

CALIBRACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE UN PROTOTIPO MECÁNICO PARA ENSAYO DE PROBETAS DE MATERIALES DÚCTILES A TRACCIÓN.

Liby Daniela Chávez Marroquín (2520142049)¹, Álvaro Barragán Pacheco (2520142015)².

Facultad de Ingeniería, Universidad de Ibagué, Carrera 22 Calle 67. B/Ambalà, Ibagué, Tolima.

E-mail: 2520142049@estudiantesunibague.edu.co, 2520142015@estudiantesunibague.edu.co

RESUMEN

En el presente documento se dan a conocer los resultados obtenidos al ensayar probeta metálicas en tracción en un prototipo construido y comparar los datos con aquellos obtenidos con el mismo procedimiento en una máquina debidamente calibrada, se ensayaron probetas de aluminio, cobre, bronce latón y acero aluminio, de acuerdo con el reglamento ASTM E8/E8M (Ingmecausta, 2015). En el proceso de falla se utilizaron cinco probetas por cada material tanto en el prototipo como en la máquina debidamente calibrada. Los porcentajes de fuerzas máximas, fuerzas de falla, Esfuerzos máximos y Esfuerzos de falla de las probetas fueron calculadas y comparadas entre las dos máquinas y se pudo determinar que el prototipo y la máquina calibrada alcanzan valores de similitud entre 92% y 94%. En base a los resultados obtenidos se concluye que el prototipo es una buena alternativa como instrumento de apoyo en los ensayos de laboratorio en la asignatura Mecánica de Materiales.

Palabras claves: fuerza axial, prototipo mecánico, probetas, falla a tracción, estricción

ABSTRACT

In the present document, the results obtained when testing metal specimens in traction in a constructed prototype are described and the data compared with those obtained with the same procedure in a properly calibrated machine. Test pieces of aluminum, copper, bronze brass and aluminum steel were tested, in accordance with the ASTM E8/E8M regulation. In the failure process, five specimens were used for each material, both in the prototype and in the properly calibrated machine. The percentages of maximum forces, failure force, maximum stress and failure stress of the specimens were calculated and compared between the two machines and it was determined that the prototype and the calibrated machine reach similarity values between 92% and 94%. Based on the results obtained, it is concluded that the prototype is a good alternative as a support instrument in laboratory tests in the Materials Mechanics subject.

Keywords: axial force, mechanical prototype, specimens, tensile failure, stricture

1. INTRODUCCIÓN

En el plan de estudio de la universidad de Ibagué se encuentra definida la asignatura Mecánica De Materiales, la cual permite a los estudiantes de una manera teórico-práctico adquirir conocimiento del comportamiento de materiales metálicos sometidos a cargas axiales. El artículo tiene como propósito resaltar la importancia de las prácticas de laboratorio como complemento en el aprendizaje teórico aprendido en clase, ya que este permite llevarlos a un escenario experimental y allí verificarlos. Y que de la misma manera los estudiantes pueden discutir, evaluar y concluir los resultados obtenidos de los materiales empleados durante la experimentación.

Se llevó a cabo la elaboración y puesta en marcha de dos prototipos mecánicos para ensayos a tracción; se determinaron los cálculos pertinentes que establecieron los aspectos geométricos y de resistencia. Estipulando los componentes a utilizar y las dimensiones del prototipo. Cada máquina consta de dos gatos hidráulicos de cuatro toneladas y un manómetro de seis mil psi.

Luego de la elaboración de los prototipo mecánicos se establecieron diversos ensayos a tracción (R.C.Hibbeler, 2006), con la finalidad de obtener fuerzas y esfuerzos tanto máximos como de falla, implementando así probetas de cuatro diferentes tipos de materiales (bronce latón, cobre, acero y aluminio) teniendo un total de veinte probetas (cinco por cada material).

También se realizaron experimentaciones con las mismas características de las probetas en una máquina a tracción del laboratorio de materiales de la Universidad de Ibagué. Esto con el fin de verificar los resultados obtenidos de la máquina calibrada con el prototipo mecánico.

2. MATERIALES Y MÉTODO

Para la elaboración de los prototipos mecánicos de ensayos a tracción y correcta calibración, se realizaron los cálculos pertinentes con el fin de determinar sus aspectos geométricos y de resistencia. En base a los cálculos anteriores se especificaron los componentes y las dimensiones del prototipo.

El prototipo mecánico se elaboró en placas y ángulos de hierro Estructural (SAE 1020), las dimensiones del prototipo son altura de 0.50 m; ancho de 0.60m y profundidad de 0.15m, el prototipo está compuesto por dos rieles cilíndricos los cuales están diseñados para desplazar la placa móvil, se adicionaron dos resortes uno en cada extremo con el propósito de regresar la placa móvil a su estado inicial, dentro de sus componentes principales se encuentran dos gatos hidráulicos de 4 toneladas cada uno, el diámetro interno del émbolo es de 0.025 m, un manómetro con glicerina de 41.4 MPa (6000 psi) de capacidad el cual tiene una presión admisible del 80%. Los gatos y el manómetro están conectados por medio de uniones galvanizadas las cuales sirven como mecanismo de transmisión de la presión (*Ver ilustración 1*).

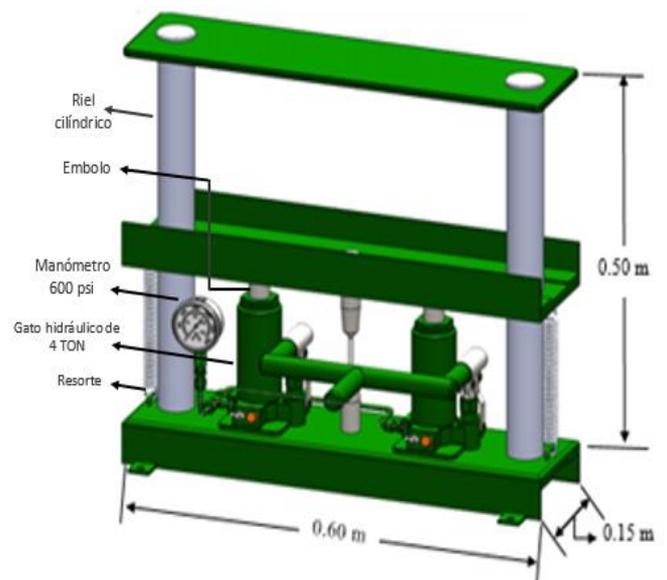


Ilustración 1: Prototipo Máquina Calibrada.
Fuente: Autores.

Una vez construido el prototipo, se construyeron un total de 40 probetas, 10 de cada material. Las probetas tienen unas dimensiones de 85 mm de longitud total, 36 mm de longitud calibrada, un diámetro de rosca métrica de 10 mm y un diámetro de 6 mm en la longitud calibrada, de acuerdo con el reglamento ASTM E8/E8M (Ingmecausta, 2015). En la ilustración 2 puede verse una probeta con sus respectivas dimensiones. Para las cuales se implementaron materiales como: aluminio, cobre, bronce latón y acero.

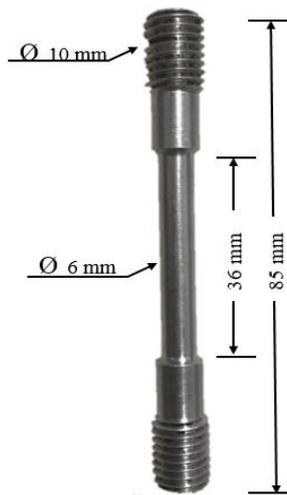


Ilustración 2: Medidas de las probetas. Fuente: autores.

Se realizaron cuarenta ensayos; Veinte de ellos fueron realizados en la máquina de laboratorio de materiales, la cual se encuentra debidamente calibrada y el resto de las probetas (veinte) en el prototipo mecánico. Lo cual sirvió como referencia para comparar los resultados obtenidos por la máquina debidamente calibrada con las del prototipo.

2.1. Ensayo a tracción en Máquina Calibrada.

La máquina del laboratorio de materiales está diseñada para poder realizar ensayos a tracción (Ver ilustración 3), los resultados de falla de la probeta se dan a través de un programa establecido en una computadora.



Ilustración 2: Máquina Calibrada para tracción o compresión. Fuente: Autores.

Paso 1: Identificación y etiquetado.

Se fallaron 20 probetas en un periodo de tiempo de 4 horas. Las probetas se marcaron manteniendo el orden por cada material (Ver ilustración 4).



Ilustración 3: Etiquetado de las probetas. Fuente: autores.

Paso 2: Toma de medidas.

