a torsión. En este caso, el valor del esfuerzo cortante es igual a:

$$\tau = \frac{T}{W_p}$$

Siendo  $W_p$  el módulo resistente a la torsión y está definido por:

$$W_p = \frac{1}{R} * I_{polar}$$

Donde:

$$I_{polar} = \frac{1}{32} * \pi * d^4 = \frac{1}{2} * \pi * R^4$$

Siendo  $d$  el diámetro de la probeta, por lo tanto  $d = 2R$ .

Calle 68D Bis A Sur # 49F-70 Bloque 4 Piso 1

PBX 57 (1) 3239300 Ext. 5020 – Bogotá D.C., Colombia

Acreditación Institucional de Alta Calidad. Resolución No. 23096 del 15 de diciembre de 2016

labresistenciaud@gmail.com

Reemplazando el momento de inercia polar, en función del radio, se obtiene la siguiente expresión para el módulo resistente:

$$W_p = \frac{\pi R^3}{2}$$

Por lo tanto, el esfuerzo cortante en la periferia del cilindro es igual a:

$$\tau = \frac{2T}{\pi R^3}$$

De la figura 1, considerando la igualdad de arcos, según el radio  $R$  y la generatriz  $L$ , se puede deducir lo siguiente:

$$\varphi R = \gamma L$$

Donde  $\gamma$  es la distorsión angular. Se puede deducir que dicho valor es:

$$\gamma = \frac{\tau}{G}$$

#### Diagrama de momento torsor.

La obtención del diagrama de momento torsor en función del ángulo de torsión, para una probeta cilíndrica sometida a torsión, es fundamental para determinar el módulo de rigidez al corte, el esfuerzo cortante de proporcionalidad y el esfuerzo cortante de fluencia.

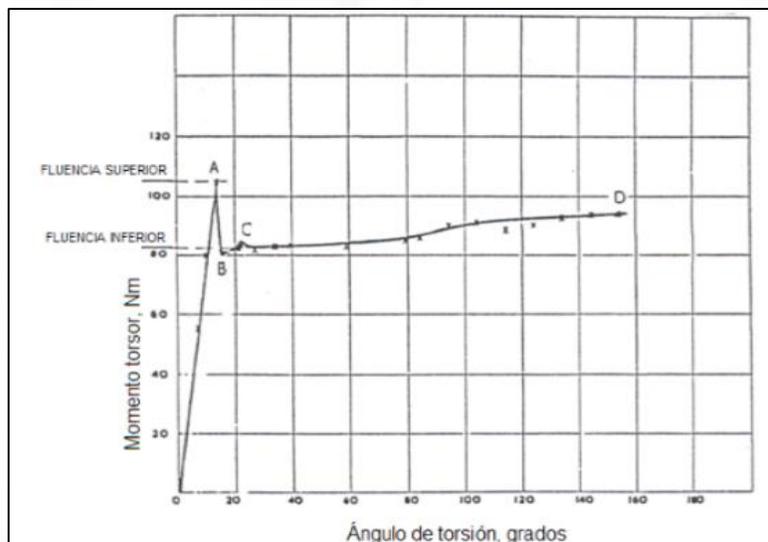


Figura 4

En la figura se indica el diagrama de momento torsor versus ángulo de torsión. En dicho diagrama se pueden distinguir: El límite de proporcionalidad, el límite de fluencia superior A, el límite de fluencia inferior B, la zona de cedencia C y el límite de ruptura de la probeta, señalado con el punto D.

La zona lineal del gráfico, permite determinar el módulo de rigidez al corte del material y el esfuerzo cortante de proporcionalidad. El esfuerzo cortante de fluencia superior se determina a través del punto A del diagrama.

## 2. MATERIALES REQUERIDOS

- 2.1. Máquina de torsión.
- 2.2. Probetas (ver anexo).
- 2.3. Calibrador pie de Rey.
- 2.4. Marcador permanente de punta delgada y regla.

