



Instituto Politécnico Nacional

**Centro de Estudios Científicos y
Tecnológicos 7 “Cuauhtémoc”**



**Unidad de aprendizaje: Ensayos Destructivos en la
Soldadura**

Ensayo de Compresión en Acero y Aluminio

Profesor Titular: Bernache González César

Profesor Auxiliar: Neri Vega Jesús Gerardo

Alumnos:

Alvarado Guzmán Erick

Esquivel Maldonado Oswaldo Josafat

González Cabrera Carlos Uriel

Tellez Salgado Eliud

Varela Ramírez Ángel Aarón

Equipo 01

Grupo 4IVA

Ciclo Escolar 2024-1

Fecha de entrega: 27/04/24

Índice.

1	Introducción.....	3
2	Objetivo de la práctica.....	4
	2.1 Cálculos previos.....	4
	2.1.1 Probeta chica de aluminio.....	4
	2.1.2 Probeta mediana de aluminio.....	5
	2.1.3 Probeta larga de aluminio.....	5
	2.1.4 Probeta chica de acero.....	6
	2.1.5 Probeta mediana de acero.....	6
	2.1.6 Probeta larga de acero.....	7
3	Introducción Teórica.....	8
4	Descripción de materiales y equipo.....	11
	4.1 Material (Probetas).....	11
	4.2 Equipo y accesorios.....	12
	4.3 Herramientas	15
5	Desarrollo de la práctica.....	17
	5.1 Probeta chica de acero.....	17
	5.2 Probeta mediana de acero.....	21
	5.3 Probeta larga de acero.....	25
	5.4 Probeta chica de aluminio.....	28
	5.5 Probeta mediana de aluminio.....	32
	5.6 Probeta larga de aluminio.....	36
6	Observaciones generales.....	39
7	Conclusiones generales.....	41
8	Bibliografía y Cibergrafía.....	44

Introducción

El ensayo de compresión, se emplea para referirse a un ensayo en el cual una probeta es sometida a una carga gradualmente creciente hasta que ocurre la falla deseada.

Un ensayo de compresión se logra sometiendo a una pieza de un material determinado a una carga de los extremos que produce una reducción en la longitud de la pieza dentro de los límites prácticos.

Tiene como finalidad conocer el comportamiento del material bajo deformaciones permanentemente grandes, que el material presente comportamiento frágil a tracción, comprobar las propiedades mecánicas de los materiales utilizados, en este caso fueron 6 probetas utilizadas para el ensayo, 3 de acero (corta, mediana y larga) y 3 de materiales no ferrosos.

Al ensayar materiales dúctiles, debido al rozamiento existente entre los platos de la máquina y la probeta, esta última generalmente no se rompe, pero adquiere forma de barril.

En caso de que se llegue a la rotura del material ensayado, ésta se produce según planos inclinados a, aproximadamente, 45° o en forma de grietas.

Se busca como objetivo probar la resistencias de las probetas en cuanto a la compresión que se ven sometidas y corroborar su resistencia, módulo de elasticidad y deformación del material al final del ensayo.

Objetivo de la práctica

Esta práctica consta de tres ensayos de compresión con los mismos dos materiales de la práctica de tensión, los cuales son acero y aluminio y tiene como objetivo el poder observar las propiedades mecánicas de ambos metales, centrándonos más específicamente a su resistencia a ser aplastados (en términos de compresión), lo que es lo mismo a ver cuántos kilos pueden soportar los materiales en cuanto a carga se refiere, al mismo tiempo que se nos brinda datos sobre la información simple cada que la carga aumenta.

Con los datos que nos da la maquina se pueden hacer los cálculos pertinentes para ver el esfuerzo y la deformación unitaria que han sufrido los materiales en cada ensayo, los valores que resultan de tales cálculos nos indican varias propiedades como la elasticidad o módulo elástico, el límite elástico o el punto máximo de elasticidad del cuerpo, el esfuerzo de cedencia, la resistencia máxima a la tensión; También al analizar la gráfica de Esfuerzo-Deformación se pueden deducir su compresibilidad, resiliencia y comportamiento de material.

Cálculos Previos

Probeta corta de aluminio

Carga máxima a considerar para la probeta chica de Aluminio (Considerando como referencia un aluminio 6061).

DATOS:

Esfuerzo Permisible para aluminio 6061: 450MPa

Área transversal de la probeta (Ø9.4mm): 69.34mm²

Cálculos para la carga.

$$\sigma_p = 450 \text{ MPa} = 450 \times 10^6 \text{ N/m}^2 \left(\frac{1 \text{ m}^2}{1 \times 10^6 \text{ mm}^2} \right) \left(\frac{1 \text{ kgf}}{9.8 \text{ N}} \right) = 45.9 \text{ kgf/mm}^2$$

$$P = \sigma_p * A = (45.91 \text{ kgf/mm}^2) (69.39 \text{ mm}^2) = 3185.69 \text{ kgf}$$

Resultados:

	Kgf	N	Lb
Carga Máxima Aluminio (corta)	2604.93	25545.63	5742.88

Probeta mediana de aluminio

Carga máxima a considerar para la probeta mediana de Aluminio (Considerando como referencia un aluminio 6061).

DATOS:

Esfuerzo Permisible para aluminio 6061: 100MPa

Área transversal de la probeta (Ø9.6mm):72.38mm²

Cálculos para la carga.

$$\sigma_p = 100 \text{ MPa} = 100 \times 10^6 \text{ N/m}^2 \text{ (1m}^2 / 1 \times 10^6 \text{mm}^2) \text{ (1kgf / 9.8 N)} = 10.20 \text{kgf/mm}^2$$

$$P = \sigma_p * A = (10.20 \text{kgf/mm}^2) (72.38 \text{mm}^2) = 738.276 \text{kgf}$$

Resultados:

	Kgf	N	Lb
Carga Máxima Aluminio(mediana)	3322.96	32587.10	7325.87

Probeta larga de aluminio

Carga máxima a considerar para la probeta larga de Aluminio (Considerando como referencia un aluminio 6061).

DATOS:

Esfuerzo Permisible para aluminio 6061: 100MPa

Área transversal de la probeta (Ø9.4mm): 72.38mm²

Cálculos para la carga.

$$\sigma_p = 100 \text{ MPa} = 100 \times 10^6 \text{ N/m}^2 \text{ (1m}^2 / 1 \times 10^6 \text{mm}^2) \text{ (1kgf / 9.8 N)} = 10.20 \text{kgf/mm}^2$$

$$P = \sigma_p * A = (10.20 \text{kgf/mm}^2) (72.38 \text{mm}^2) = 738.276 \text{kgf}$$

Resultados:

	Kgf	N	Lb
Carga Máxima Aluminio(larga)	3322.96	32587.10	7325.87

Probeta corta de acero

Carga máxima a considerar para la probeta corta de acero (Considerando como referencia un acero 1006 de bajo carbono).

DATOS:

Esfuerzo Permisible para acero 1006: 1770MPa

Área transversal de la probeta ($\varnothing 8.5\text{mm}$): 56.74mm^2

Cálculos para la carga.

$$\sigma_p = 1770 \text{ MPa} = 1770 \times 10^6 \text{ N/m}^2 (1\text{m}^2 / 1 \times 10^6 \text{mm}^2) (1\text{kgf} / 9.8 \text{ N}) = 180.61\text{kgf/mm}^2$$

$$P = \sigma_p * A = (180.61\text{kgf/mm}^2) (56.74\text{mm}^2) = 10247.81\text{kgf}$$

Resultados:

	Kgf	N	Lb
Carga Máxima Acero (corta)	10247.81	100496.68	22592.55

Probeta mediana de acero

Carga máxima a considerar para la probeta mediana de acero (Considerando como referencia un acero 1006 de bajo carbono).

DATOS:

Esfuerzo Permisible para acero 1006: 330MPa

Área transversal de la probeta ($\varnothing 8.5\text{mm}$): 56.74mm^2

Cálculos para la carga.

$$\sigma_p = 330 \text{ MPa} = 330 \times 10^6 \text{ N/m}^2 (1\text{m}^2 / 1 \times 10^6 \text{mm}^2) (1\text{kgf} / 9.8 \text{ N}) = 45.9\text{kgf/mm}^2$$

$$P = \sigma_p * A = (45.91\text{kgf/mm}^2) (56.74\text{mm}^2) = 2604.93\text{kgf}$$

Resultados:

	Kgf	N	Lb
Carga Máxima Acero (mediana)	2604.93	25545.63	5742.88

Probeta larga de acero

Carga máxima a considerar para la probeta larga de acero (Considerando como referencia un acero 1006 de bajo carbono).

DATOS:

Esfuerzo Permisible para acero 1006: 330MPa

Área transversal de la probeta (Ø8.5mm): 56.74mm²

Cálculos para la carga.

$$\sigma_p = 330 \text{ MPa} = 330 \times 10^6 \text{ N/m}^2 \left(\frac{1 \text{ m}^2}{1 \times 10^6 \text{ mm}^2} \right) \left(\frac{1 \text{ kgf}}{9.8 \text{ N}} \right) = 45.9 \text{ kgf/mm}^2$$

$$P = \sigma_p * A = (45.91 \text{ kgf/mm}^2) (56.74 \text{ mm}^2) = 2604.93 \text{ kgf}$$

Resultados:

	Kgf	N	Lb
Carga Máxima Acero (mediana)	2604.93	25545.63	5742.88

Introducción teórica

¿En qué consiste el ensayo de compresión?

Durante el ensayo, se introduce una **probeta cilíndrica del material que se quiere ensayar** en unas prensas especiales. Una vez allí, el cilindro va recibiendo una mayor presión siguiendo el régimen preestablecido hasta que se rompe, **quedando registrados todos los datos necesarios en los indicadores de la prensa.**

Los datos del ensayo proporcionan resultados en forma de diagrama de tensión-deformación que, entre otras cosas, muestra lo siguiente;

- El **límite de fluencia**, punto a partir del cual el material entra en estado de fluencia, deformación irre recuperable de la probeta.
- El **límite de resistencia única o límite de rotura**, que representa la máxima tensión alcanzada por un material antes de romperse.
- El **punto de rotura**, que indica la tensión exacta con la que el material llega a romperse.