Se realizó la medición en dos direcciones (*Ver ilustración 5*), este proceso se realiza para el diámetro y la Longitud total de la probeta.



Ilustración 4: Toma de medidas con pie de rey. Fuente: autores.

Paso 3: Montaje.

Se procede a ubicar la probeta en las mordazas, este proceso se puede ver en la ilustración 6.



Ilustración 5: Montaje de la probeta. Fuente: autores.

Paso 4: Aplicación de la fuerza

Después de cerrada la válvula de alivio, se procede aplicar una fuerza constante por medio de una bomba de mano, hasta obtener la falla de la probeta (*Ver ilustración 7*).

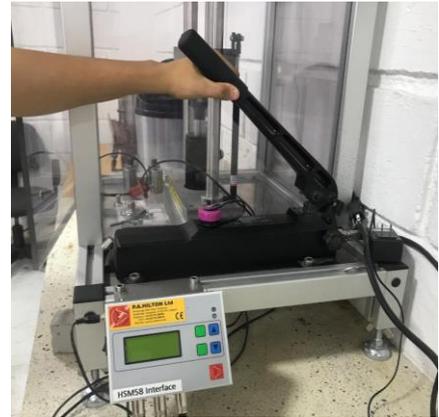


Ilustración 6: Aplicación de la fuerza. Fuente: autores.

Paso 5: Falla de la probeta.

Una vez obtenida la falla de la probeta (*Ver ilustración 8*), se procede a recopilar la información arrojada a través del programa instalado en la computadora y a tomar sus respectivas medidas.



Ilustración 7: Falla de la probeta. Fuente: autores.

2.2. Ensayo en el Prototipo de Máquina.

Paso 1: Identificación y etiquetado.

Las probetas se marcaron manteniendo el orden por cada material como se puede ver en la ilustración 9. Se procedió a fallar las 20 probetas en un periodo de tiempo de cinco horas.



Ilustración 8: Etiquetado de las probetas. Fuente: autores.

Paso 2: Toma de medidas.

Se realizó la medición en dos direcciones (**Ver ilustración 10**), este proceso se realiza para el diámetro y la Longitud total de la probeta.



Ilustración 9: Toma de medidas con pie de rey. Fuente: autores.

Paso 3: Montaje.

Durante la elaboración del ensayo a tracción el requerimiento esencial es la carga que debe ser transmitida axialmente, implicando que durante la elaboración de la máquina los centros de acción de las mordazas se encontrarán totalmente alineados (Valcárcel Vargas, 2013). Por consiguiente la probeta se encuentra ubicada en el centro de la máquina sujeta por

dos mordazas las cuales se encuentran totalmente alineadas.

La mordaza inferior se mantiene fija mientras que la superior se retira en compañía de los fragmentos de probeta fallada. Y último se abre la válvula de alivio de los gatos hidráulicos y se asegura la placa móvil a su estado inicial (**Ver ilustración 11**).

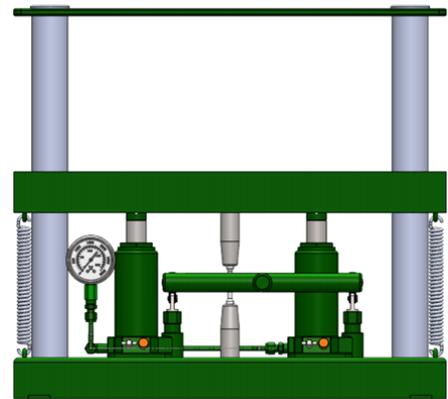


Ilustración 10: Montaje de prototipo de máquina a tracción. Fuente: autores.

Paso 4: Aplicación de la fuerza.

Como primera medida se cerraron las válvulas de alivio. Luego se procedió a grabar el manómetro con un celular en modo cámara lenta como se puede ver en la ilustración 12, esto con el fin de registrar la presión en el manómetro, y por último se procedió aplicar la fuerza con una velocidad lenta y constante hasta obtener la falla. La velocidad con que se efectúa la aplicación de la carga sobre cada material depende de sus propiedades (Puentes Espinoza, 1982).



Ilustración 11: Toma de presión del manómetro. Fuente: autores.

Paso 5: Falla de la probeta.

Después de ocurrida la falla (Ver ilustración 13), se procedió a retirar los fragmentos de la probeta fallada del prototipo de máquina y a medir sus longitudes y diámetros finales.



Ilustración 12: Falla de la muestra. Fuente: autores.

3. RESULTADOS

3.1. Máquina Calibrada.

Se registró la fuerza máxima y de falla de cada probeta y se procedió a calcular el esfuerzo normal de tracción (kPa) de acuerdo a la ecuación 1.

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

σ = Esfuerzo normal (kPa)

F = Fuerza de falla y máxima (kN)

A = Área transversal de la probeta (m^2)

Ecuación 1: Esfuerzo de Máximo y de falla. Fuente: (Montoya Vallecilla, 2017)

3.2. Prototipo.

Se registró las presiones del manómetro (psi), con este se calculó las fuerzas máximas y de falla (kN) de cada probeta con la ecuación 2 y

se calculó los esfuerzos máximos y de falla (kPa) de acuerdo a la ecuación 3.

$$F = p \cdot A$$

F= Fuerza de falla y máxima (kN)

p= Presión manométrica (psi)

A= Área de la sección interna del émbolo del gato (m^2)

Ecuación 2: Fuerza máxima y falla

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

σ = Esfuerzo normal (kPa)

F = Fuerza de falla y máxima (kN)

A = Área transversal de la probeta (m^2)

Ecuación 3: Esfuerzo de máximo y falla. Fuente: (Montoya Vallecilla, 2017)

Los datos obtenidos en la experimentación de la máquina calibrada para la fuerza y deformación se ven reflejados en la ilustración 14. Se obtuvo una fuerza máxima de 19 kN y una fuerza mínima de 2.9 kN del acero y el aluminio respectivamente.

El material que más se deforma fue el bronce latón con un valor de 0.803 cm; Por cada material se puede observar una cercanía de resultados por cada material.



Ilustración 13: Fuerza vs Elongación de los materiales (aluminio, cobre, bronce latón y acero). Fuente: autores

Los datos obtenidos en la experimentación del prototipo para la fuerza y deformación se ven reflejados en la ilustración 15. Se obtuvo una fuerza máxima de 16.787 kN en el acero y una fuerza mínima de 2.708 kN en el aluminio.

El material que más se deforma fue el bronce latón con un valor de 0.803 cm; Por cada material se puede observar una cercanía de resultados, haciendo excepción del acero el cual se encuentra muy disperso entre los resultados del mismo material.



Ilustración 14: Fuerza vs Elongación de los materiales (aluminio, cobre, bronce latón y acero). Fuente: autores.

Los promedios de fuerza máxima obtenidos en la experimentación tanto del prototipo como en la máquina calibrada por cada material se ven reflejados en la ilustración 16. Los resultados obtenidos entre las dos máquinas del aluminio, cobre y bronce latón poseen resultados muy cercanos entre sí, haciendo excepción del acero con una diferencia de 6.07 kN entre sus resultados obtenidos.



Ilustración 15: Resultados de las fuerzas máximas promediadas. Fuente: autores

Los promedios de fuerza de falla obtenidos en la experimentación tanto del prototipo como en la máquina calibrada por cada material se ven reflejados en la ilustración 17. Los resultados obtenidos entre las dos máquinas del aluminio, cobre y bronce latón poseen resultados muy cercanos entre sí, haciendo excepción del acero con una diferencia de 5.34 kN entre sus resultados obtenidos.



Ilustración 16: Resultados de los esfuerzos de falla promediados. Fuente: autores

Los esfuerzos máximos obtenidos en la experimentación de la máquina calibrada y el prototipo mecánico se ven reflejados en la ilustración 18. El esfuerzo máximo obtenido fue el del aluminio con 831119.69 kPa y el esfuerzo menor fue el bronce latón con 499485.59.



Ilustración 17: Resultados de los esfuerzos máximos promediados. Fuente: autores

Los promedios de los esfuerzos de falla obtenidos en la experimentación de la máquina calibrada y el prototipo mecánico se ven

reflejados en la ilustración 19. El mayor esfuerzo de falla obtenido fue el del cobre con 616272.79 kPa y el menor esfuerzo de falla fue el del aluminio con 485877.9 kPa.



Ilustración 18: Resultados de los esfuerzos máximos promediados. Fuente: autores

Se realizó el cálculo de la media (promedio) de los resultados de la fuerza tanto Máxima como de falla obtenidos en los ensayos. Esto con el fin de comparar los datos de la máquina calibrada con respecto a los del prototipo mecánico, y de tal forma verificar su correcta calibración (Ver ilustración 14 y 15).