## 3. OBJETIVOS

- 3.1. Analizar el comportamiento de los materiales metálicos al ser sometidos a un esfuerzo de Cortante o de torsión.
- 3.2. Reconocer y determinar de manera práctica las distintas propiedades mecánicas de los materiales sometidos a esfuerzos de torsión.
- 3.3. Reconocer y diferenciar los estados zona elástica y zona plástica de los metales para dicho esfuerzo.
- 3.4. Construir e interpretar la gráfica Esfuerzo Cortante Vs Deformación Angular unitaria para el ensayo de torsión.
- 3.5. Calcular el módulo de rigidez, límite elástico y Compararlo con distintos tipos de materiales.
- 3.6. Medir la resistencia a fluencia o esfuerzo de fluencia de los materiales.
- 3.7. Observar y reconocer las posibles diferencias que presentan los diversos materiales en cuanto a ductilidad y fragilidad (en cuanto a su tolerancia a la deformación).
- 3.8. Analizar cómo es el comportamiento de las secciones transversales en la prueba y determinar el tipo de ruptura que se presenta en dicho ensayo

## 4. PROCEDIMIENTO

- 4.1. Antes de comenzar a realizar los ensayos de torsión se deben tomar las respectivas medidas dimensionales de las probetas (diámetro y longitud de la sección reducida). Este procedimiento de medición es efectuado con un gran cuidado y debe implementarse la correcta utilización del Calibrador "pie de rey" instrumento de medición de vital importancia para tomar el valor de nuestros datos.

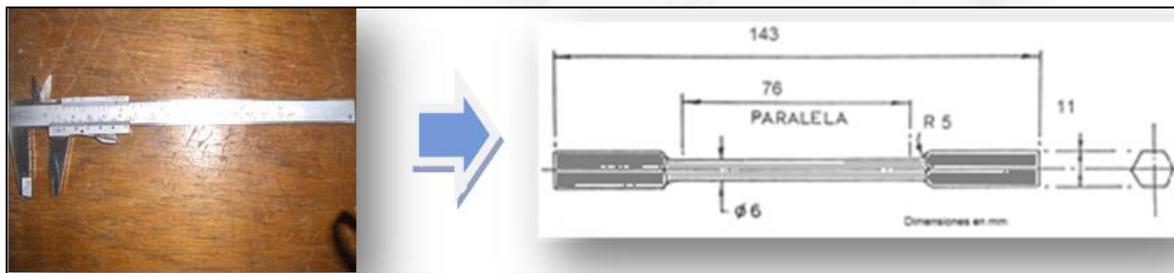


Figura 5

- 4.2. Trazar una línea recta con un marcador permanente de punta delgada a lo largo de la sección cilíndrica en la sección reducida, esto con el fin de poder visualizar de manera más fácil la deformación de la probeta de torsión.

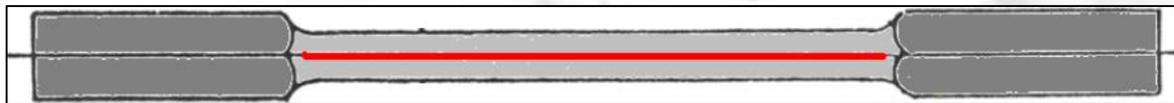


Figura 6

- 4.3. Fijar la probeta a las copas de la máquina de torsión, asegurarse de que la probeta quede bien sujeta y así no tener problemas de deslizamiento de la misma.