Maquina universal IBERTEST

Fabricado conforme a las normas EN10002-2; ASTM E4, ISO 7500-1; DIN 51221; BS1610

Cumple las exigencias de las principales normas de ensayos a nivel internacional como ISO 6892 o ASTM E23 además de la legislación vigente en materia de seguridad de máquinas.

Las máquinas de ensayo disponen de diferentes cabezales de ensayo, así como otro dispositivo de ensayo, que permiten realizar diferentes tipos de ensayo:

- **Ensayo de tracción** según ISO 6892, ISO 1608, EN 10002-1 y ASTM E23
 - **Ensayo de compresión** ASTM D695
 - **Ensayo de flexión** según ASTM E290
 - **Ensayo de plegado**
 - **Ensayo de fatiga** (a bajas frecuencias)
 - Otros como los ensayos según NADCAP GE-S400, CREEP, ASTM E 139
- Todos estos ensayos realizados en multitud de materiales distintos como:

- Acero
- Aluminio
- Otros metales
- Materiales compuestos
- Maderas
- Cemento
- Hormigón (concreto)

Especificaciones:

Modelo: MIB 20

Número de escalas 4

Capacidad máxima de carga 20000Kg

¿Cuál es la finalidad del ensayo?

Los **ensayos de compresión** evalúan la seguridad, durabilidad e integridad de materiales y componentes. Este tipo de ensayos, es de uso **habitual** para valorar el aguante de piezas acabadas. Estas pueden tener cambios como, por ejemplo:

- Puede cambiar su tamaño debido a una expansión
- Esta obtendrá una deformación permanente

Materiales dúctiles:

Los **materiales dúctiles** son aquellos capaces de **deformarse plástica y sosteniblemente**, sin romperse o violentar su estructura. Por ejemplo: madera, zinc, plomo, aluminio. Los materiales dúctiles son lo contrario a los materiales frágiles (se fracturan muy fácil cuando se deforman).

Pero tampoco deben confundirse con los materiales maleables (se deforman fácilmente sin romperse cuando se comprimen)

Y sus esfuerzos se calculan hasta la cedencia para materiales dúctiles y se calcula dependiendo de la carga la cual se aplicó en la sección transversal. Su esfuerzo máximo se calcula con la siguiente expresión.

$$Tc = \frac{P}{A_m}$$

A_m se puede calcular de manera directa o también mediante una fórmula, cuando es difícil de hacer directamente de preferencia debe ser con la ecuación.

Fórmula $V_1 = V_2$ y $A_2 = A_1 h_1 / h_2 = A_m$

V = Volumen

H = Altura

A_m = Área Inicial

Cómo funciona la máquina universal IBERTEST Modelo: MIB 20:

Calentar la máquina: Antes de poner los accesorios se debe calentar de forma que se abrirán válvulas para bajar y subir 20 veces y hacer los cálculos previos para poder escoger la escala con la cual se va trabajar.

Montar los Accesorios de la máquina: Poner todos sus accesorios en este caso como se trata del ensayo de compresión se utilizarán: Plato inferior, Plato superior, Varilla como soporte en el plato superior. Una vez todo está todo bien alineado se podrá empezar:

Inicio de la práctica: Una vez configurados los parámetros, se inicia la prueba. La máquina aplica gradualmente una carga a la muestra, ya sea en forma de tensión, compresión o flexión, mientras registra la respuesta del material a esa carga.

Registro de datos: Mediante la escala que se utilizó se debe ir registrando las deformaciones para tener un registro de estas mismas. Y analizarlas.

Análisis de resultados: Una vez completada la prueba, se analizan los datos recopilados para determinar las propiedades mecánicas del material, como resistencia, rigidez, tenacidad, etc. Esto puede implicar calcular la tensión y la deformación, así como identificar el punto de fractura o falla

Descripción de materiales y equipo

Material:

Probetas de aluminio

Composición: Aluminio

Maquinado: Torno mecánico

Material utilizado: barra de 9.6mm de diámetro

Grande:

largo	63.5mm
diámetro	9.6mm

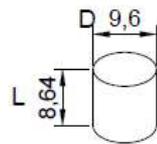
Mediana:

Largo	27mm
Diámetro	9.6mm

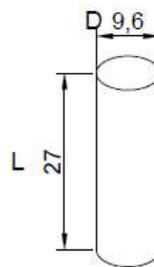
Chica:

Largo	10.04mm
Diámetro	9.4mm

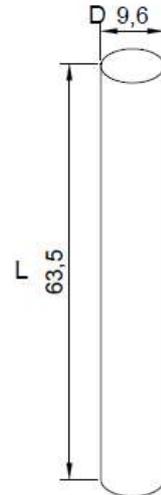
PROBETA CORTA DE ALUMINIO



PROBETA MEDIANA DE ALUMINIO



PROBETA LARGA DE ALUMINIO



Probetas de acero

Composición: Acero dulce

(acero de bajo carbono)

Maquinado: Torno mecánico

Material utilizado: Barra de 8.5mm de diámetro

Grande:

Largo	63.6mm
Diámetro	8.5mm

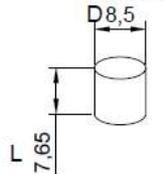
Media:

Largo	25.5mm
Diámetro	8.5mm

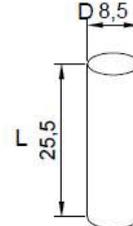
Chica:

Largo	7.65mm
Diámetro	8.5mm

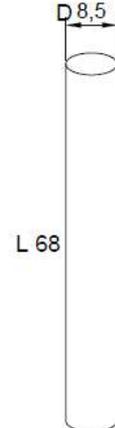
PROBETA CORTA DE ACERO



PROBETA MEDIANA DE ACERO



PROBETA LARGA DE ACERO



Equipo y Accesorios

Máquina de ensayos universal IBERTEST:

La máquina **ibertest** es del año 1982 y modelo: MIB 20, cuenta con distintas escalas de fuerza:

1:1-20000N

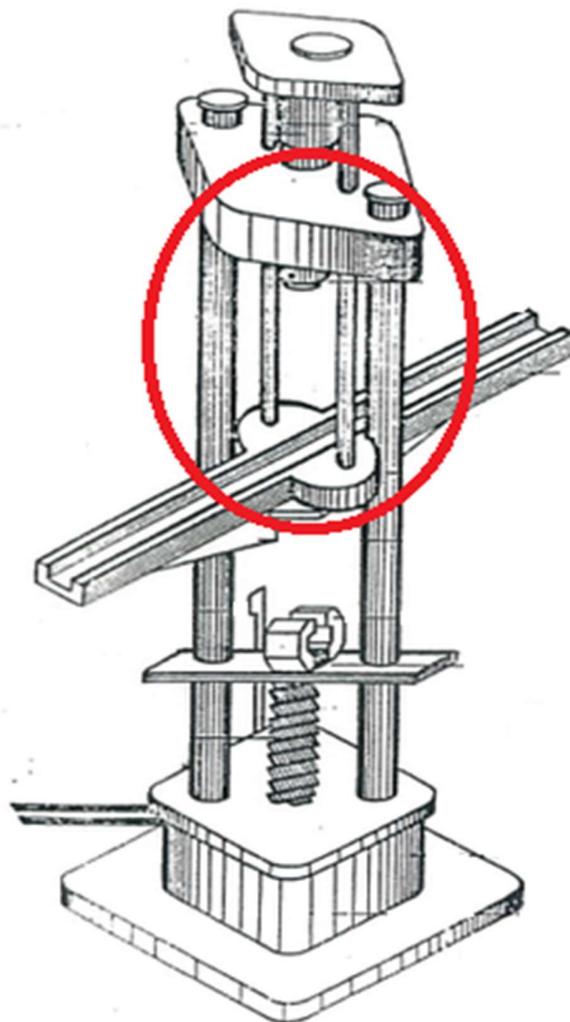
1:2-10000N

1:5-4000N

Aunque los máximos de fuerza de la maquina sean los antes mencionados, para un mayor cuidado se recomienda usar el 80% de fuerza de cada escala.

La máquina es hidráulica y utiliza como fluido el aceite, para ejercer la presión en la probeta.

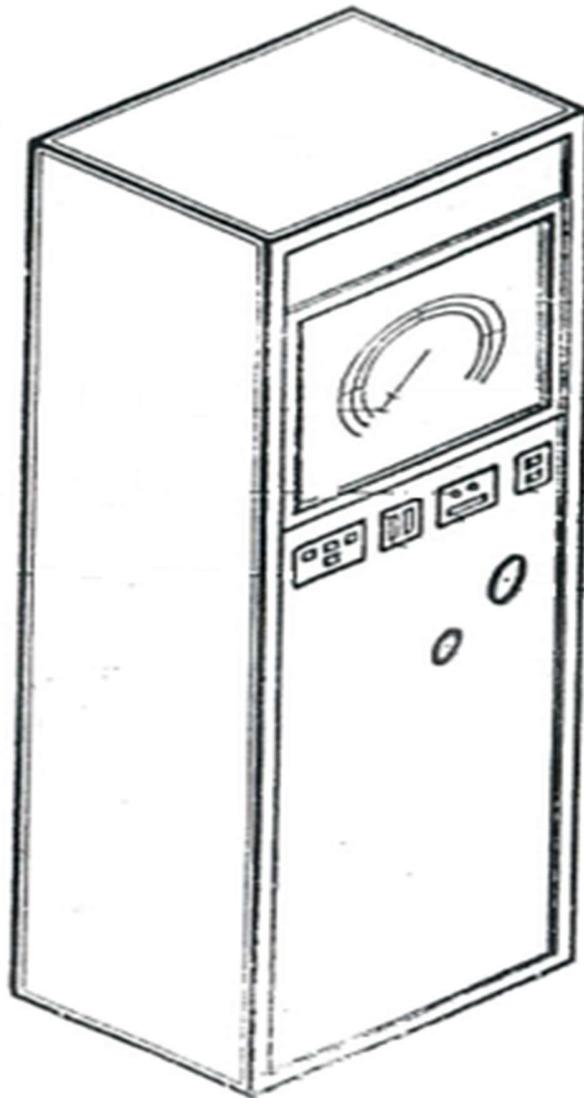
En la maquina se pueden realizar varios ensayos, pero en este caso se utilizó para los ensayos de compresión, los ensayos de compresión se realizan en la parte superior de la maquina (señalado por el círculo rojo).



