

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA



INFORME DE LABORATORIO
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

ENSAYO DE TRACCIÓN

ENSAYO DE TRACCIÓN

ENTREGADO:

24 OCTUBRE 2019

ALUMNOS:

Huaroto Villavicencio Josué, 20174070I

Landeo Sosa Bruno, 20172024J

Sotelo Caverio Sergio, 20172125K

PROFESOR:

ING. PAREDES JARAMILLO SANTIAGO

Índice general

1. Objetivos	1
2. Marco teórico	3
2.1. Ensayo de tracción	3
2.2. Curva tensión-deformación	3
3. Datos del laboratorio	7
4. Cálculos y resultados	8
4.1. Probeta 1	8
4.2. Probeta 2	10
4.3. Probeta 3	10
4.4. Importancia de la velocidad	11
5. Conclusiones y recomendaciones	12
Bibliografía	13

Resumen

En el presente laboratorio se desarrolló el estudio de la tracción de una probeta normalizada, tuvimos una experiencia similar en el curso de Ciencia de los materiales I con la diferencia que no tuvimos que mecanizar la probeta, en este laboratorio pondremos en práctica lo aprendido en clases, como por ejemplo en las clases de resistencia de materiales I (esfuerzos, diagramas, normas) y procesos de manufactura (torneado).

Capítulo 1

Objetivos

1. Dar un uso provechoso de nuestra máquina universal de ensayos y su aprender sobre su funcionamiento.
2. Analizar diferentes materiales metálicos, sometidas en un esfuerzo de tracción continuo.
3. Aprender a elaborar una probeta normalizada y sobre todo la importancia de una norma para la comparación de resultados.
4. Interpretar los resultados de ensayo
5. Obtener la curva carga-deformación.
6. Obtener la curva de tracción, esfuerzos, coeficiente de elasticidad y resiliencia, con los datos obtenidos en el ensayo.
7. Determinar la resistencia mecánica y el módulo de elasticidad de los mismos.
8. Asimismo construir la curva real y calcular la tenacidad de uno de ellos.

Informe técnico

1. **Norma de ensayo.** ASTM A370 12A
2. **Lugar.** Laboratorio 4 de Ingeniería Mecánica
3. **Fecha.** 10/10/2019
4. **Temperatura del ambiente.** 17°
5. **Humedad relativa.** 77 %
6. **Muestra.** Barra cuadrada de acero A-36
7. **Equipo utilizado.** Máquina universal de ensayos
8. **Capacidad de la máquina** 5000 kg

Capítulo 2

Marco teórico

2.1. Ensayo de tracción

El ensayo de tracción de un material consiste en someter a una probeta normalizada a un esfuerzo axial de tracción creciente hasta que se produce la rotura de la misma. Este ensayo mide la resistencia de un material a una fuerza estática o aplicada lentamente. Las velocidades de deformación en un ensayo de tensión suelen ser muy pequeñas ($\dot{\epsilon} = 10^{-4}$ a 10^{-2}s^{-1}).

2.2. Curva tensión-deformación

En el ensayo se mide la deformación (alargamiento) de la probeta entre dos puntos fijos de la misma a medida que se incrementa la carga aplicada, y se representa gráficamente en función de la tensión (carga aplicada dividida por la sección de la probeta). En general, la curva tensión-deformación así obtenida presenta cuatro zonas diferenciadas:

1. **Deformaciones elásticas.** Las deformaciones se reparten a lo largo de la probeta, son de pequeña magnitud y, si se retirara la carga aplicada, la probeta recuperaría su forma inicial. El coeficiente de proporcionalidad entre la tensión y la deformación se denomina módulo de elasticidad o de Young y es característico del material. Así, todos los aceros tienen el mismo módulo de elasticidad aunque sus resistencias puedan ser muy diferentes. La tensión más elevada que se alcanza en esta región se denomina límite de fluencia y es el que marca la aparición de este fenómeno. Pueden existir dos zonas de deformación elástica, la primera recta y la segunda curva, siendo el límite de proporcionalidad el valor de la tensión que marca la transición entre ambas. Generalmente, este último valor carece de interés práctico y se define entonces un límite elástico (convencional o práctico) como aquel para el que se produce un alargamiento prefijado de antemano (0.2 %, 0.1 %, etc.). Se obtiene trazando una recta paralela al tramo

proporcional (recto) con una deformación inicial igual a la convencional.