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

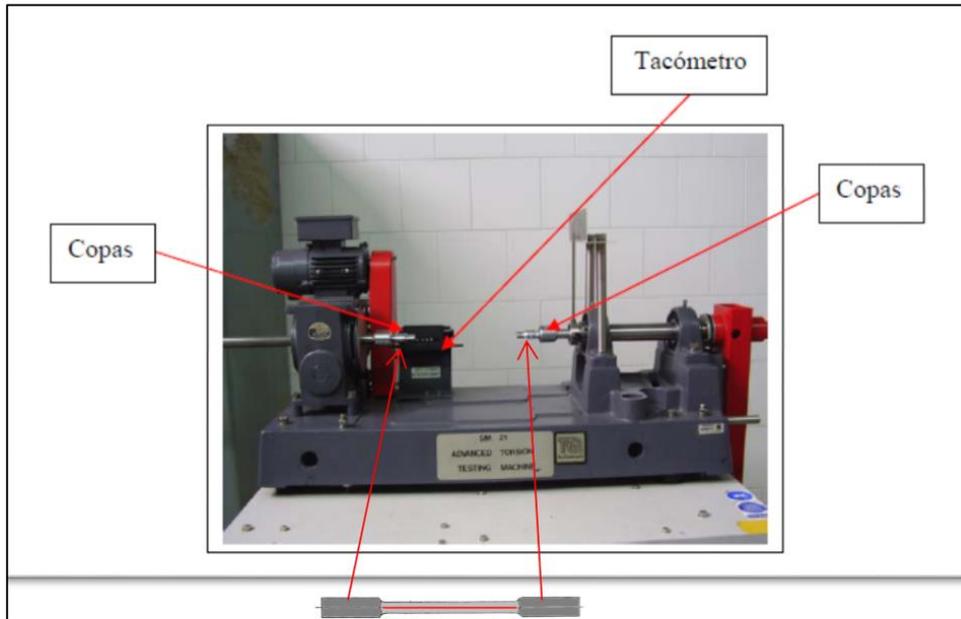


Figura 7

4.4. Calibrar el tacómetro de revoluciones a cero y el medidor de torque, seleccionando en este último las unidades sistema internacional (N-m).

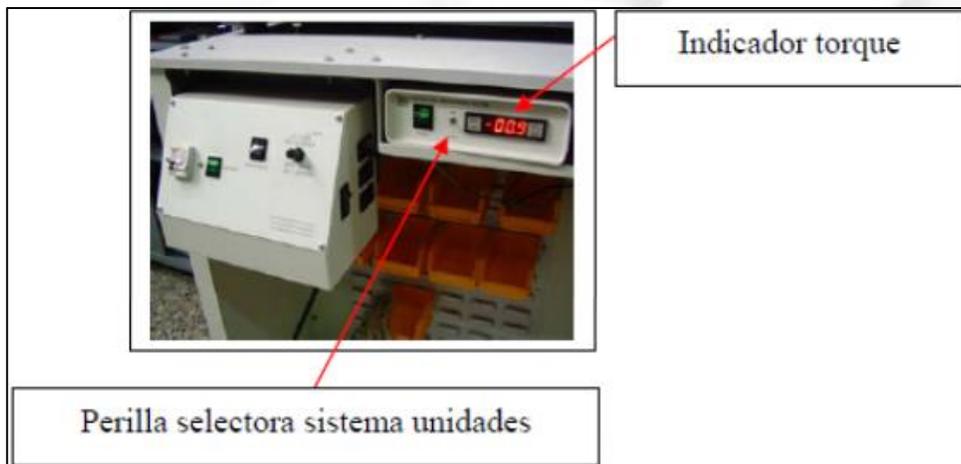


Figura 8

4.5. Para la toma de datos tenemos que realizar una tabla en la que se registraremos el valor del **Torque** (útil para calcular el esfuerzo cortante) ha cierto intervalo de revoluciones (útil para

calcular la deformación angular). para efectos de simplicidad a la hora de registrar los datos tomaremos los intervalos de la siguiente manera:

- De 10 en 10 revoluciones hasta 200 revoluciones.
- De 25 en 25 revoluciones hasta 400 revoluciones.
- De 50 en 50 revoluciones hasta 1200 revoluciones.
- De 100 en 100 revoluciones hasta 2000 revoluciones
- De 200 en 200 revoluciones hasta 4000 revoluciones
- De 500 en 500 revoluciones hasta la fractura.

Tabla 1

REVOLUCIONES	TORQUE
0	
10	
20	
30	
...	
200	
225	
250	
...	
400	
450	
...	
1200	
1300...	

4.6. Girar lentamente la perilla para aumentar gradualmente el torque de manera que se puedan tomar los datos de acuerdo a la tabla anterior. Se puede aumente la velocidad a medida que el torque se vaya estabilizando de forma gradual, pero no se puede disminuir la velocidad durante la prueba pues esto afecta la misma generando errores.