La desviación estándar del aluminio obtenida en el ensayo para la máquina calibrada es de 0.14 para la fuerza máxima y 0.25 para la fuerza de falla. Para el prototipo mecánico es de 0.06 para fuerza máxima y 0.65 para fuerza de falla. El Rango del aluminio obtenido a partir de los ensayos para Máquina calibrada es de 0.40 para la fuerza máxima y 0.70 para la fuerza de falla. Para el prototipo mecánico de 0.14 para la fuerza máxima y 1.35 para la fuerza de falla (Ver tabla 1).

Tabla 1: Estadística descriptiva del aluminio en la máquina calibrada y prototipo de máquina.

Fuente: autores

Aluminio	Maquina calibrada		Prototipo	
	Fuerza Maxima	Fuerza Falla	Fuerza Maxima	Fuerza Falla
	KN	KN	KN	KN
Media	5.60	3.28	4.79	3.47
Desviacion Estandar	0.14	0.25	0.06	0.65
Valor Minimo	5.40	2.90	4.74	2.71
Valor Maximo	5.80	3.60	4.87	4.06
Rango	0.40	0.70	0.14	1.35

La desviación estándar del cobre obtenida en el ensayo para la máquina calibrada es de 0.72 para la fuerza máxima y 0.59 para la fuerza de falla. Para el prototipo mecánico es de 0.47 para fuerza máxima y 0.53 para fuerza de falla.

El Rango Obtenido a partir de los valores máximo y mínimo del cobre para la Máquina calibrada son 1.80 en la fuerza máxima y 1.50 para la fuerza de falla. Para el prototipo mecánico de 1.02 en la fuerza máxima y 1.32 para la fuerza de falla (Ver tabla 2).

Tabla 2: Estadística descriptiva del Cobre en la máquina calibrada y prototipo de máquina.

Fuente: autores.

Cobre	Maquina calibrada		Prototipo	
	Fuerza Maxima	Fuerza Falla	Fuerza Maxima	Fuerza Falla
	KN	KN	KN	KN
Media	8.32	5.78	7.62	6.41
Desviacion Estandar	0.72	0.59	0.47	0.53
Valor Minimo	7.40	4.90	7.11	5.52
Valor Maximo	9.20	6.40	8.12	6.84
Rango	1.80	1.50	1.02	1.32

La desviación estándar del bronce latón obtenida en el ensayo para la máquina calibrada es de 0.13 para la fuerza máxima y 0.77 para la fuerza de falla. Para el prototipo mecánico es de 0.22 para fuerza máxima y 0.10 para fuerza de falla.

El Rango Obtenido a partir de los valores máximo y mínimo del bronce latón para la Máquina calibrada son 0.30 en la fuerza máxima y 1.90 para la fuerza de falla. Para el prototipo mecánico de 0.54 en la fuerza máxima y 0.27 para la fuerza de falla (Ver tabla 3).

Tabla 3: Estadística descriptiva del Bronce Latón en la máquina calibrada y prototipo de máquina.

Fuente: autores.

Bronce latón	Maquina calibrada		Prototipo	
	Fuerza Maxima	Fuerza Falla	Fuerza Maxima	Fuerza Falla
	KN	KN	KN	KN
Media	12.22	11.44	10.32	10.13
Desviacion Estandar	0.13	0.77	0.22	0.10
Valor Minimo	12.10	10.10	10.02	9.95
Valor Maximo	12.40	12.00	10.56	10.22
Rango	0.30	1.90	0.54	0.27

La desviación estándar del acero obtenida en el ensayo para la máquina calibrada es de 0.38 para la fuerza máxima y 0.38 para la fuerza de falla. Para el prototipo mecánico es de 3.00 para fuerza máxima y 2.74 para fuerza de falla.

El Rango Obtenido a partir de los valores máximo y mínimo del acero para la Máquina calibrada son 1.00 en la fuerza máxima y 0.90 para la fuerza de falla. Para el prototipo mecánico de 6.09 en la fuerza máxima y 6.09 para la fuerza de falla (*Ver tabla 4*).

Tabla 4: Estadística descriptiva del Acero en la máquina calibrada y prototipo de máquina.
Fuente: autores.

Acero	Maquina calibrada		Prototipo	
	Fuerza Maxima	Fuerza Falla	Fuerza Maxima	Fuerza Falla
	KN	KN	KN	KN
Media	22.45	18.58	16.38	13.24
Desviacion Estandar	0.38	0.38	3.00	2.74
Valor Minimo	21.90	18.10	14.21	10.69
Valor Maximo	22.90	19.00	20.31	16.79
Rango	1.00	0.90	6.09	6.09

4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Para poder facilitar la interpretación de los resultados se optó por realizar una estadística descriptiva de los datos tanto de la máquina calibrada como del prototipo a calibrar. Durante el análisis se tuvo en cuenta la media, la desviación estándar y el rango tanto de la fuerza máxima y la de falla con el propósito de facilitar la interpretación de datos (**Ver ilustración 14 y 15**), además de comprobar la eficiencia del prototipo mecánico.

Se logra evidenciar a través de las ilustraciones 14 y 15 la dispersión presente en algunos de los materiales, esta variación en los resultados pudo haber sido generada por errores humanos. Entre los errores más notorios se encuentra la falta de coordinación en el momento de aplicación de la fuerza, ya que durante su aplicación en algunos casos, la velocidad no se mantuvo constante; Y el mal cierre de las válvulas de alivio, debido a la afectación directa

en los gatos hidráulicos y por consiguiente en la distribución de la fuerza sobre la probeta.

Para la calibración en el prototipo mecánico, se tuvieron en cuenta los resultados obtenidos durante los ensayos a tracción y se compararon con los obtenidos en la máquina calibrada; Por medio de la estadística descriptiva se encontró una similitud entre los datos hasta un 94%, indicando así un margen positivo para el prototipo debido a la similitud encontrada en los resultados. Haciendo excepción del acero debido a que por falta de experimentación no se logró obtener resultados confiables entre las máquinas.

En el acero se realizaron procesos pertinentes para el cálculo de las fuerzas, logrando comparar los resultados obtenidos entre ambas máquinas, las cuales mostraron una deficiencia en los cálculos de las fuerzas como se pueden evidenciar en las ilustraciones 16 y 17. Debido a la falta de confiabilidad en los resultados y de experimentación se optó por no calcular los esfuerzos máximos y de falla para este material.

5. CONCLUSIONES.

Los resultados obtenidos para los materiales aluminio, cobre y bronce latón fallados en el prototipo mecánico, fueron cercanos con respecto a los obtenidos en la máquina calibrada; Por medio de esos datos se elaboró una estadística descriptiva que arrojó una confiabilidad en los resultados hasta del 94%, indicando así su correcta calibración y adecuado funcionamiento del prototipo mecánico.

Se puede concluir que el prototipo está bien calibrado, debido a la proximidad entre los resultados obtenidos por cada material tanto de la fuerza máxima como la de falla que se pueden evidenciar en las ilustraciones 16 y 17 con excepción del acero, debido a que por la falta de experimentación no se obtuvieron resultados concluyentes, por lo tanto se recomienda que en un futuro se realicen más ensayos al material. Por otro lado también se

pudo evidenciar en las ilustraciones 18 y 19 la cercanía entre los resultados de los esfuerzos máximos y de falla entre las máquinas. Por lo dicho anteriormente se determinó que el prototipo mecánico se encuentra apto para realizar ensayos de laboratorio a tracción en la asignatura Mecánica de Materiales.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Montoya Vallecilla, J. O. (2017). *Mecánica de materiales*. Ibagué: Ediciones Unibagué.
- Valcárcel Vargas, B. (2013, Julio 22). *Norma I.N.V.E-501-07*. From <https://es.scribd.com/document/155216503/INV-E-501-07-Ensayo-de-tension-de-barras-y-alambres-de-acero>.
- Ingmecausta. (21 de Noviembre de 2015). *Norma ASTM E8/E8M*. Obtenido de <https://ingmecausta.wordpress.com/2015/11/21/norma-astm-e8e8m/>
- Puentes Espinoza, F. (1982). *ENSAYOS MECANICOS EN METALES*. Monterrey: Capilla Audasina.
- R.C.Hibbeler. (2006). *Mecánica De Materiales*. México: Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana.