Panel de control:

El panel de control maneja a la máquina de ensayos destructivos, donde se prende o apaga la máquina, donde se acomodan o se ponen en cero las manecillas que indican la carga, donde bajas y subes el cabezal superior con las válvulas, y donde te indica si la maquina se encuentra obstruida o no.

Esta requiere de una conexión eléctrica, con una tensión de unos 220 volteos y con una frecuencia de 60Hz



Plato inferior



Platos superior e inferior

Los planos son discos de gran espesor que se colocan en la parte superior antes mencionada en la maquina ibertest. El plato inferior es un un disco con un pequeño cilindro el cual es para insertarlo a la máquina. El plato superior es igual un disco, pero con un cilindro de mayor diámetro y con un agujero al costado, el cual es para insertarlo en la máquina.

Plato superior



Perno como soporte en el plato superior

Es una varilla de gran longitud y grosor, el cual sostiene al plato superior al ser colocado en la maquina



Herramientas

Maneral:

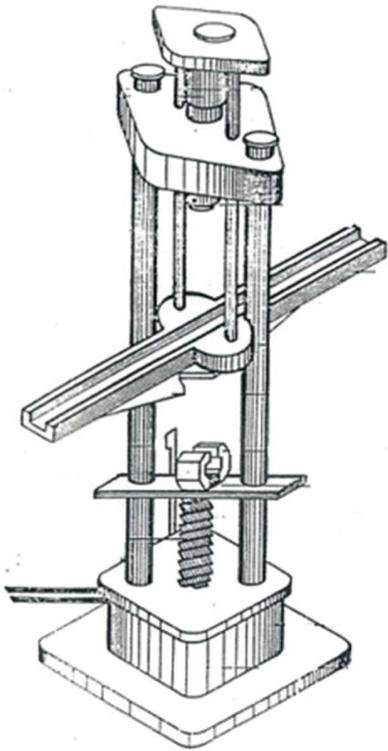
Herramienta en forma de L tumbada en cuya punta es un cubo para insertarse en tornillos o dados, esta es usada para hacer palanca.

Dado estriado de 1 3/16:

sirve para apretar o aflojar tuercas, tornillos y otros elementos de sujeción, con una mayor rapidez para embonar en tuercas o tornillos.



Máquina ibertest



Desarrollo de la práctica

Probeta corta de acero

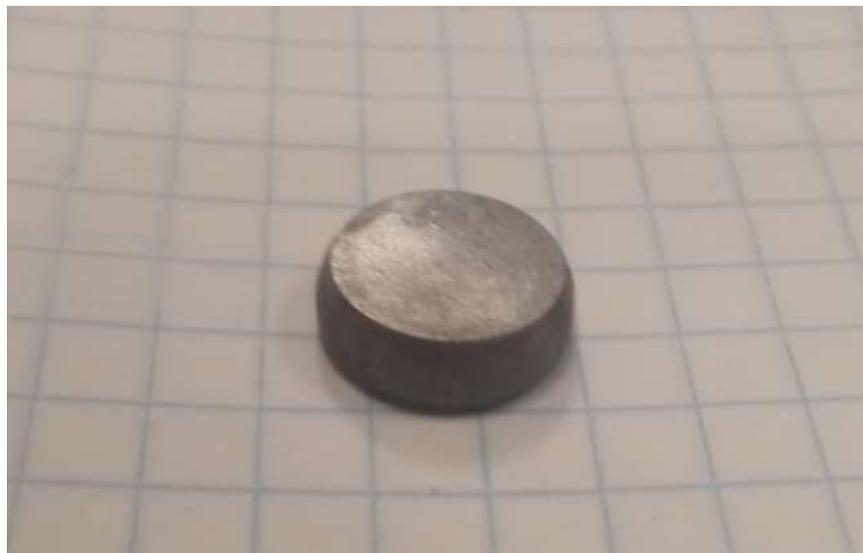
En la preparación de la probeta chica, primero prendemos la maquina universal ibertest dejándola encendida por 30 minutos para que se caliente y empiece a bombear aceite hacia el cabezal superior, utilizamos la escala deseada para el ensayo, después nos aseguramos de que la probeta este estandarizada, sin que tenga algún tipo de deformidad o que este dispereja de los cabezales, ya una vez realizado esto buscamos los discos para colocarlos en la maquina ibertest, hubo un error con uno de los discos ya que no se verifico que el disco quedara en la parte donde le corresponde ir colocada, ya que el disco era pequeño y no se tomó en cuenta eso.

Ya con los discos puestos medimos la probeta con el vernier para tener sus medidas tanto del área y de su longitud para sacar los cálculos previos al ensayo de compresión, acabando de tomar sus medidas con cinta negra se coloca el vernier digital para poder medir la deformación que vaya sufriendo la probeta a lo largo del ensayo y poder anotarlo en una tabla donde se llevara el registro de la carga, deformación y el número de eventos, ya una vez realizado lo anterior colocamos la probeta justamente en medio de los discos de compresión para poder realizar y aplicar la carga correspondiente y ahora si iniciar con el ensayo.

Ya una vez en el ensayo tres personas están al pendiente del ensayo, una persona con la tabla ya escrita en el pizarrón anotara la carga y la deformación que vaya sufriendo el material, otra persona estará viendo en la maquina la cantidad de carga que está siendo sometida la probeta chica de acero y para finalizar otra persona con el vernier ya colocado vera la deformación en milímetros que vaya sufriendo el material de acuerdo con la carga que está siendo sometida, estos dos últimos gritaran a la persona que lleve el registro la carga y la cantidad de deformación que esté sufriendo el material.

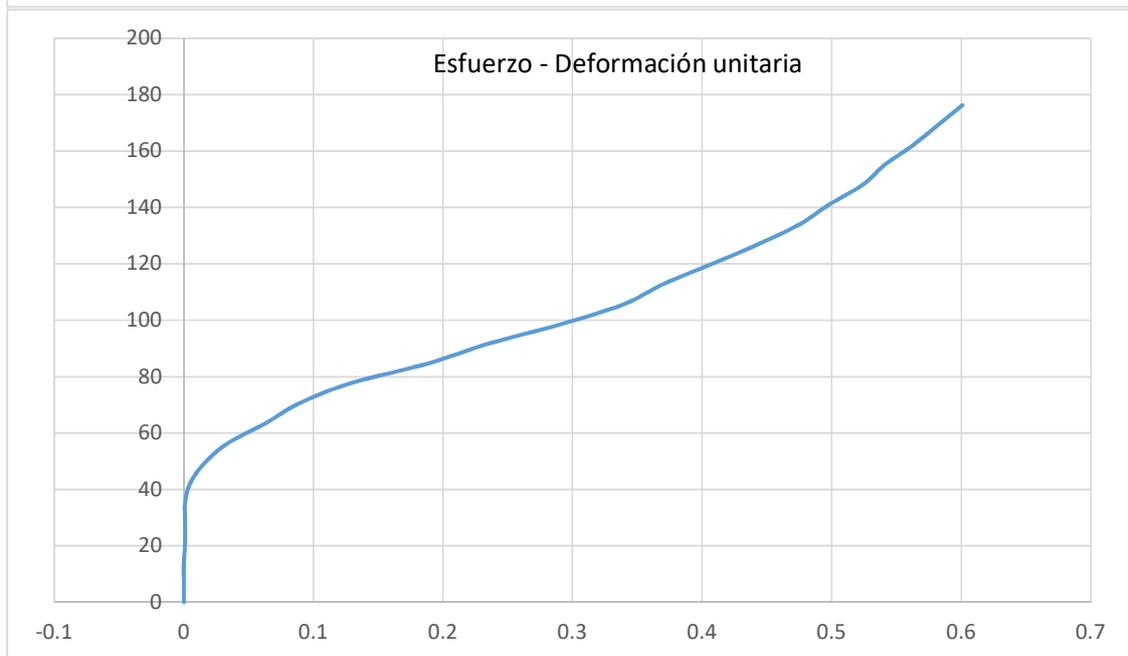
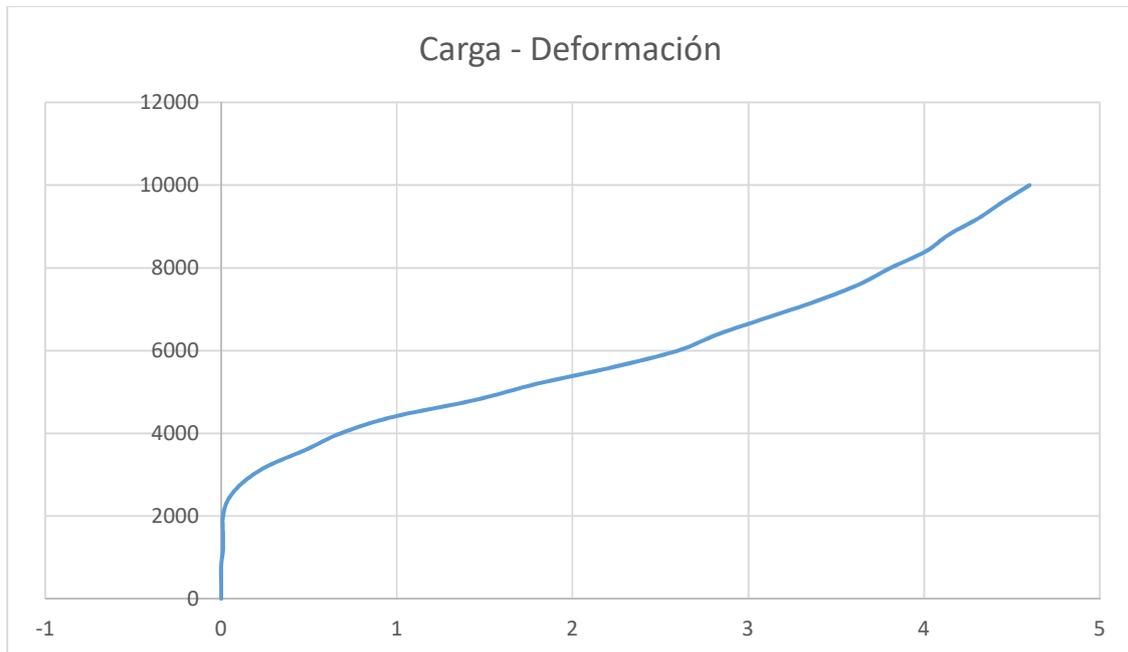
Acabando el ensayo y terminando de anotar los datos ya mencionados en la tabla, levantamos el cabezal superior para quitar la probeta una vez ya deformada para poder sacarles sus medidas finales, tanto del área y la longitud final para después realizar y tener los resultados finales del ensayo, así mismo también verificamos como quedo la probeta al final del ensayo, en este caso como fue chica y de acero, quedo en forma de barril con un área mayor y una longitud menor a la inicial.