2. **Fluencia o cedencia.** Es la deformación brusca de la probeta sin incremento de la carga aplicada. El fenómeno de fluencia se da cuando las impurezas o los elementos de aleación bloquean las dislocaciones de la red cristalina impidiendo su deslizamiento, mecanismo mediante el cual el material se deforma plásticamente. Alcanzado el límite de fluencia se logra liberar las dislocaciones produciéndose la deformación bruscamente. La deformación en este caso también se distribuye uniformemente a lo largo de la probeta pero concentrándose en las zonas en las que se ha logrado liberar las dislocaciones (bandas de Lüders). No todos los materiales presentan este fenómeno, en cuyo caso la transición entre la deformación elástica y plástica del material no se aprecia de forma clara.
3. **Deformaciones plásticas.** Si se retira la carga aplicada en dicha zona, la probeta recupera solo parcialmente su forma quedando deformada permanentemente. Las deformaciones en esta región son más acusadas que en la zona elástica.
4. **Estricción.** Llegado a un punto del ensayo, las deformaciones se concentran en la parte central de la probeta apreciándose una acusada reducción de la sección de la probeta, momento a partir del cual las deformaciones continuarán acumulándose hasta la rotura de la probeta por esa zona. La estricción es la responsable del descenso de la curva tensión-deformación; realmente las tensiones no disminuyen hasta la rotura, sucede que lo que se representa es el cociente de la fuerza aplicada (creciente hasta el comienzo de la estricción) entre la sección inicial: cuando se produce la estricción la sección disminuye (y por tanto también la fuerza necesaria), disminución de sección que no se tiene en cuenta en la representación gráfica. Los materiales frágiles no sufren estricción ni deformaciones plásticas significativas, rompiéndose la probeta de forma brusca. Terminado el ensayo se determina la carga de rotura, carga última o resistencia a la tracción: la máxima resistida por la probeta dividida por su sección inicial, el alargamiento en (%) y la estricción en la zona de la rotura.