MANUAL DE USO

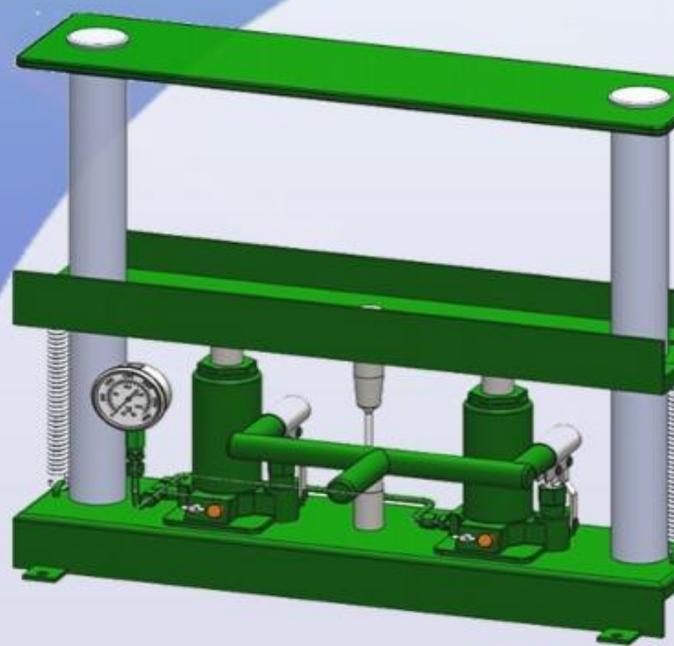
PRESENTA.

ALVARO BARRAGAN PACHECO-2520142015

LIBY DANIELA CHAVEZ-2520142049

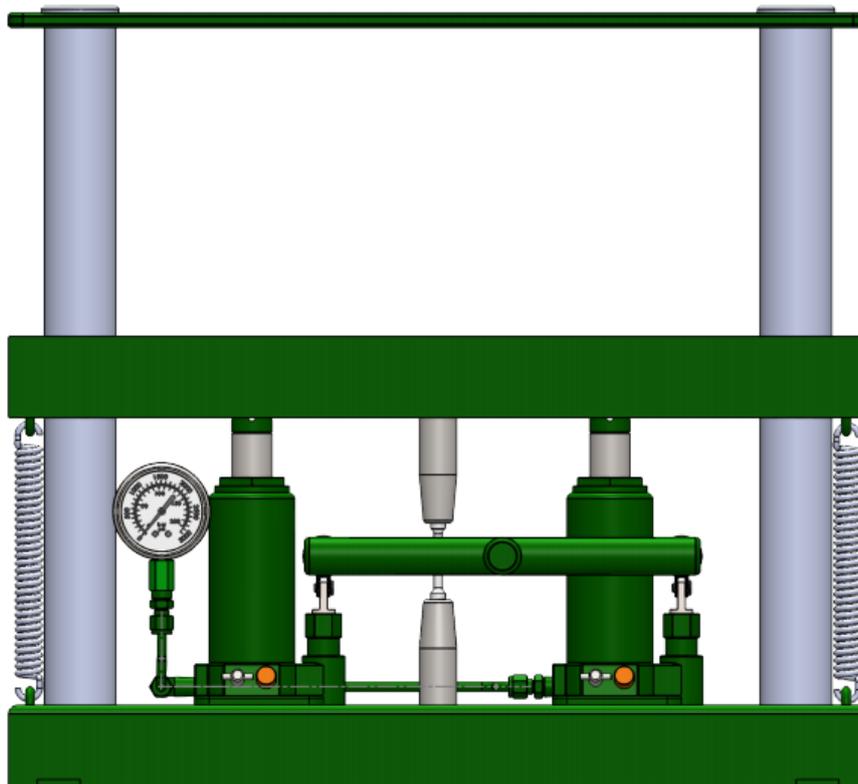
DIRIGIDO POR.

ING. JORGE OLMEDO MONTOYA VALLECILLA



MANUAL DE USO
PROTOTIPO MECÁNICO (TRACCIÓN)

PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL



LIBY DANIELA CHAVEZ MARROQUIN - 2520142049

ALVARO BARRAGAN PACHECO - 2520142015

UNIVERSIDAD DE IBAGUÉ
ING. JORGE OLMEDO MONTOYA VALLECILLA

Tabla de contenido

1. FICHA TÉCNICA PROTOTIPO MECÁNICO	14
2. MANUAL DE OPERACIÓN PROTOTIPO DE ENSAYO A TRACCIÓN	16
2.1. Sujeción de la Probeta:	16
2.1.2. Aspectos Generales	16
2.2. Ensayo a Tracción	16
2.2.1. Procedimiento antes del ensayo	16
2.2.2. Aplicación de la Carga	18
2.2.3. Procedimiento después del ensayo	19
3. BIBLIOGRAFÍA	21

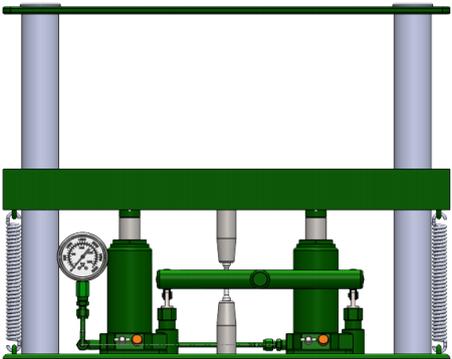
Tabla de ilustraciones

Ilustración 1: Prototipo mecánico (Tracción). Fuente: autores.....	14
Ilustración 2: Componentes del prototipo mecánico (Tracción). Fuente: Autores.....	15
Ilustración 3: Válvulas de alivio. Fuente: Autores.....	17
Ilustración 4: Manómetro de Glicerina. Fuente: Autores.....	17
Ilustración 5: Fijación adecuada de Probeta y Mordaza. Fuente: Autores.....	17
Ilustración 6: Ajuste de placa con mordaza. Fuente: Autores.....	18
Ilustración 7: Palanca para Implementación de la fuerza. Fuente: Autores.....	18
Ilustración 8: Toma de presión del manómetro. Fuente: Autores.....	19
Ilustración 9: Aplicación de la carga, falla de la muestra. Fuente: Autores.....	19
Ilustración 10: Retiro de la mordaza superior. Fuente: autores.....	20
Ilustración 11: Requisitos después del ensayo. Fuente: autores.....	20

Contenido de tablas

Tabla 1: Partes del prototipo Maquina Tracción.....	15
--	----

1. FICHA TÉCNICA PROTOTIPO MECÁNICO

FICHA TÉCNICA DE PROTOTIPO MECÁNICO (TRACCIÓN)		 Universidad de Ibagué <i>“Comprometido Con El Desarrollo Regional”</i>	
Realizado por: Liby Daniela Chávez Álvaro Barragán Pacheco		Revisado por: ING. Jorge Olmedo Montoya Vallecilla	
		Aprobado por: ING.	
PROGRAMA: Ingeniería Civil.	LABORATORIO: Mecánica De Materiales	Fecha: 18/9/19	Versión: 1
MÁQUINA-EQUIPO: Prototipo Mecánico (Tracción)	CAPACIDAD DEL MANÓMETRO: 41.4 MPA (6000 psi)	PRESIÓN ADMISIBLE DEL MANÓMETRO (80%): 33.1 MPA (4800 psi)	
CAPACIDAD DE CADA GATO: 4 TON	FUERZA MÁXIMA DE CADA GATO: 16.25 kN	La presión admisible de 4800 psi equivale a una fuerza de 16.25 kN.	
CARACTERÍSTICAS GENERALES			
PESO: 44.30 kg	ALTURA : 50 cm	ANCHO: 15 cm	LARGO: 60 cm
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		FOTO DEL PROTOTIPO	
<p style="text-align: center;">FUNCIÓN</p> <p>El prototipo mecánico tiene como propósito aplicar una fuerza axial sobre una probeta metálica, hasta alcanzar la ruptura del material (<i>Ver ilustración 1</i>). La fuerza que genera la falla se puede determinar mediante la multiplicación de la presión obtenida por el manómetro y el área transversal del émbolo interno del gato hidráulico; La fuerza obtenida es usada para definir el esfuerzo máximo que se produjo en la probeta al momento de la falla.</p>			
		<p><i>Ilustración 19: Prototipo mecánico (Tracción).</i> Fuente: autores.</p>	

MANTENIMIENTO

- Se recomienda verificar el engrase de los rieles por donde se va a deslizar la placa móvil.
- Verificar los gatos hidráulicos y el manómetro. Si estos se encuentran en mal estado lo debe cambiar. Una persona competente
- Se recomienda realizarle mantenimiento de forma periódica para un correcto funcionamiento del prototipo y sus elementos constructivos **de forma periódica para un correcto funcionamiento del prototipo y sus elementos constituidos.**
- Verificar de manera periódica, el correcto agarre de las mordazas.