Ya una vez finalizado el ensayo, apagamos la máquina, quitamos los discos para ponerlos en su sitio correspondiente y guardamos la probeta para tomarle las fotos para que sean verificados y analizados en los resultados finales del ensayo.



Probeta corta de acero (datos obtenidos)

<i>Ev.</i>	<i>DL (mm)</i>	<i>Carga (kgf)</i>	<i>def unit</i>	<i>Esfuerzo (kgf/mm²)</i>
1	0.00	0	0.000	0.00
2	0.00	400	0.000	7.05
3	0.00	800	0.000	14.10
4	0.01	1200	0.001	21.15
5	0.01	1600	0.001	28.20
6	0.01	2000	0.001	35.25
7	0.04	2400	0.005	42.30
8	0.12	2800	0.016	49.35
9	0.26	3200	0.034	56.40
10	0.48	3600	0.063	63.45
11	0.68	4000	0.089	70.50
12	0.98	4400	0.128	77.55
13	1.44	4800	0.188	84.60
14	1.80	5200	0.235	91.65
15	2.23	5600	0.292	98.70
16	2.60	6000	0.340	105.75
17	2.83	6400	0.370	112.80
18	3.11	6800	0.407	119.84
19	3.39	7200	0.443	126.89
20	3.63	7600	0.475	133.94
21	3.81	8000	0.498	140.99
22	4.01	8400	0.524	148.04
23	4.14	8800	0.541	155.09
24	4.31	9200	0.563	162.14
25	4.45	9600	0.582	169.19
26	4.60	10000	0.601	176.24



Dimensiones de la probeta		
	Antes del ensayo	Después del ensayo
Diámetro	8.5mm	12.34mm
Longitud	7.65mm	4.11mm

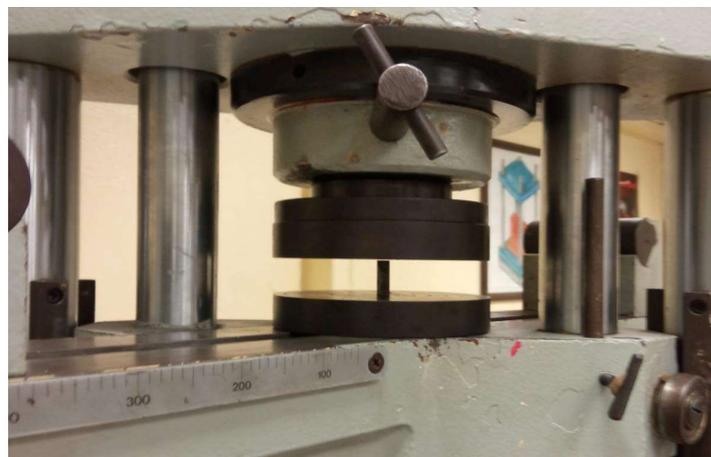
Probeta mediana de acero

Primero antes de empezar con la práctica y poner los accesorios, para poder realizar esta misma tuvimos que calentar la máquina de tal manera en la cual tuvimos que subir y bajar 10 veces el cabezal superior e inferior.

Una vez hecho esto empezamos con la práctica y lo que hicimos fue empezar por poner los accesorios a la máquina el cual consistía de un plato inferior y superior y una varilla la cual iba a servir para soporte del plato superior. Y también se va a colocar un vernier de tal manera que choque con la varilla de la máquina para poder ir tomando las diferentes longitudes de deformidad que va a sufrir la probeta.



Una vez ya se hayan puesto todos estos accesorios se va a poder empezar con la práctica de tal manera con la cual se va a poner la probeta mediana de acero en este caso, sobre el disco inferior y se va a levantar de tal manera que este llegue a chocar muy poco con el disco superior



Y para saber si esta está bien alineada se le va a ejercer una pequeña carga. Una vez se haya confirmado esto se va a poder empezar con la práctica y se van a tener que ir registrando las cargas para poder saber cuál fue la deformación que tuvo cuando se le aplicó esa carga (la escala que se utilizó fue de 1:200 y las cargas se iban registrando de 200 en 200)

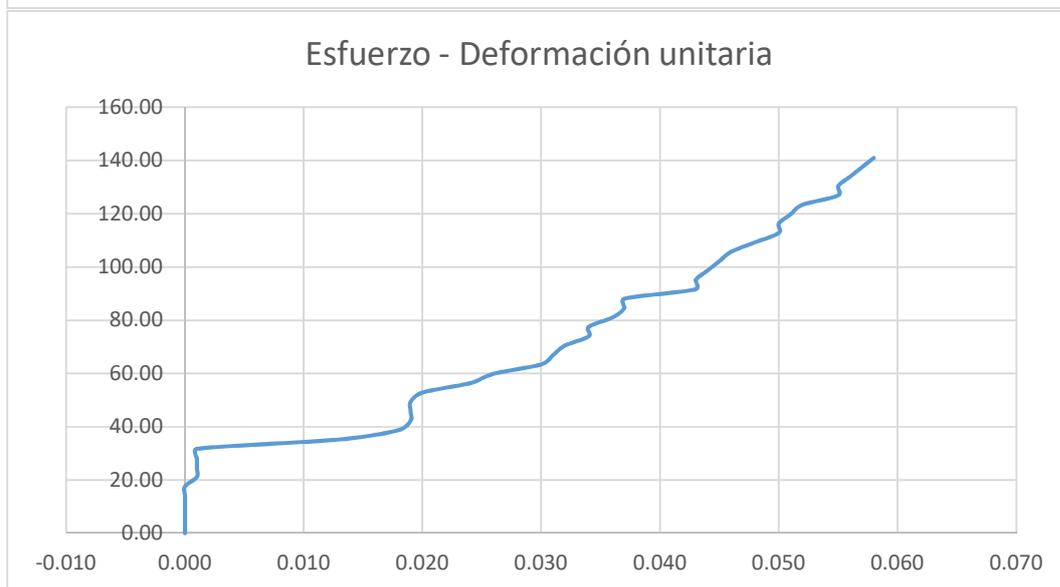
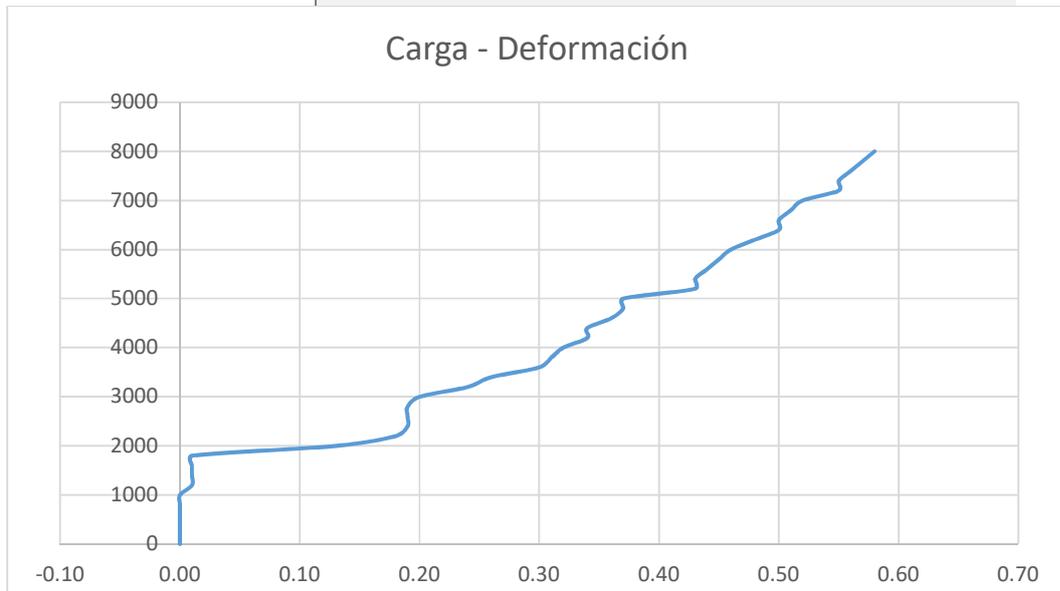
Y por último se vuelven a revisar las medidas para saber cuánta deformación tuvo y para saber si esta deformación fue de expansión o simplemente fue una deformación permanente.

Probeta mediana de acero (datos obtenidos)

<i>Ev.</i>	<i>DL (mm)</i>	<i>Carga (kgf)</i>	<i>def unit</i>	<i>Esfuerzo (kgf/mm²)</i>
1	0.00	0	0.000	0.00
2	0.00	200	0.000	3.52
3	0.00	400	0.000	7.05
4	0.00	600	0.000	10.57
5	0.00	800	0.000	14.10
6	0.00	1000	0.000	17.62
7	0.01	1200	0.001	21.15
8	0.01	1400	0.001	24.67
9	0.01	1600	0.001	28.20
10	0.01	1800	0.001	31.72
11	0.13	2000	0.013	35.25
12	0.18	2200	0.018	38.77
13	0.19	2400	0.019	42.30
14	0.19	2600	0.019	45.82
15	0.19	2800	0.019	49.35
16	0.20	3000	0.020	52.87
17	0.24	3200	0.024	56.40
18	0.26	3400	0.026	59.92
19	0.30	3600	0.030	63.45
20	0.31	3800	0.031	66.97
21	0.32	4000	0.032	70.50
22	0.34	4200	0.034	74.02
23	0.34	4400	0.034	77.55
24	0.36	4600	0.036	81.07
25	0.37	4800	0.037	84.60
26	0.37	5000	0.037	88.12
27	0.43	5200	0.043	91.65
28	0.43	5400	0.043	95.17
29	0.44	5600	0.044	98.70
30	0.45	5800	0.045	102.22
31	0.46	6000	0.046	105.75
32	0.48	6200	0.048	109.27
33	0.50	6400	0.050	112.80
34	0.50	6600	0.050	116.32
35	0.51	6800	0.051	119.84
36	0.52	7000	0.052	123.37

Ensayos Destructivos en Soldadura 4to semestre

37	0.55	7200	0.055	126.89
38	0.55	7400	0.055	130.42
39	0.56	7600	0.056	133.94
40	0.57	7800	0.057	137.47
41	0.58	8000	0.058	140.99



Dimensiones de la probeta		
	Antes del ensayo	Después del ensayo
Diámetro	8.5mm	8.41mm
Longitud	25.50mm	25.44mm

Probeta larga de acero

Lo primero que hicimos fue colocar los platos superior e inferior, luego colocamos un vernier de modo que este tocara una varilla de la máquina que en su momento cumplía la función de indicar la longitud de deformidad, pero ahora ese propósito lo tendría el vernier. Ya con todo esto colocado, se pone la probeta encima de del plato inferior, de modo que esta parada en su base, luego subimos la probeta junta al plato inferior con la válvula de carga, hasta que la probeta apenas toque el plato superior.