Figura 2.1: Máquina usada para el ensayo de tracción



Figura 2.2: Ejemplo de probetas a utilizar para el ensayo

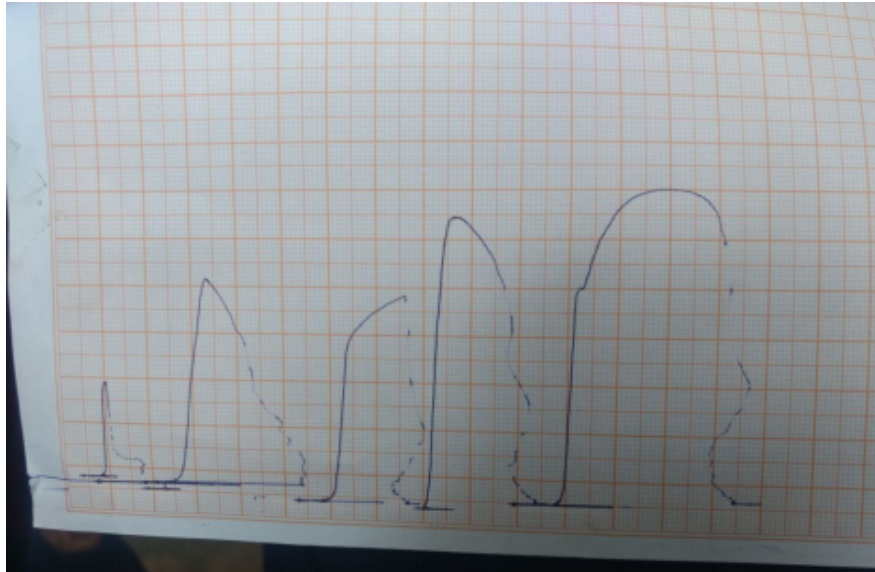


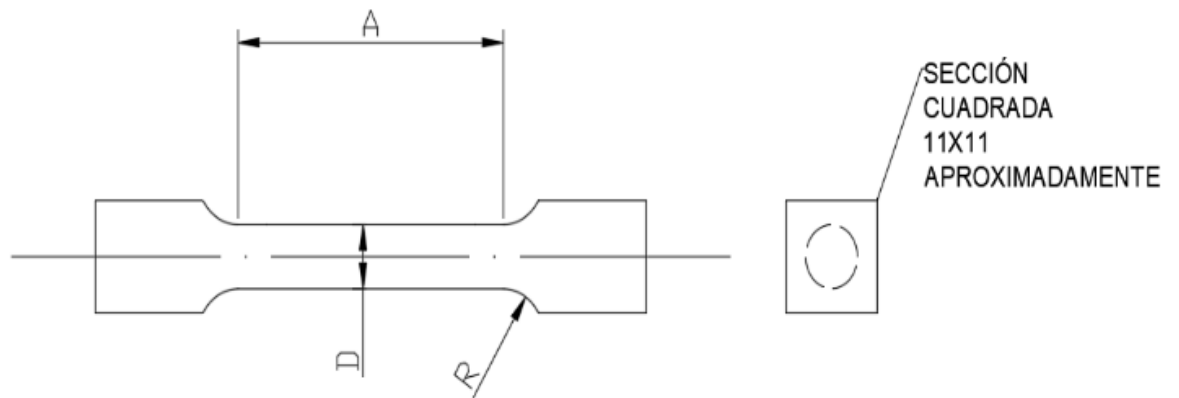
Figura 2.3: Ejemplo de curvas a obtener en la máquina de tracción



Figura 2.4: Formación de cuello en una probeta de bronce

Capítulo 3

Datos del laboratorio



Antes del ensayo:

	D_1	D_2	D_3	D_{prom}	L_0 (G)	L_0 (A)
Probeta 1	6.3 mm	6.25 mm	6.25 mm	6.26667 mm	24.7 mm	32 mm
Probeta 2	6.25 mm	6.3 mm	6.3 mm	6.28333 mm	24.55 mm	32 mm
Probeta 3	6.1 mm	6.1 mm	6.1 mm	6.1 mm	25.1 mm	32 mm
Probeta 4	6.6 mm	6.7 mm	6.65 mm	6.65 mm	25.1 mm	32 mm

Después del ensayo:

	D_f	L_f (G)	L_f (A)
Probeta 1	3.85 mm	30.6 mm	38.51 mm
Probeta 2	3.71 mm	31.05 mm	37.38 mm
Probeta 3	3.92 mm	32.45 mm	40.18 mm
Probeta 4	4.08 mm	25.1 mm	40.89 mm

Capítulo 4

Cálculos y resultados

4.1. Probeta 1

Para esta probeta se tomaron 34 puntos para realizar la gráfica esfuerzo-deformación unitaria de ingeniería. Se obtuvieron los siguientes resultados:

1. Punto de fluencia (S_y): 351.45374 MPa
2. Límite de proporcionalidad: 357.81489 MPa
3. Esfuerzo máximo: 512.07287 MPa
4. Esfuerzo de rotura: 418.24585 MPa
5. Ratio de Poisson: 0.67079