Nota: Al momento de presentarse una fuga de aceite en los gatos. Se recomienda llenar el cilindro del gato a través del agujero de llenado ubicado en la parte trasera (*Ver ilustración 11*).

SEGURIDAD

PARTES DEL PROTOTIPO

Tabla 5: Partes del prototipo. Maquina Tracción.

PARTES DE LA MAQUINA	
1	Placa Fija superior
2	Rieles cilíndricos
3	Placa Móvil
4	Palanca Aplicación de fuerza
5	Mordaza Inferior
6	Resorte
7	Placa Fija inferior
8	Mordaza superior
9	Pistón de levante
10	Probeta
11	Manómetro (6000 psi)
12	Tubería para transmisión del fluido
13	Válvula de alivio

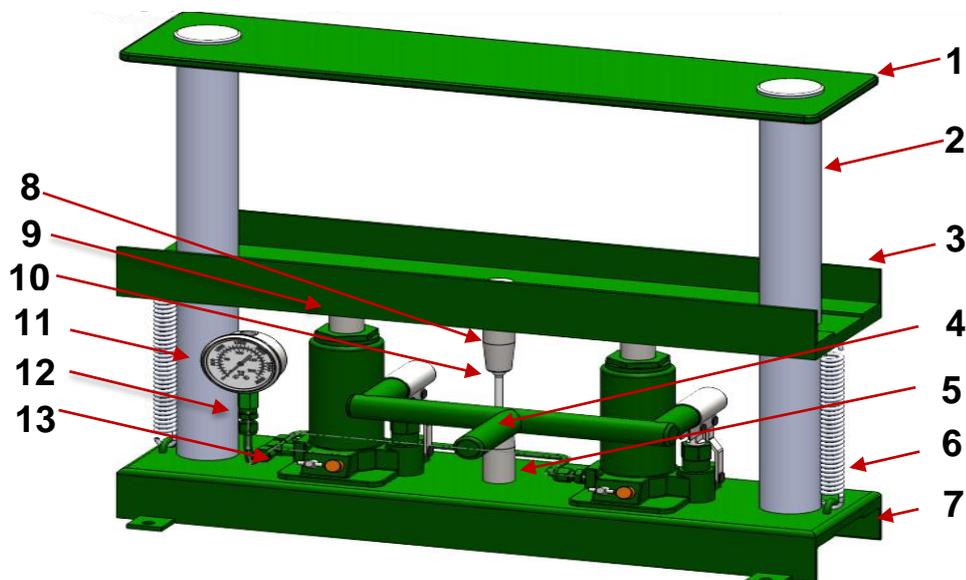


Ilustración 20: Componentes del prototipo mecánico (Tracción). Fuente: Autores.

DESCRIPCIÓN FÍSICA

Los prototipos están diseñados para desarrollar ensayos de tracción a muestras con características específicas (*Ver ilustración 2*), el modelo se compone de placas y ángulos de hierro estructural (SAE 1020). La aplicación de la carga se realiza a través de dos gatos hidráulicos tipo botella cada uno con capacidad de 4 TON. Estos dos gatos generan un movimiento vertical ascendente del riel central, aplicando una fuerza igual al doble de la generada en cada gato, sobre la probeta que está unida al riel inferior y al central. Los gatos se encuentran conectados a través de un sistema de transmisión instalado directamente al manómetro, donde se registra la presión ejercida en el interior del fluido de los gatos.

El método de sujeción de la probeta está compuesto por dos mordazas de acero inoxidable que se encuentran sujetas al prototipo por medio de los rieles inferior y central.

Se recomienda usar probetas de materiales como (bronce latón, acero, cobre y aluminio). No obstante, cualquier metal que se desee ensayar y cuyas características mecánicas hagan posible la falla usando el prototipo, son susceptibles de usarse. Las dimensiones geométricas de las probetas se rigen bajo la Norma **ASTM E8** (Ingmecausta, 2015).

2. MANUAL DE OPERACIÓN PROTOTIPO DE ENSAYO A TRACCIÓN

Antes de realizar el ensayo de Tracción se debe leer el manual de operación del prototipo.

- Verificar engrase de los rieles.
- Verificar el buen funcionamiento de los gatos hidráulicos y el manómetro. Con esto se puede aumentar la vida útil del prototipo.
- Verificar el buen estado de las mordazas.

2.1. Sujeción de la Probeta:

2.1.2. Aspectos Generales

Durante la sujeción de la probeta se debe verificar el alineado con respecto a las mordazas y su correcto anclaje en las placas.

2.2. Ensayo a Tracción

2.2.1. Procedimiento antes del ensayo.

- Se debe verificar que ambos gatos hidráulicos estén en reposo, es decir que las válvulas de alivio se encuentren abiertas (*Ver Ilustración 3*).

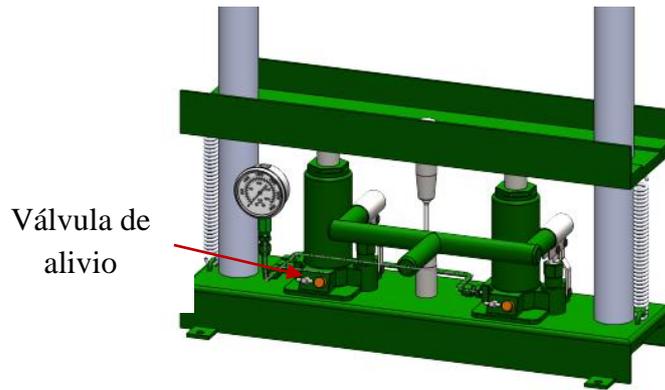


Ilustración 21: Válvulas de alivio. Fuente: Autores.

- Se debe visualizar que la aguja del manómetro se encuentre en cero (Ver Ilustración 4).

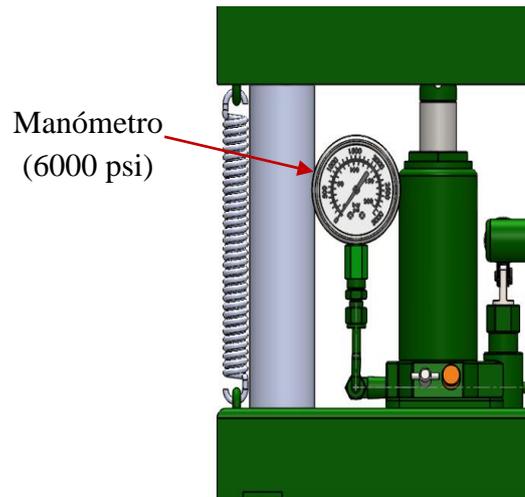


Ilustración 22: Manómetro de Glicerina. Fuente: Autores.

- Se debe de asegurar que la probeta se encuentre totalmente alineada con respecto al sistema de aplicación de carga y fijada correctamente en sus extremos a través de las mordazas, las cuales se enroscan en sentido horario (Ver Ilustración 5).

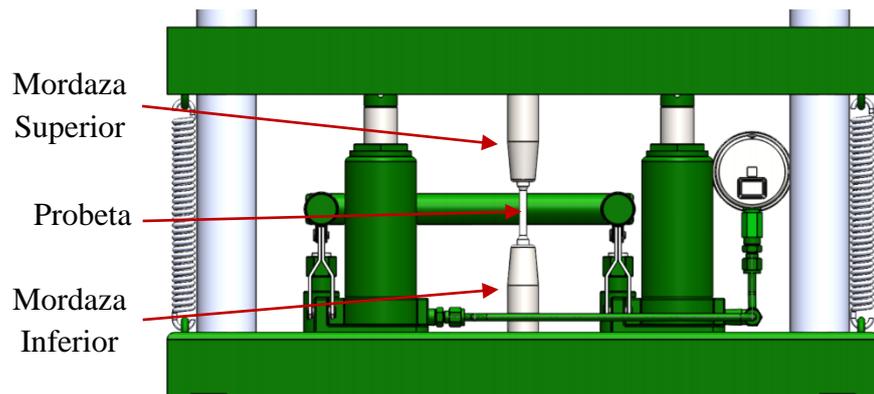


Ilustración 23: Fijación adecuada de Probeta y Mordaza. Fuente: Autores.

- Para volver a colocar la placa móvil a su posición inicial, se debe contar con la ayuda de la mordaza superior, teniendo en cuenta que esta se debe asegurar a la placa por medio de un tornillo con cabeza Bristol, el cual es roscado en sentido contrario a las manecillas del reloj (Ver *Ilustración 6*).



Ilustración 24: Ajuste de placa con mordaza. Fuente: Autores.

- Luego de instalar la probeta correctamente, se procederá a cerrar la válvula de alivio, de los dos gatos hidráulicos (Ver *Ilustración 3*).