Una vez colocado como se muestra en la imagen, podemos abrir la válvula de carga y empezar con el ensayo.

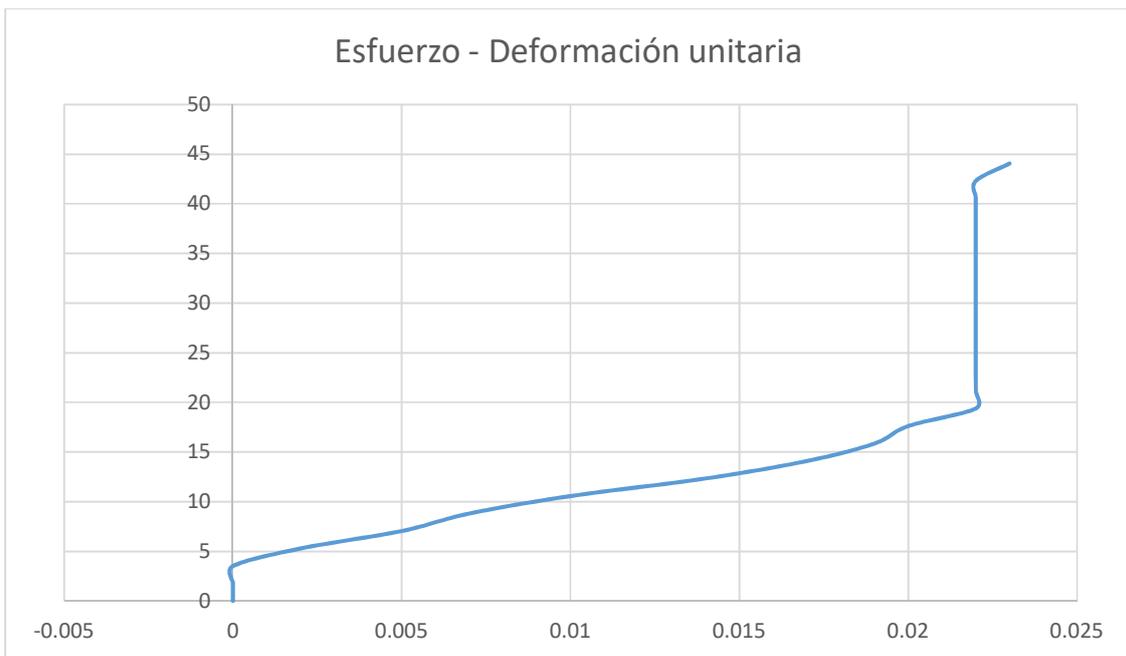


Durante el ensayo se hizo una tabla en el pizarrón el cual tenía escrita las cargas, estas iban de 100 en 100, cada vez que el panel de control mostraba que el medidor pasaba por una de las cargas escritas, un compañero decía “carga”, y otro el cual veía el vernier sujeto a la maquina gritaba la longitud de la deformidad (ΔL) que llevaba.

Una vez terminado el ensayo, se toman las medidas del diámetro de esta para ver cuánto fue su porcentaje de expansión.

Probeta larga de acero (datos obtenidos)

<i>Ev.</i>	<i>DL (mm)</i>	<i>Carga (kgf)</i>	<i>def unit</i>	<i>Esfuerzo (kgf/mm²)</i>
1	0	0	0.000	0.00
2	0	100	0.000	1.76
3	0.01	200	0.000	3.52
4	0.2	300	0.002	5.29
5	0.41	400	0.005	7.05
6	0.061	500	0.007	8.81
7	0.87	600	0.010	10.57
8	1.19	700	0.014	12.34
9	1.46	800	0.017	14.10
10	1.65	900	0.019	15.86
11	1.76	1000	0.020	17.62
12	1.85	1100	0.022	19.39
13	1.87	1200	0.022	21.15
14	1.88	1300	0.022	22.91
15	1.89	1400	0.022	24.67
16	1.9	1500	0.022	26.44
17	1.9	1600	0.022	28.20
18	1.9	1700	0.022	29.96
19	1.9	1800	0.022	31.72
20	1.91	1900	0.022	33.49
21	1.91	2000	0.022	35.25
22	1.92	2100	0.022	37.01
23	1.92	2200	0.022	38.77
24	1.93	2300	0.022	40.54
25	1.93	2400	0.022	42.30
26	1.94	2500	0.023	44.06



Dimensiones de la probeta		
	Antes del ensayo	Después del ensayo
Díametro	8.5mm	8.41mm
Longitud	64mm	63.58

Probeta corta de aluminio

En la preparación para la probeta chica de aluminio se siguen prácticamente los mismos pasos, primero prendemos la maquina universal ibertest dejándola encendida por 30 minutos para que se caliente y empiece a bombear aceite hacia el cabezal superior, utilizamos la escala deseada para el ensayo y poder leer la carga que se le está aplicando, después nos aseguramos de que la probeta este estandarizada, sin que tenga algún tipo de deformidad o que este dispereja de los cabezales, ya una vez realizado esto buscamos los discos para colocarlos en la maquina ibertest, hubo un error con uno de los discos ya que no se verifico que el disco quedara en la parte donde le corresponde ir colocada, ya que el disco era pequeño y no encajaba como tal y no se tomó en cuenta eso.

Ya con los discos puestos medimos la probeta con el vernier digital, midiendo en milímetros para tener sus medidas tanto del área y de su longitud inicial antes del ensayo para sacar los cálculos previos al ensayo de compresión, acabando de tomar las medidas con cinta negra se coloca el vernier digital en la maquina universal para poder medir la deformación que vaya sufriendo la probeta a lo largo del ensayo y poder anotarlos en una tabla donde se llevara el registro de la carga, deformación y el número de eventos ocurridos durante el ensayo, ya una vez realizado lo anterior colocamos la probeta justamente en medio de los discos de compresión que ya estaban marcados en el disco inferior, lo alineamos para poder realizar y aplicar la carga correspondiente sin que este chueco los discos o la probeta y la carga sea totalmente uniforme para ahora si iniciar con el ensayo.

Ya una vez en el ensayo tres personas están supervisando el ensayo para sacar la carga, deformación y anotarlos en una tabla hecha en el pizarrón con anterioridad, una persona con la tabla ya escrita en el pizarrón anotara el numero de eventos, la carga y la deformación que vaya sufriendo el material, otra persona estará viendo en la maquina la cantidad de carga que está siendo sometida la probeta chica de aluminio y para finalizar otra persona con el vernier digital ya colocado vera la deformación en milímetros que vaya sufriendo el material de acuerdo con la carga que está siendo sometida, estos dos últimos gritaran a la persona que lleve el registro la carga y la cantidad de deformación que esté sufriendo el material.

Acabando el ensayo y terminando de anotar los datos ya mencionados en la tabla, levantamos el cabezal superior para quitar la probeta una vez ya deformada para poder sacarles sus medidas finales, tanto del área y la longitud final para después realizar y tener los resultados finales del ensayo, así mismo también verificamos como quedo la probeta al final del ensayo, en este caso como fue chica y de