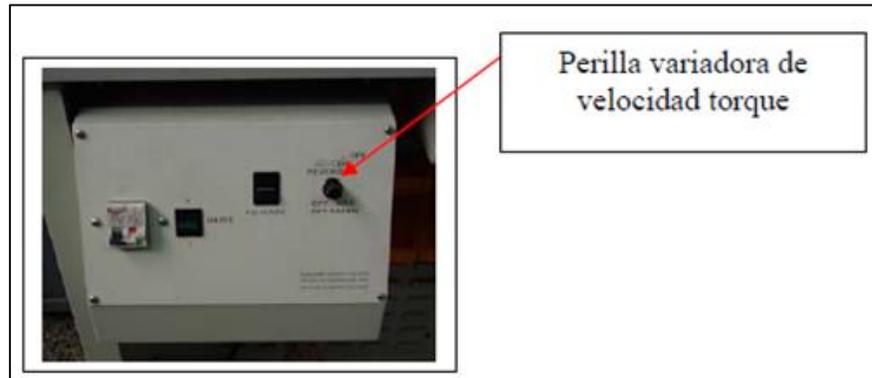


Figura 9

- 4.7. Cuando en el ensayo se produzca fractura en la probeta (se reconoce porque el torque disminuye bruscamente y se observa la falla en la probeta) retornamos la perilla que controla la velocidad y el torque a la posición de apagado retiramos la probeta de las copas de sujeción y con esto damos fin a la toma de datos.

## 5. ACTIVIDAD E INFORME DE LABORATORIO

### Determine:

- 5.1. Bajo qué tipo de normas se pueden realizar los ensayos de torsión.
- 5.2. Tomando varios puntos de la zona elástica y calcule la pendiente respectiva, correspondiente al módulo de rigidez promedio. (G).
- 5.3. Determine el esfuerzo de cortante a fluencia.
- 5.4. Describa el tipo de fractura presente en el material y concluya el tipo de fractura presente en el ensayo y qué tipo de información nos brinda.
- 5.5. 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:

- 5.6. Construya la gráfica esfuerzo Cortante contra deformación angular unitaria, previamente pasando las unidades leídas del equipo (torque) a unidades de esfuerzo cortante y revoluciones (el cual equivale a giro de la probeta).



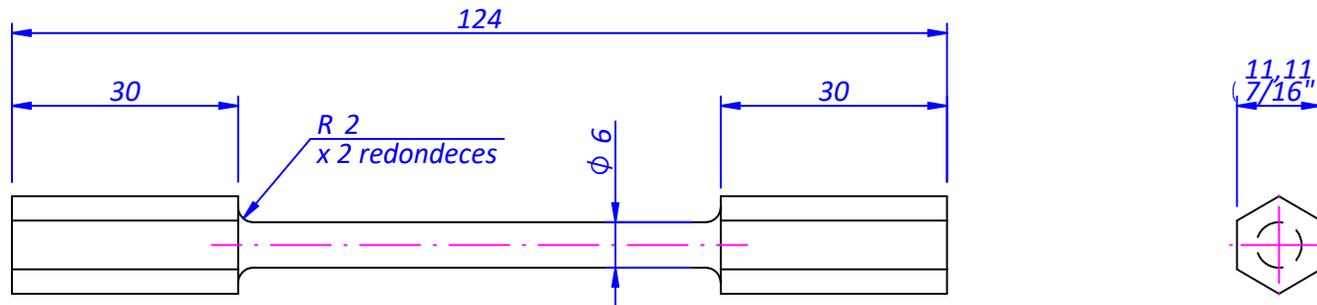
**UNIVERSIDAD DISTRITAL  
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS**  
Facultad Tecnológica  
Laboratorios y Talleres de Mecánica

## 6. BIBLIOGRAFÍA

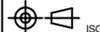
- Hibbeler R, Mecánica de Materiales. Tercera Edición. Prentice-Hall Hispanoamericana SA. México D.F., 856 páginas
- Riley W, Mecánica de Materiales. Primera Edición. Limusa Wiley. Mexico D. F. 708 paginas
- Mott R. Resistencia de Materiales Aplicada. Tercera Edición. Prentice-Hall Hispanoamericana SA. Mexico D.F., 640 páginas.
- Norton R, Diseño de Máquinas. Primera Edición. Prentice-Hall Hispanoamericana S.A México D.F., 1048 páginas.

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 TORSIÓN		PROYECTÓ: NICOLÁS MUÑOZ REVISÓ: LUINI HURTADO APROBÓ: LUINI HURTADO	
		<b>MATERIAL</b> A CONVENIR CON EL DOCENTE		PLANO: PL-05 ESCALA 1:1    24/08/2017	
		HOJA: 1 DE 1	VERSIÓN V6		