2.2.2. Aplicación de la Carga.

- La carga admisible del manómetro es de 4800 psi no se debe exceder, de lo contrario se puede ocasionar daños en el manómetro.
- Para poder aplicar una fuerza exterior por uno de los extremos de la probeta, se opta por la implementación de una palanca (Ver *Ilustración 7*); la cual se encarga de transmitir la fuerza uniformemente a los dos gatos. Este proceso se llevara a cabo a una velocidad lenta y constante.

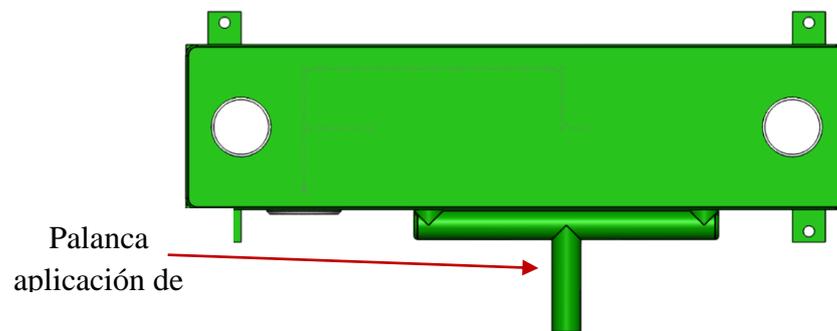


Ilustración 25: Palanca para Implementación de la fuerza. Fuente: Autores.

- Para registrar la presión del manómetro (psi), se debe grabar un video en cámara lenta del manómetro, determinando así con mayor precisión la presión a la cual falla la probeta. Esta es la máxima presión de falla (*Ver Ilustración 8*).

Registro de la
presión manométrica



Ilustración 26: Toma de presión del manómetro. Fuente: Autores.

- Al momento de aplicar la fuerza se debe tener cuidado para no mover el prototipo durante el ensayo, debido a que este podría ocasionar problemas en su desarrollo. La falla típica de una probeta puede verse en la ilustración 9.

Falla de la
Probeta

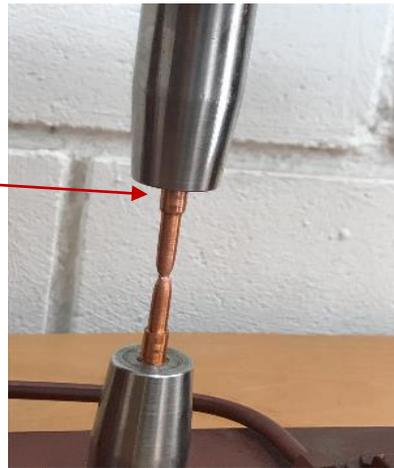


Ilustración 27: Aplicación de la carga, falla de la muestra. Fuente: Autores.

2.2.3. Procedimiento después del ensayo.

- Se procede a elevar la placa móvil con ayuda de la palanca de aplicación de fuerza (esta carga no se tiene en cuenta), para desatornillar la mordaza del extremo superior con ayuda de la llave Bristol (*ver ilustración 10*).

Llave Bristol



Ilustración 28: Retiro de la mordaza superior. Fuente: autores.

- A continuación se retiran los fragmentos de probeta fallada, teniendo en cuenta que la mordaza inferior permanecerá fija a la placa (*Ver Ilustración 11*).

Agujero de llenado (Aceite).

Mordaza inferior Fija

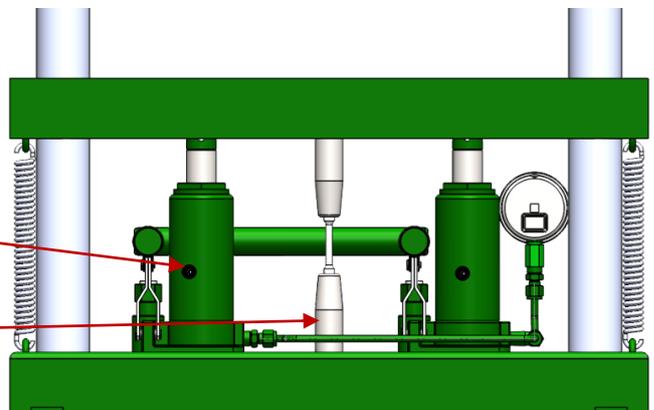


Ilustración 29: Requisitos después del ensayo. Fuente: autores.

- Por último se relajan los gatos hidráulicos a través de las válvulas de alivio para darle paso a un próximo ensayo

3. BIBLIOGRAFÍA

Ingmecausta. (21 de Noviembre de 2015). *Norma ASTM E8/E8M*. Obtenido de <https://ingmecausta.wordpress.com/2015/11/21/norma-astm-e8e8m/>



MANUAL DE LABORATORIO

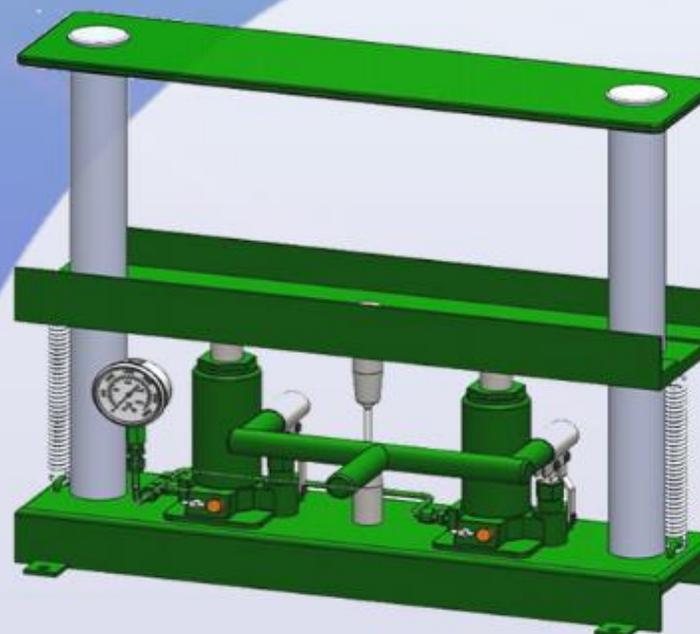
PRESENTA.

ALVARO BARRAGAN PACHECO-2520142015

LIBY DANIELA CHAVEZ-2520142049

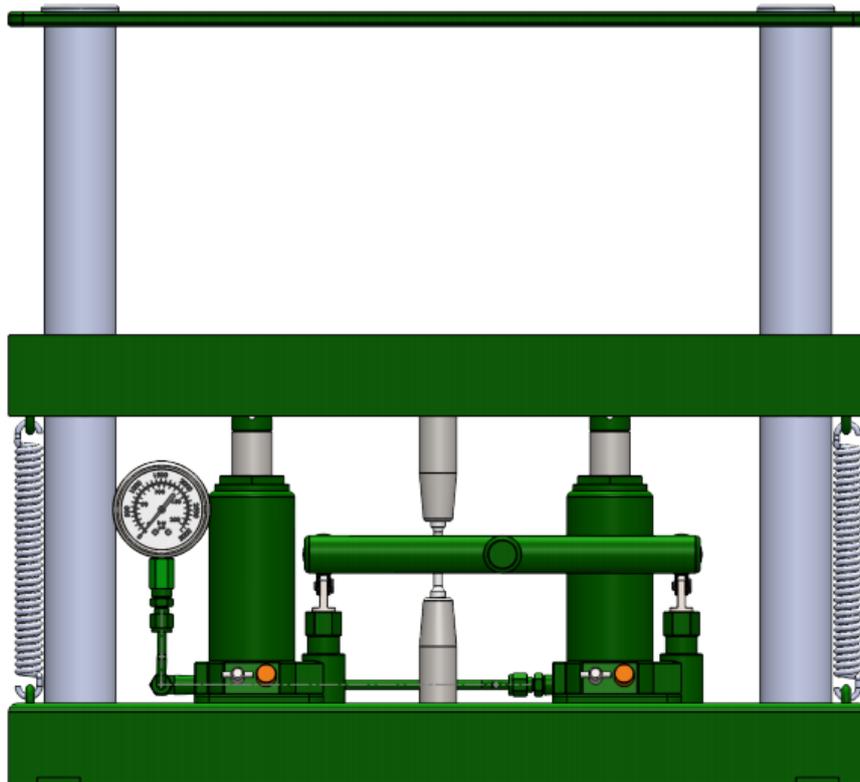
DIRIGIDO POR.