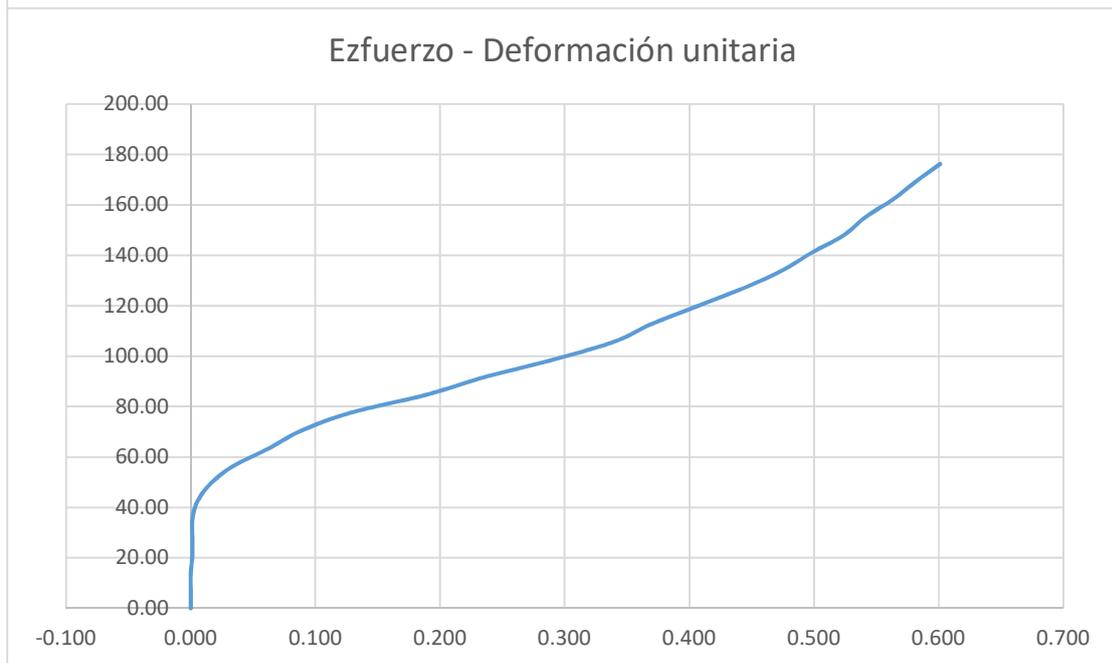
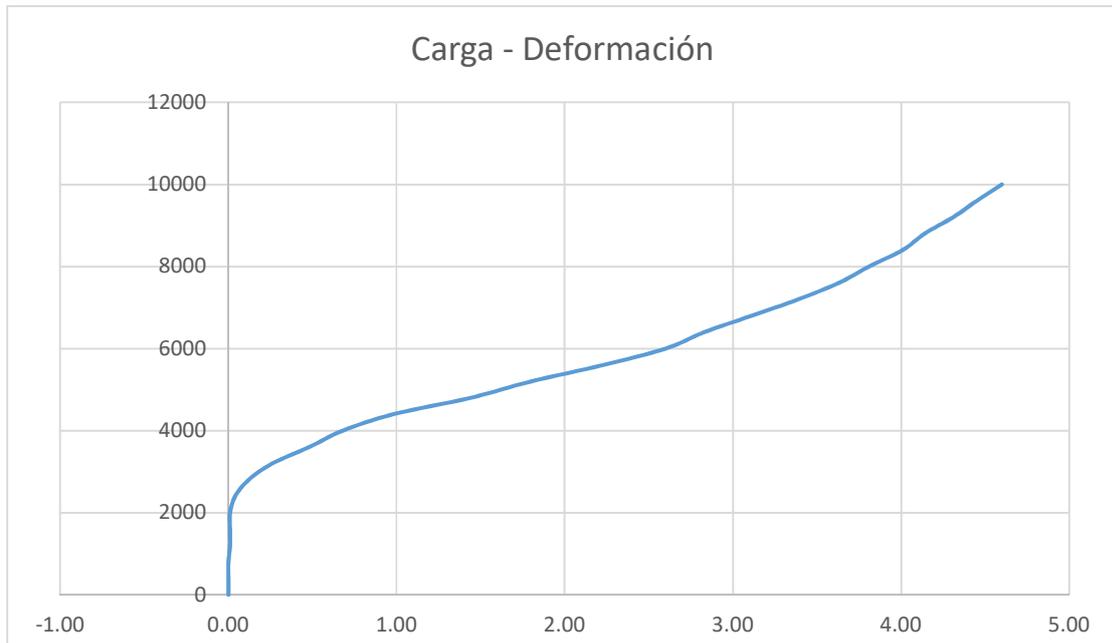
aluminio, quedo en forma de barril con un área mayor y una longitud menor a la inicial.

Ya una vez finalizado el ensayo, apagamos la máquina, quitamos los discos para ponerlos en su sitio correspondiente y guardamos la probeta para tomarle las fotos para que sean verificados y analizados en los resultados finales del ensayo.



Probeta corta de aluminio (datos obtenidos)

<i>Ev.</i>	<i>DL (mm)</i>	<i>Carga (kgf)</i>	<i>def unit</i>	<i>Esfuerzo (kgf/mm²)</i>
1	0.00	0	0.000	0.00
2	0.00	400	0.000	7.05
3	0.00	800	0.000	14.10
4	0.01	1200	0.001	21.15
5	0.01	1600	0.001	28.20
6	0.01	2000	0.001	35.25
7	0.04	2400	0.005	42.30
8	0.12	2800	0.016	49.35
9	0.26	3200	0.034	56.40
10	0.48	3600	0.063	63.45
11	0.68	4000	0.089	70.50
12	0.98	4400	0.128	77.55
13	1.44	4800	0.188	84.60
14	1.80	5200	0.235	91.65
15	2.23	5600	0.292	98.70
16	2.60	6000	0.340	105.75
17	2.83	6400	0.370	112.80
18	3.11	6800	0.407	119.84
19	3.39	7200	0.443	126.89
20	3.63	7600	0.475	133.94
21	3.81	8000	0.498	140.99
22	4.01	8400	0.524	148.04
23	4.14	8800	0.541	155.09
24	4.31	9200	0.563	162.14
25	4.45	9600	0.582	169.19
26	4.60	10000	0.601	176.24



Dimensiones de la probeta		
	Antes del ensayo	Después del ensayo
Diámetro	9.4mm	10.26mm
Longitud	10.04mm	8.53mm

Probeta mediana de aluminio

Para dar arranque a la práctica empezamos a precalentar la maquina con la que íbamos a hacer el ensayo de compresión, esto se hacía bajando y subiendo el cabezal superior en repetidas ocasiones, unas diez veces o más aproximadamente. Después de eso procedimos a ponerle los accesorios a la máquina los cuales eran los siguientes:

- 1.-Plato inferior: Siempre hay que verificar que este plato sea el adecuado para el ensayo pues si no es así hay riesgo de que este se mueva de su sitio.
- 2.-Plato superior: Lo mismo que con el plato inferior, hay que checar que sea el adecuado.
- 3.-Varilla: Con esta varilla es que se puede fijar el plato que va en la parte de arriba (plato superior).
- 4.-Vernier: Este accesorio se coloca en la máquina para ir midiendo la deformación de la probeta que está siendo sometida a la carga durante el ensayo.

_Para colocarlo es necesario el uso de cinta de aislar para sujetar este mismo y que así no se mueva.

Nota: Para verificar que los dos platos están perfectamente alineados es necesario bajar o subir los cabezales de tal forma que los platos se toquen y así evitar riesgos durante este ensayo.

Después de que se pusieron todas las cosas que van en la máquina se pone la probeta mediana de aluminio (en este caso) en el disco inferior para después comenzar a subirlo a tal punto de que la probeta toque el otro plato, el superior, donde podemos ver si la probeta tiene desperfectos, por ejemplo, el que esté mal cortada o chueca.

_En este caso se pudo ver que la probeta no estuvo cortada de forma óptima ya que al aplicar la carga se seguían viendo huecos.

Aun con ese pequeño problema procedimos a hacer el ensayo en donde se necesitaban a tres personas como mínimo, uno para ir avisando sobre las cargas, otro que dice la deformación de la probeta según lo que valla viéndose en el vernier, y el último para ir anotando la carga y la deformación del material que está bajo compresión.

En este ensayo la escala que se eligió fue la de 1:200 con lo que se medía la deformación cada 200 kilogramos de carga, lo que se ve plasmado al final del ensayo en la tabla que se hizo en el pizarrón

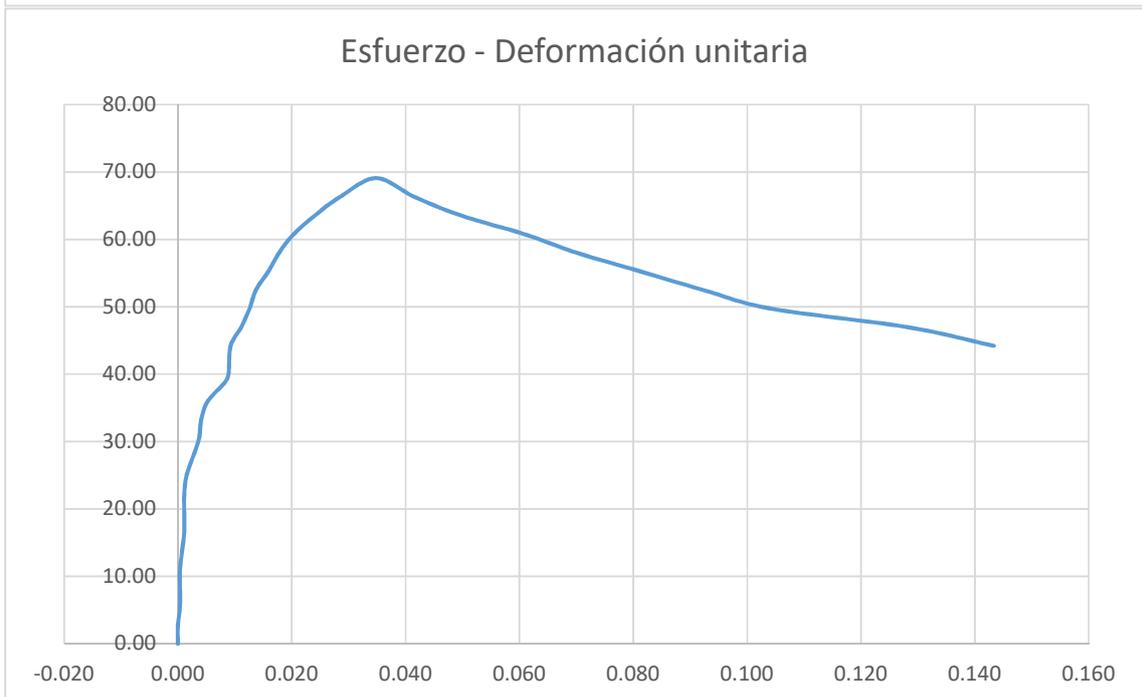
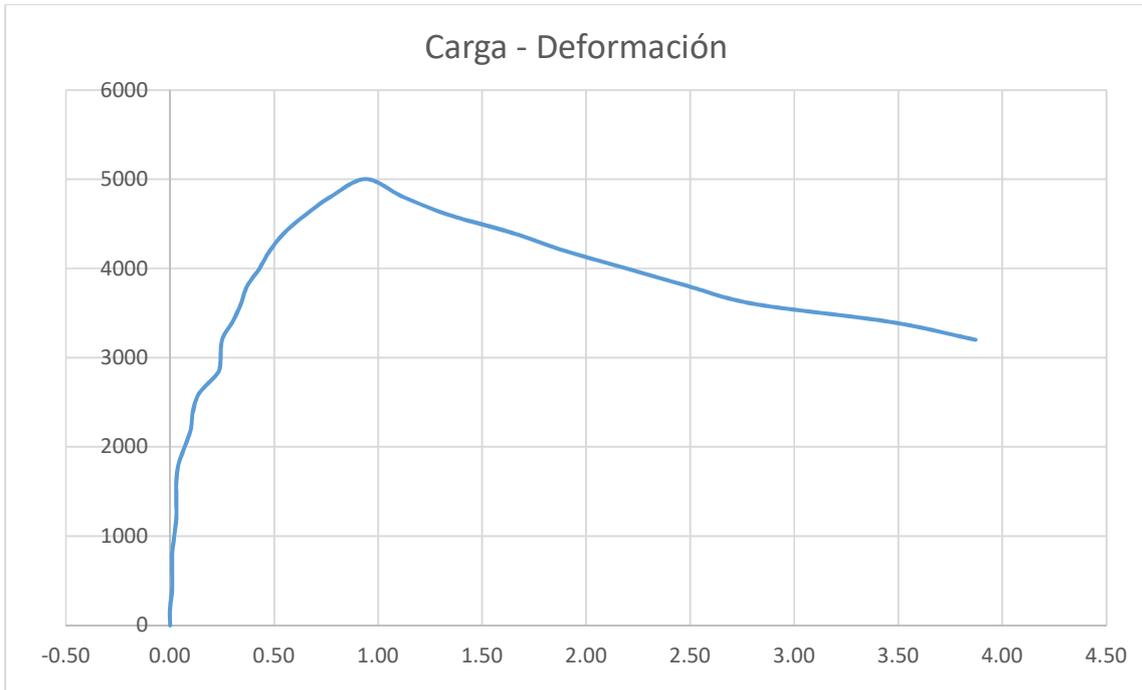
Una vez que finalizamos de aplicarle carga a nuestra probeta esta se vuelve a medir para de una forma comprobar si los datos que están en la tabla son correctos y también para saber si la deformación fue de expansión a si fue una deformación permanente en el material.