$$\frac{\Delta L}{L_0} = 0.28745 \quad \frac{\Delta d}{d_0} = 0.19282$$

$$\mu = \frac{0.19282}{0.28745} = 0.67079$$

6. Módulo de elasticidad: 10474.6997 MPa
7. %Elongación: 28.745 %

$$\frac{\Delta L}{L_0} = 0.28745$$

8. % Estricción: 62.256 %

$$\frac{\Delta A}{A_0} = 0.62256$$

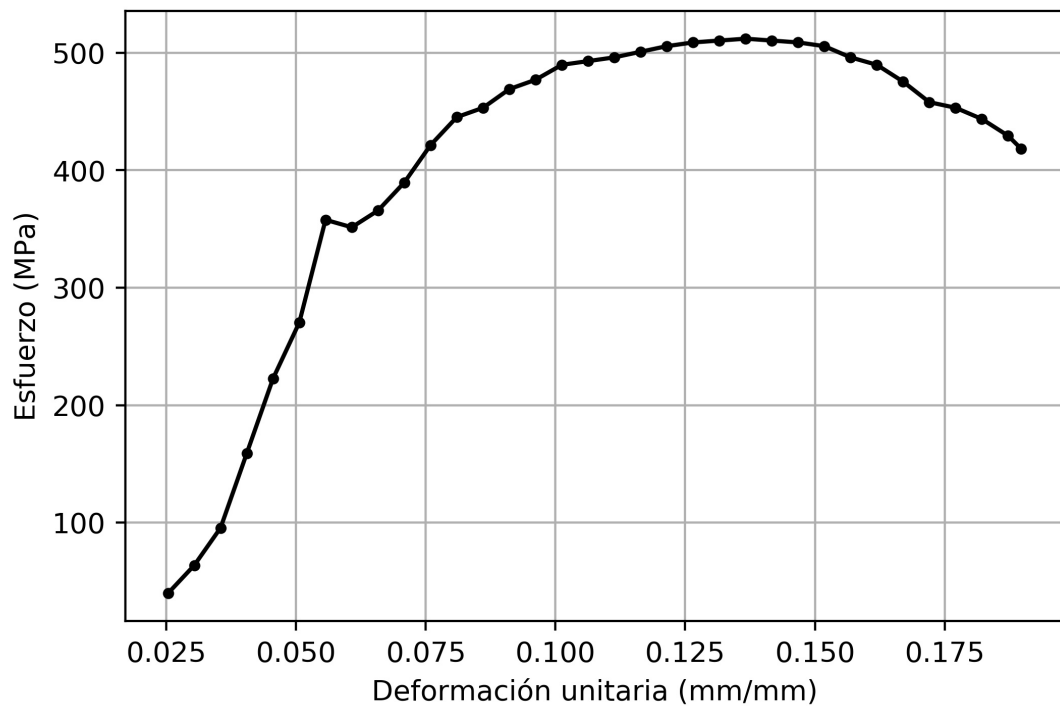
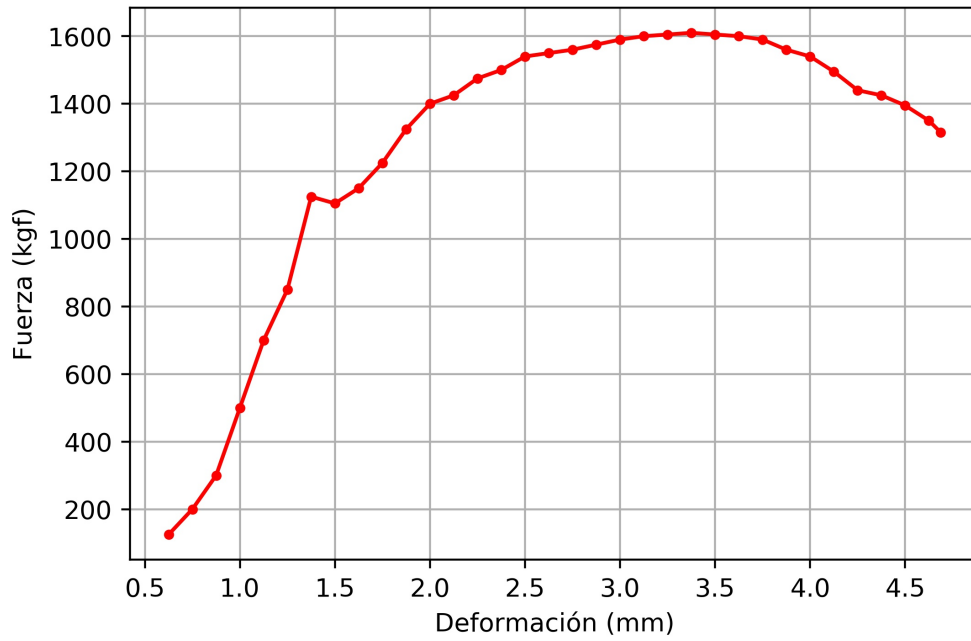
9. Velocidad de ensayo

- Antes del punto de fluencia: 0.10827 in/min

$$t = 30 \text{ s} \quad \Delta L = 1.375 \text{ mm} \longrightarrow v = \frac{1.375/25.4}{30/60} = 0.10827 \text{ in/min}$$

- Después del punto de fluencia: 0.9781 in/min

$$t = 8 \text{ s} \quad \Delta L = 3.3125 \text{ mm} \longrightarrow v = \frac{3.3125/25.4}{8/60} = 0.9781 \text{ in/min}$$



4.2. Probeta 2

Se tabularon 10 puntos para aproximarse mejor a la gráfica esfuerzo – deformación de ingeniería. Algunos se obtuvieron gráficamente y otros analíticamente. Se obtuvieron los siguientes resultados:

1. Punto de fluencia (S_y): 348.389 MPa
2. Límite de proporcionalidad: 333.28 MPa
3. Esfuerzo máximo: 570.09 MPa
4. Esfuerzo de rotura: 442.91 MPa
5. Ratio de Poisson: 0.6454

$$\frac{\Delta L}{L_0} = \frac{7.8}{24.55} = 0.317 \quad \frac{\Delta d}{d_0} = \frac{4.995 - 6.28}{6.28} = 0.2046$$

$$\mu = \frac{0.2046}{0.317} = 0.6454$$

6. Módulo de elasticidad: 11277.07 MPa
7. % Elongación: 31.7 %

$$\frac{\Delta L}{L_0} = 0.317$$

8. % Estricción: 65.099 %

$$\frac{\Delta A}{A_0} = \frac{30.9748 - 10.81029}{30.9748} = 0.65099$$

9. Velocidad de ensayo

- Antes del punto de fluencia: 0.095 in/min

$$t = 32 \text{ s} \quad \Delta L = 3.1 \text{ mm} \longrightarrow v = \frac{3.1/25.4}{32/60} = 0.095 \text{ in/min}$$