ING. JORGE OLMEDO MONTOYA VALLECILLA



MANUAL DE LABORATORIO PROTOTIPO MECÁNICO (TRACCIÓN)

PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL



LIBY DANIELA CHAVEZ MARROQUIN - 2520142049
ALVARO BARRAGAN PACHECO – 2520142015

UNIVERSIDAD DE IBAGUÉ
ING. JORGE OLMEDO MONTOYA VALLECILLA

Tabla de contenido

1.	ENSAYO A TRACCIÓN DE PROBETAS METALICAS	26
1.1.	Objetivo general	26
1.2.	Introducción	26
1.3.	Especificaciones de Probeta.....	26
1.4.	Materiales o equipos	27
1.4.1.	Prototipo máquina a Tracción.....	27
1.4.2.	Probetas (materiales)	27
1.4.3.	Celular con modo cámara lenta.....	27
1.4.4.	Pie de Rey Digital	27
1.5.	Preparación de los materiales.....	28
1.6.	Precauciones de uso.....	28
1.7.	Preguntas previas.....	28
1.8.	Procedimiento.....	28
1.8.1.	Montaje.....	28
1.8.2.	Aplicación de la fuerza.....	29
1.8.3.	Toma de datos.....	30
1.8.4.	Falla de la probeta.....	31
1.9.	Análisis y resultados.....	31
1.10.	Preguntas para analizar y concluir.	32
1.11.	Hoja de datos.....	33
2.	BIBLIOGRAFÍA.....	35

Tabla de ilustraciones

Ilustración 1: Dimensiones y geometría de probeta de ensayo a tracción. Fuente Norma ASRM E8 (Ingmecausta, 2015).	26
Ilustración 2: Prototipo mecánico (Tracción). Fuente: autores.....	17
Ilustración 3: Pobretas de diferentes materiales. Fuente: autores.	27
Ilustración 4: Celular con modo o aplicación en cámara lenta. Fuente: Autores.....	1
Ilustración 5: Pie de rey digital. Fuente: Autores.....	1
Ilustración 6: Instalación correcta de mordazas. Fuente: autores	28
Ilustración 7: Gato hidráulico desairado. Fuente: autores.....	29
Ilustración 8: Enroscamiento a través de llave y tornillo Bristol. Fuente: autores.....	29
Ilustración 9: Grabación durante la aplicación de la fuerza. Fuente: Autores.	29
Ilustración 10: embolo del gato hidráulico. Fuente: Autores.....	18
Ilustración 11: Toma de medidas con Pie de Rey: Autores.	30
Ilustración 12: Aplicación de la fuerza. Fuente: Autores.....	30
Ilustración 13: Retiro de la probeta fallada. Fuente: Autores.....	31

Tabla de Ecuaciones

Ecuación 1: Elongación o alargamiento.....	31
Ecuación 2: Esfuerzo normal (Montoya Vallecilla, 2017).....	31
Ecuación 3: Área transversal.....	31
Ecuación 4: Módulo de Elasticidad (Montoya Vallecilla, 2017).....	32
Ecuación 5: Deformación unitaria Longitudinal (Montoya Vallecilla, 2017).....	32
Ecuación 6: Coeficiente de Poisson (Montoya Vallecilla, 2017).....	32
Ecuación 7: Deformación unitaria transversal (Montoya Vallecilla, 2017).....	32

Contenido de Tablas

Tabla 1: Dimensiones de las probetas para el ensayo a tracción, bajo la Norma ASTM E8 (Ingmecausta, 2015).....	26
Tabla 2: Registro de datos y resultados para la presentación del informe.....	33
Tabla 3: Cuadro de datos comparativos ensayo a Tracción.....	34

1. ENSAYO A TRACCIÓN DE PROBETAS METÁLICAS

1.1. Objetivo general

Establecer el protocolo para la realización de ensayos con probetas metálicas de diferentes materiales (Aluminio, Cobre, Acero y Bronce Latón) en un prototipo de máquina a tracción.

1.2. Introducción

En el presente ensayo se calcula el módulo de Elasticidad y el coeficiente de Poisson de los materiales (Aluminio, Cobre, Bronce latón y Acero), por medio de un procedimiento indirecto a tracción, el cual se logra al aplicar una fuerza perpendicular a la sección transversal de la probeta hasta alcanzar la ruptura del material. El ensayo se realizó bajo la Norma ASTM E8 (Ingmecausta, 2015).

1.3. Especificaciones de Probeta.

Las dimensiones y características de las probetas de tracción se pueden observar a continuación (*Ver ilustración 1, tabla 1*).

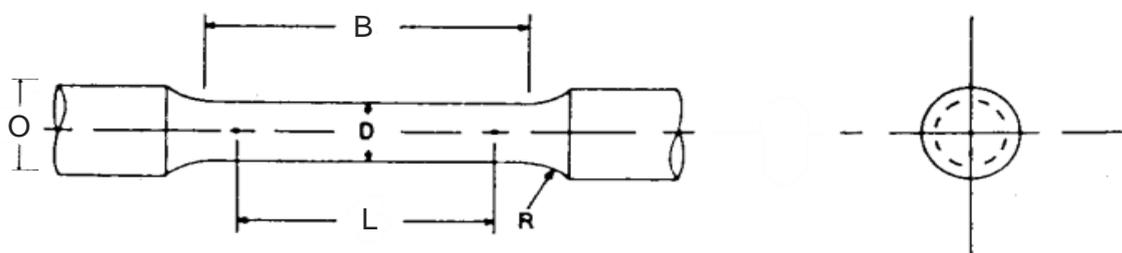


Ilustración 30: Dimensiones y geometría de probeta de ensayo a tracción. Fuente Norma ASTM E8 (Ingmecausta, 2015).

Tabla 6: Dimensiones de las probetas para el ensayo a tracción, bajo la Norma ASTM E8 (Ingmecausta, 2015).

Dimensiones en mm	
Especímen de pequeño tamaño proporcional a la estándar.	
L – Longitud Calibrada.	24 ± 0.1
D – Diámetro 1.	6 ± 0.1
R – Radio de relleno, mínimo	6
B – Longitud de la sección reducida, mínima.	30
O – Diámetro 2.	8 ± 0.1

Nota 1: Las dimensiones de los extremos con rosca métrica son: diámetro 10 mm y longitud de cada sección 14 mm.

Nota 2: la longitud total mínima de la probeta es 85mm.

1.4. Materiales o equipos

1.4.1. Prototipo máquina a Tracción

El prototipo mecánico tiene como funcionamiento generar una fuerza sobre una probeta metálica, hasta alcanza la ruptura del material (*Ver ilustración 2*).

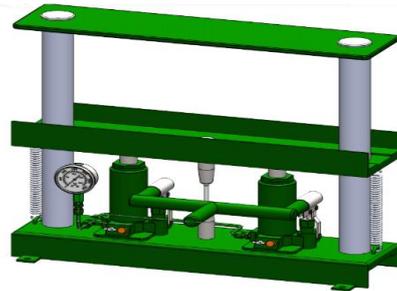


Ilustración 31: Prototipo mecánico (Tracción). Fuente: autores.

1.4.2. Probetas (materiales)

Los materiales con las cuales están construidas las probetas, para el desarrollo de la experimentación son (bronce latón, cobre , acero , aluminio) (*Ver ilustración 3*).



Ilustración 32: Probetas de diferentes materiales. Fuente: autores.

1.4.3. Celular con modo cámara lenta.

Para un buen desarrollo de la experimentación se debe de contar con un celular en modo cámara lenta para el registro de la presión marcada por el manómetro (*Ver ilustración 4*).



Ilustración 33: Celular con modo o aplicación en cámara lenta.

1.4.4. Pie de Rey Digital

Para una toma de datos confiables, es recomendado realizar todas las mediciones por medio de un pie de rey digital, con las unidades en mm (*Ver ilustración 5*).



Ilustración 34: Pie de rey digital. Fuente: Autores.

1.5. Preparación de los materiales

- verificar que las probetas cumplan con las dimensiones y geometría (*Ver numeral 1.3*).
- Se debe inspeccionar que los rieles circulares se encuentren engrasados (*Ver Ilustración 2, Manual de uso prototipo mecánico*).
- Asegurar que la mordaza inferior se encuentre ajustada correctamente. (*Ver Ilustración 2, Manual de uso prototipo mecánico*).

1.6. Precauciones de uso

- No interponer objetos en la zona de trayectoria de la palanca de aplicación de carga.

Nota: Trabajar con las debidas precauciones y solicitar asesoría por parte del técnico de laboratorio ante cualquier duda sobre el manejo del prototipo.

1.7. Preguntas previas

Estas preguntas deben ser desarrolladas por cada equipo de trabajo, antes de dar inicio al ensayo.