Al final las probetas quedaron como se muestra a continuación.



Probeta mediana de aluminio (datos obtenidos)

<i>Ev.</i>	<i>DL (mm)</i>	<i>Carga (kgf)</i>	<i>def unit</i>	<i>Esfuerzo (kgf/mm²)</i>
1	0.00	0	0.000	0.00
2	0.00	200	0.000	2.76
3	0.01	400	0.000	5.53
4	0.01	600	0.000	8.29
5	0.01	800	0.000	11.05
6	0.02	1000	0.001	13.82
7	0.03	1200	0.001	16.58
8	0.03	1400	0.001	19.34
9	0.03	1600	0.001	22.11
10	0.04	1800	0.001	24.87
11	0.07	2000	0.003	27.63
12	0.10	2200	0.004	30.40
13	0.11	2400	0.004	33.16
14	0.14	2600	0.005	35.92
15	0.22	2800	0.008	38.68
16	0.24	2900	0.009	40.07
17	0.25	3200	0.009	44.21
18	0.30	3400	0.011	46.97
19	0.34	3600	0.013	49.74
20	0.37	3800	0.014	52.50
21	0.43	4000	0.016	55.26
22	0.48	4200	0.018	58.03
23	0.55	4400	0.020	60.79
24	0.65	4600	0.024	63.55
25	0.77	4800	0.029	66.32
26	0.94	5000	0.035	69.08
27	1.12	4800	0.041	66.32
28	1.34	4600	0.050	63.55
29	1.64	4400	0.061	60.79
30	1.89	4200	0.070	58.03
31	2.19	4000	0.081	55.26
32	2.49	3800	0.092	52.50
33	2.81	3600	0.104	49.74
34	3.46	3400	0.128	46.97
35	3.87	3200	0.143	44.21



Dimensiones de la probeta		
	Antes del ensayo	Después del ensayo
Diámetro	9.4mm	9.5mm
Longitud	27mm	24.50mm

Probeta larga de aluminio

El ensayo comenzó con el precalentamiento a la máquina, bajando y subiendo el cabezal alrededor de 20 veces. Seguido de esto, se prepararon los accesorios, los platos superior e inferior, y se ajustaron en los cabezales junto al perno.

Mientras se ajustaba la máquina, se tomaron medidas de la probeta y se realizaron cálculos previos, así como un registro de sus características antes de comenzar a ensayarse.

Se colocó un vernier digital en el indicador de deformación para obtener una mayor precisión. Seguido de esto, se ajustó la escala en 1 a 2 y comenzó el ensayo de manera lenta.

Los primeros minutos no se apreció una deformación notoria a simple vista.

Después de alcanzar 2800 kg de fuerza de compresión en la probeta, se comienza a ver una deformación en forma de curva.

A los 4200kg de fuerza, la deformación anterior se hace más notoria y la probeta comienza a torcerse por el otro extremo.

Llegados a 5000 kg de fuerza, la deformación es suficiente y se decidió detener la carga, tras este punto se siguieron registrando datos mientras la carga descendía.

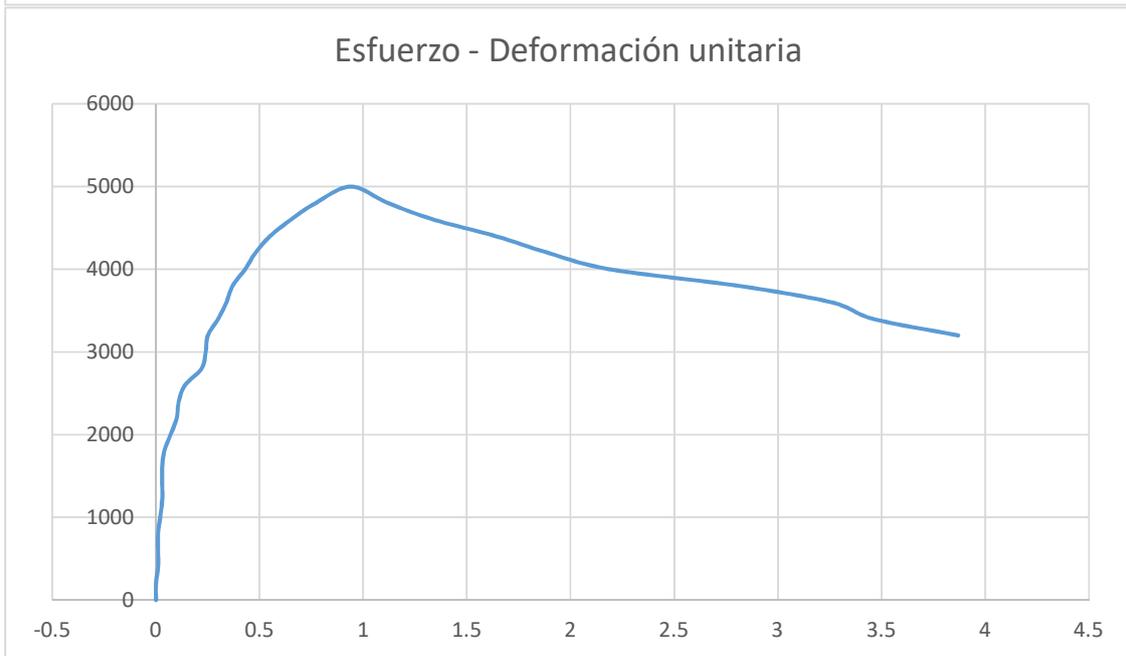
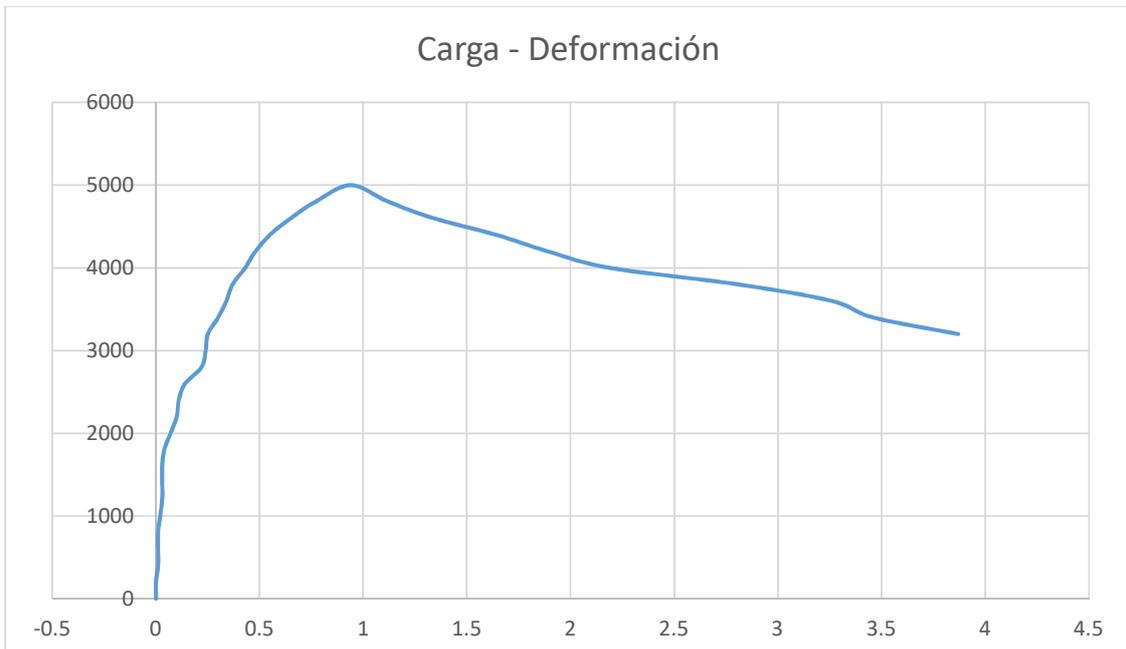
La última carga registrada fue de 3200 kg de fuerza.

La probeta quedó finalmente con una forma de S y una base ensanchada.