- Después del punto de fluencia: 1.9192 in/min

$$t = 8 \text{ s} \quad \Delta L = 6.5 \text{ mm} \longrightarrow v = \frac{6.5/25.4}{8/60} = 1.9192 \text{ in/min}$$

4.3. Probeta 3

Para esta probeta se tomaron 10 puntos para realizar la gráfica esfuerzo-deformación unitaria de ingeniería. Se obtuvieron los siguientes resultados:

1. Punto de fluencia (S_y): 352.459 MPa

2. Límite de proporcionalidad: 320.737 MPa
3. Esfuerzo máximo: 509.89 MPa
4. Esfuerzo de rotura: 427.65 MPa
5. Ratio de Poisson: 0.60997

$$\frac{\Delta L}{L_0} = \frac{8.575}{25.1} = 0.3416 \quad \frac{\Delta d}{d_0} = \frac{5.01 - 6.1}{6.1} = 0.1786$$

$$\mu = \frac{0.1786}{0.3416} = 0.60997$$

6. Módulo de elasticidad: 6740.3611 MPa
7. %Elongación: 34.16 %

$$\frac{\Delta L}{L_0} = 0.3416$$

8. % Estricción: 58.703 %

$$\frac{\Delta A}{A_0} = \frac{29.2246 - 12.06874}{29.2246} = 0.58703$$

9. Velocidad de ensayo

- Antes del punto de fluencia: 0.1033 in/min

$$t = 36 \text{ s} \quad \Delta L = 1.575 \text{ mm} \longrightarrow v = \frac{1.575/25.4}{36/60} = 0.1033 \text{ in/min}$$

- Después del punto de fluencia: 2.79035 in/min

$$t = 6 \text{ s} \quad \Delta L = 7.0875 \text{ mm} \longrightarrow v = \frac{7.0875/25.4}{6/60} = 2.79035 \text{ in/min}$$

La resistencia mecánica de este acero es buena, cumple con el rango de la estándar y se puede afirmar con un criterio probabilístico que es un A36.

PROBETA	A(mm ²)	Carga de fluencia (KN)	Carga máxima (KN)	Esfuerzo de fluencia (MPa)	Esfuerzo máximo (Mpa)	Longitud entre marcas inicial G (mm)	Longitud entre marcas final G (mm)
1	30.8435	10.84	15.794	351.45374	512.07287	24.7	30.6
2	30.97393	10.791	16.0884	348.38972	570.09	24.55	31.05
3	29.2238	10.3005	15.1074	352.46952	509.89	25.1	32.45

4.4. Importancia de la velocidad

La velocidad debe mantenerse debajo de un límite, como se estudió en física se deben evitar fuerzas inerciales, es decir, el ensayo debe ser estático por lo que la velocidad no debe ser muy alta. Tampoco muy baja pues el ensayo tomaría mucho tiempo innecesariamente y eso se traduce en costos.

Capítulo 5

Conclusiones y recomendaciones

1. Condiciones de la muestra: visualmente en buen ensayo.
2. Según información proporcionada por el solicitante fue una barra cuadrada de acero A36.
3. De las muestras obtenidas en el ensayo, observamos que los valores de fluencia, rotura y esfuerzo máximo son muy parecidos; dando a entender la homogeneidad de los datos obtenidos.
4. La contracción radial que experimenta la probeta durante el ensayo es despreciable en los cálculos debido a su pequeño valor.

Bibliografía

- [1] Keyser, Carl. “Técnicas de Laboratorio para prueba de Materiales”.
- [2] Lasheras. “Tecnología de los Materiales Industriales”.
- [3] Apraiz, J. “Tratamiento Térmico de los Aceros”.
- [4] Askeland, Donald R., Pradeep P. Phulé y Wright, Wendelin J. “Ciencia e ingeniería de los materiales”. *México, D.F. Internacional Thomson Editores. 6^{ta} edición, 1004, (2012).*