- ¿Qué esperan observar en el ensayo?
- ¿En qué sección de la probeta se espera encontrar la falla?
- ¿Cuál de los materiales consideran que tendrá el mayor esfuerzo normal y el de falla?
- ¿Qué graficas comparativas creen que deben usar para ilustrar los resultados de la experimentación?
- ¿Cómo esperan que se comporten las gráficas obtenidas en el laboratorio?

1.8. Procedimiento

1.8.1. Montaje

Se procede a realizar la instalación de la probeta en las mordazas que se encuentran ubicadas en la parte inferior y superior de las placas (*Ver ilustración 6*).

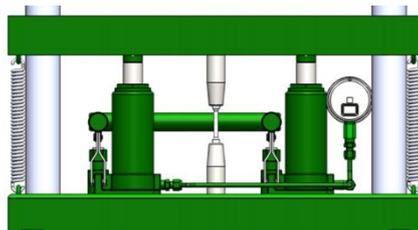


Ilustración 35: Instalación correcta de mordazas. Fuente:

A continuación se desairan los gatos hidráulicos con el fin de proceder a ajustar la placa móvil con la mordaza superior (*Ver ilustración 7*).

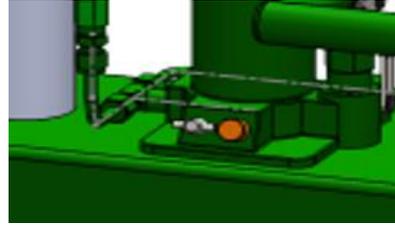


Ilustración 36: Gato hidráulico desairado. Fuente: autores

Una vez desairados los gatos hidráulicos, con ayuda de la llave y el tornillo Bristol se lleva la placa a su estado inicial (este se enrosca en sentido de las manecillas del reloj), verificando que entre la mordaza y la placa no se debe evidenciar ningún espacio (*Ver ilustración 8*), obteniendo así un buen montaje.



Ilustración 37: Enroscamiento a través de llave y tornillo Bristol. Fuente: autores

1.8.2. Aplicación de la fuerza

Ubique el celular frente al manómetro y proceda a grabar en modo cámara lenta; Aplique una fuerza externa a la probeta, tomando la palanca de los gatos hidráulicos y realizando un movimiento hacia la parte inferior de la máquina (*Ver Ilustración 9*), hasta obtener la falla de la probeta.



Ilustración 38: Grabación durante la aplicación de la fuerza. Fuente: Autores.

Nota: La fuerza externa se debe aplicar a una velocidad lenta y constante.

1.8.3. Toma de datos

Uno de los datos necesarios para calcular la fuerza ejercida por los gatos hidráulicos es la medición del diámetro interno del émbolo (*Ver ilustración 10*).



Ilustración 39: Émbolo del gato hidráulico. Fuente: Autores

Para los datos iniciales de las probetas, se realiza la medición en dos direcciones (*Ver ilustración 11*), este proceso se realiza para el diámetro y la Longitud total de la probeta.



Ilustración 40: Toma de medidas con Pie de Rey: Autores.

Cada vez que la palanca llegue a su posición inicial (Punto más bajo); se procede a medir los datos longitudinal y transversal de la probeta (*Ver Ilustración 12*).



Ilustración 41: Aplicación de la fuerza. Fuente: Autores.

Nota: al momento de registrar el diámetro en el tramo de la longitud calibrada, se debe tomar el diámetro menor.

1.8.4. Falla de la probeta

Tome registro fotográfico; Para poder retirar la mordaza superior se debe subir un poco más la placa movable con ayuda de los gatos hidráulico, retire la mordaza del extremo superior y proceda a retirar la probeta (**Ver ilustración 13**). Recuerda que la mordaza del extremo inferior se encuentra fija a su placa (**Ver numeral 2.2.3, Ilustración 10, Manual de Uso Prototipo Mecánico**).



Ilustración 42: Retiro de la probeta fallada. Fuente: Autores.

Nota: Recuerde tomar el último dato de la probeta después de ser retirada de la máquina, para evitar posibles medidas extras (debido a que en el momento de falla las dos partes se distancian).

1.9. Análisis y resultados

- Calcule la elongación o alargamiento según la *ecuación 1*.

$\delta = L_f - L_i$ <p>Ecuación 1: Elongación o alargamiento</p>	<p>Donde:</p> <p>δ = Elongación o alargamiento (m). L_f = Longitud final (mm). L_i = Longitud inicial (mm).</p>
--	---

- Calcule el Esfuerzo normal a tracción de la probeta por medio de la *ecuación 2* y el área transversal de la *ecuación 3*.

$\sigma = \frac{F}{A}$ <p>Ecuación 2: Esfuerzo normal (Montoya Vallecilla, 2017).</p> $A = \frac{\pi}{4} (\varnothing)^2$ <p>Ecuación 3: Área transversal.</p>	<p>Donde:</p> <p>σ = Esfuerzo Normal de Probeta (kPa). F = Fuerza axial Aplicada (kN). A = Área transversal de la Probeta (m^2). \varnothing = Diámetro Probeta (m).</p>
--	---

- Calcule el Módulo de Elasticidad por medio de la *ecuación 4* y la deformación unitaria normal Longitudinal de la *ecuación 5*.

$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$ <p>Ecuación 4: Módulo de Elasticidad (Montoya Vallecilla, 2017).</p> $\varepsilon = \frac{\delta}{L_i}$ <p>Ecuación 5: Deformación unitaria Longitudinal (Montoya Vallecilla, 2017).</p>	<p>Donde:</p> <p>E = Módulo de Elasticidad (kPa). σ = Esfuerzo Normal (kPa). ε = Deformación unitaria longitudinal. δ = Elongación o alargamiento (m). L_i = Longitud inicial (mm).</p>
---	---

- Calcule el coeficiente de Poisson por medio de la *ecuación 6* y la deformación unitaria transversal por medio de la *ecuación 7*.

$\nu = \frac{\varepsilon'}{\varepsilon}$ <p>Ecuación 6: Coeficiente de Poisson (Montoya Vallecilla, 2017).</p> $\varepsilon' = \frac{h_f - h_i}{h_i}$ <p>Ecuación 7: Deformación unitaria transversal (Montoya Vallecilla, 2017).</p>	<p>Donde:</p> <p>ν = Coeficiente de Poisson. ε' = Deformación unitaria transversal. ε = Deformación unitaria longitudinal. h_f = Diámetro final probeta (m). h_i = Diámetro inicial probeta (m).</p>
---	---

- Construya la gráfica esfuerzo vs deformación y fuerza vs Elongación de todas las probetas ensayadas en donde los esfuerzos y la fuerza van en el eje vertical y las deformaciones y elongaciones van en el horizontal (Este procedimiento se hace para cada material).
- Calcular módulo de Elasticidad y coeficiente de Poisson, de cada uno de los materiales (**Ver ecuaciones 4 y 6**).
- Construya la gráfica Modulo de Elasticidad vs Deformación unitaria, donde módulo de elasticidad va en el eje vertical y deformación unitaria en el eje horizontal; Se debe realizar un promedio por cada probeta obteniendo así 3 puntos en la gráfica y a través de esta conseguir un promedio final por cada material.
- Elabore un cuadro comparativo, entre los resultados experimentales y los teóricos (**Ver tabla 3 cuadro de datos comparativos ensayo a Tracción**), concluya.

1.10. Preguntas para analizar y concluir.

- ¿Por medio de las gráficas esfuerzo vs deformación y fuerza vs elongación se puede definir el material más dúctil y menos dúctil, porque?
- ¿En un material dúctil como se determina la fluencia?
- ¿A través de las gráficas del ensayo de tracción la probeta falla con una carga inferior a la máxima soportada, porque?
- ¿En qué influye que un material tenga un alto grado de estricción

Tabla 8: Cuadro de datos comparativos ensayo a Tracción.

Resistencia a Tracción - Materiales dúctiles.				
(Cuadro comparativo)				
Promedios por probeta				
Tipo de material	Probeta	Esfuerzo normal (σ)	Módulo de Elasticidad (E)	Coefficiente de Poisson (ν)
	N°	kPa	kPa	
	1			
	2			
	3			
	1			
	2			
	3			
	1			
	2			
	3			

2. BIBLIOGRAFÍA.

- Ingmecausta. (21 de Noviembre de 2015). Norma ASTM E8/E8M. Obtenido de <https://ingmecausta.wordpress.com/2015/11/21/norma-astm-e8e8m/>
- Montoya Vallecilla, J. O. (2017). Mecánica de materiales. Ibagué: Ediciones Unibagué.