Probeta larga de aluminio (datos obtenidos)

<i>Ev.</i>	<i>DL (mm)</i>	<i>Carga (kgf)</i>	<i>def unit</i>	<i>Esfuerzo (kgf/mm²)</i>
1	0.00	0	0.000	0.00
2	0.00	200	0.000	2.88
3	0.01	400	0.001	5.76
4	0.01	600	0.001	8.65
5	0.01	800	0.001	11.53
6	0.02	1000	0.002	14.41
7	0.03	1200	0.003	17.29
8	0.03	1400	0.003	20.18
9	0.03	1600	0.003	23.06
10	0.04	1800	0.004	25.94
11	0.07	2000	0.007	28.82
12	0.10	2200	0.010	31.70
13	0.11	2400	0.011	34.59
14	0.14	2600	0.014	37.47
15	0.22	2800	0.022	40.35
16	0.24	3000	0.024	43.23
17	0.25	3200	0.025	46.12
18	0.30	3400	0.030	49.00
19	0.34	3600	0.034	51.88
20	0.37	3800	0.037	54.76
21	0.43	4000	0.043	57.65
22	0.48	4200	0.048	60.53
23	0.55	4400	0.055	63.41
24	0.65	4600	0.065	66.29
25	0.77	4800	0.077	69.17
26	0.94	5000	0.094	72.06
27	1.12	4800	0.112	69.17
28	1.34	4600	0.133	66.29
29	1.64	4400	0.163	63.41
30	1.89	4200	0.188	60.53
31	2.19	4000	0.218	57.65
32	2.81	3800	0.280	54.76
33	3.26	3600	0.325	51.88
34	3.46	3400	0.345	49.00
35	3.87	3200	0.385	46.12



Dimensiones de la probeta		
	Antes del ensayo	Después del ensayo
Diámetro	9.4mm	9.5mm
Longitud	63.5mm	60.11mm

Observaciones generales

En la primera práctica la fue fue la probeta larga de acero la cual trajeron los miembros del equipo 4 no hubo problema con esta, lo único que se tuvo que corregir fueron la probeta mediana ya que está un poco chueca y no tenía bien unas medidas por lo cual no era estandarizada.

En cuestión a las probetas de acero la probeta larga y chica no tuvimos problema para realizar su práctica, pero con la probeta mediana hubo un error ya que cuando se escogió la escala y se hicieron los cálculos previos justo cuando se le iba a ejercer la pequeña carga para saber si esta ya estaba bien posicionada, se le ejerció una carga de 2000 kg y esto afectó en el resultado ya que su deformación era muy mínima.

Esto sucedió ya que se abrió de más la válvula y no se habían percatado de esta ya estaban ejerciendo una carga, por lo cual ya había una deformación sobre la probeta. Y la última carga fue el punto máximo de deformación que esta soportó (a continuación, se presentará en las tablas).

Probeta corta de acero (datos obtenidos)

Ev.	DL (mm)	Carga (kgf)	def unit	Esfuerzo (kgf/mm ²)
26	4.60	10000	0.601	176.24

Probeta mediana de acero (datos obtenidos)

Ev.	DL (mm)	Carga (kgf)	def unit	Esfuerzo (kgf/mm ²)
41	0.58	8000	0.058	140.99

Probeta larga de acero (datos obtenidos)

Ev.	DL (mm)	Carga (kgf)	def unit	Esfuerzo (kgf/mm ²)
26	1.94	2500	0.023	44.06

Por su parte las probetas de aluminio no fueron realizadas en esa semana ya que el equipo 5, los cuales debían de traerlas no las había mandado a manufacturar una vez se llevaron para realizar la práctica nos dimos cuenta que estas no tenían las medidas estandarizadas y algunos estaban disperejas en los extremos.

Pero por cuestiones de tiempo ya no se mandaron a rectificar y se utilizaron de esa manera con estas no hubo errores como tal el único error que hubo es que no se tenían manufacturadas para el día en el cual se pidió. Una vez se trajeron se empezó con la práctica para el ensayo de compresión con las probetas de aluminio. Y el último punto de carga fue la máxima de formación que ésta sufrió. (a continuación, se presentarán en las tablas)

Probeta corta de aluminio (datos obtenidos)

Ev.	DL (mm)	Carga (kgf)	def unit	Esfuerzo (kgf/mm ²)
26	4.60	10000	0.601	176.24

Probeta mediana de aluminio (datos obtenidos)

Ev.	DL (mm)	Carga (kgf)	def unit	Esfuerzo (kgf/mm ²)
35	3.87	3200	0.143	44.21

Probeta larga de aluminio (datos obtenidos)

Ev.	DL (mm)	Carga (kgf)	def unit	Esfuerzo (kgf/mm ²)
35	3.87	3200	0.385	46.12

En las probetas de acero y en las probetas de aluminio se pueden observar una diferencia ya que en las de acero se puede ver que hay una mayor deformación a las que tienen las de aluminio esto nos podemos dar cuenta sobre todo por las curvas, en la probeta chica de acero es en la cual se nota más la deformación por expansión ya que todas las demás por lo general solo resultaron tener una deformación permanente o una leve expansión

Conclusiones generales

A partir de los datos obtenidos en los seis ensayos, se puede calcular el esfuerzo de compresión para cada probeta. Recopilando todos los datos en las medidas de las probetas, se presentan en la siguiente tabla.

Dimensiones en las probetas de Acero				
Probeta	Longitud inicial (mm)	Longitud final (mm)	Diámetro inicial (mm)	Diámetro final medido (mm)
Corta	7.65	4.11	8.5	12.34
Mediana	25.5	25.4	8.5	8.41
Larga	64	63.58	8.5	8.41

Dimensiones en las probetas de Aluminio				
Probeta	Longitud inicial (mm)	Longitud final (mm)	Diámetro inicial (mm)	Diámetro final medido (mm)
Corta	10.04	8.53	9.4	10.26
Mediana	27	24.5	9.4	9.5
Larga	63.5	60.11	9.4	9.5

En base al diámetro inicial, se puede decir que para cada material es uno mismo, por lo que sus áreas son iguales entre las probetas. Entonces se puede calcular A_m con la fórmula, considerando que se trabajó con materiales dúctiles.

$$A_m = \frac{A_i h_i}{h_f}$$

Donde A_m es el área final, A_i el área inicial, h_i la longitud inicial y h_f la longitud final.

Cálculo de A_m					
Material	Probeta	A_i (mm ²)	h_i (mm)	h_f (mm)	A_m (mm ²)
Acero	Corta	56.74	7.65	4.11	105.61
	Mediana	56.74	25.5	25.4	56.96
	Larga	56.74	64	63.58	57.11
Aluminio	Corta	69.34	10.04	8.53	81.61
	Mediana	69.34	27	24.5	76.41
	Larga	69.34	63.5	60.11	73.25

Con estos datos, se puede concluir un esfuerzo de compresión con la formula siguiente.

$$Tc = \frac{P}{Am}$$

Donde Tc es el esfuerzo de compresión, P es la carga máxima y Am es el área final.

Cálculo de Tc				
	Probeta	P (kgf)	Am (mm2)	Tc (kgf/mm2)
Acero	Corta	10000.00	105.61	94.69
	Mediana	8000.00	56.96	140.44
	Larga	2500.00	57.11	43.77
Aluminio	Corta	10000.00	81.61	122.53
	Mediana	3200.00	76.42	41.88
	Larga	3200.00	73.25	43.69

De la misma forma, se puede calcular el % de expansión, de la siguiente manera.

$$\%Expansión = \frac{Am - Ai}{Ai} * 100$$

Donde Ai es el área inicial y Am es el área final.

Cálculo %Expansión				
	Probetas	Ai(mm2)	Am (mm2)	%Expansión
Acero	Corta	56.74	105.610949	86.13%
	Mediana	56.74	56.9633858	0.39%
	Larga	56.74	57.114816	0.66%
Aluminio	Corta	69.34	81.6147245	17.70%
	Mediana	69.34	76.4155102	10.20%
	Larga	69.34	73.2505407	5.64%

Con estos datos, se puede concluir que el aluminio respecto al acero pudo reducir más su longitud, en cambio en probetas cortas el acero se expandió demasiado.

Comparando los porcentajes de expansión, se puede concluir que en general el aluminio presenta un mayor ensanchamiento, pero a su vez reduce considerablemente su longitud. De igual manera, el acero hace un menor esfuerzo que el aluminio, cuando se le aplica, por ejemplo, 10 000 kg de fuerza.

Por otro lado, se observó en la forma de las probetas deformadas que entre más altas sean estas, aparte de que tienen un área menor respecto a su altura, al comprimirse son desplazadas a los laterales, creando curvas que tienden a tener una forma de S.

Sin embargo, en especímenes más cortos, la tendencia suele ser que las deformaciones se reparten a los laterales de manera más uniforme conforme se reduce la altura sin reducir el área, dando lugar a una forma de barril ensanchado.

Con estas observaciones se puede concluir que al disminuir la altura y aumentar la base, hará que las piezas no sufran una deformación tan pronunciada al soportar grandes cargas. Por lo tanto, para construir de manera óptima, se deberían de usar columnas gruesas.

Bibliografía y cibergrafía

- Nash, W. (1995). Resistencia de materiales (2.a ed.). McGRAW-HILL INC.
- Ortíz, L. (2007). Resistencia de materiales. (3.a ed.). GAAP Editorial SL.
- Pedia, I. (2023b, julio 12). Acero AISI SAE 1006: Propiedades, aplicaciones y usos. ingenieriapedia.com. https://ingenieriapedia.com/acero-aisi-sae-1006/#Propiedades_mecanicas_del_acero_AISI_1006
- Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. (s. f.). Esfuerzos permisibles. Studocu. <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-nacional-de-san-agustin-de-arequipa/resistencia-de-materiales/esfuerzos-permisibles/80886041>
- Veléz, L. M. (2008). Materiales industriales. Teoría y aplicaciones. (1.a ed.). Instituto Tecnológico Metropolitano (ITM).
- Gomez, A. (s. f.). 257227898 Norma STM para ensayos de tension y compresion. Scribd. <https://es.scribd.com/document/379933503/257227898-Norma-STM-Para-Ensayos-de-Tension-y-Compresion>
- Ibertest. (2014, 23 enero). Compresión sobre aluminio | IBERTEST. <https://www.ibertest.es/products/compresion-sobre-aluminio/>
- materialMCI: Ensayos de compresión. (s. f.). <https://www.euomotor.org/mod/resource/view.php?id=22386>
- Resistencia a la compresión de aceros. (2019, 11 junio). [Diapositivas]. SlideShare. <https://es.slideshare.net/slideshow/compresion-de-aceros/149217461>
- Rodriguez, A. (2022, 17 noviembre). ¿Qué es el ensayo de compresión? - Servosis. Servosis. <https://www.servosis.com/que-es-el-ensayo-de-compresion/>

Team, G. (2023, 6 julio). Aluminio 6061: Conozca Sus Propiedades y Usos -
Gabrian. Gabrian. <https://www.gabrian.com/es/aluminio-6061-conozca-sus-propiedades-y-usos/>