

Propiedades mecánicas de una prueba de tracción

Universidad Surcolombiana
Facultad de ingeniería
Profesora de Ciencia de los materiales:
Haydee Morales

Estudiante:
Jairo Molano Salgado
20222208068

Neiva, Huila
06 de octubre, 2024

TABLA DE CONTENIDO:

1. Introducción
2. Obtención de datos
3. Graficas
4. Límite de proporcionalidad
5. Esfuerzo de cadencia
6. Resistencia a la tensión
7. Resistencia a la rotura aparente
8. Resistencia a la rotura real
9. Módulo de Young
10. Ductilidad
11. Tenacidad
12. Resiliencia
13. Relación de Poisson
14. Conclusiones

1. INTRODUCCION

Se tienen los siguientes resultados y valores de una prueba de tracción.

Fuerza (Lbf)	Elongación (in)
0	0
1000	0.00044
2000	0.00076
4000	0.00144
6000	0.00216
8000	0.0029
9000	0.0033
9400	0.00346
9800	0.0037
10100	0.00424
10600	0.01
11000	0.016
12000	0.026
13000	0.062
14200	0.28
11750	0.484

Tabla 1 (Fuerza/Elongación)

Se tienen las longitudes inicial y final tras la ruptura, de igual modo se tiene el diámetro original y final tras la ruptura:

$$\begin{aligned}L_o &= 2.0000 \text{ in} & L_f &= 2.484 \text{ in} \\D_o &= 0.5000 \text{ in} & D_f &= 0.4586 \text{ in}\end{aligned}$$

Estos valores permitirán calcular el esfuerzo, la deformación y otras propiedades como el módulo de Young y la ductilidad, lo que ayuda a entender el comportamiento del material bajo tracción.

2. OBTENCION DE DATOS

Para continuar con el análisis se necesita la tabla esfuerzo/deformación. Para obtener estos datos necesitaremos los siguientes valores.

- **Área de la sección transversal:** El área transversal es la superficie de una sección del material medida perpendicularmente al eje de carga. Es importante ya que permite calcular el esfuerzo aplicado al material. A partir de este cálculo, podremos determinar propiedades mecánicas como la resistencia y la ductilidad del material.

$$A = \frac{\pi D_o^2}{4}$$

Al remplazar los datos con los valores obtenidos se obtiene el siguiente valor:

$$A = \frac{\pi(0.5)^2}{4} = 0.1963 \text{ in}^2$$

De lo cual tenemos que el área de la sección transversal es 0.1963 in²

- **Esfuerzo:** El esfuerzo es una medida de la tensión interna que experimenta el material cuando se le aplica una fuerza externa. Se calcula como la fuerza aplicada dividida por el área de la sección transversal del material:

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

Remplazamos las variables con cada uno de los datos de la tabla 1 para obtener el esfuerzo correspondiente a cada fuerza. Este esfuerzo se expresa en libras por pulgada cuadrada (psi).

$$\sigma = \frac{1000 \text{ lbf}}{0.1963 \text{ in}^2} = 5094 \text{ psi}$$

- **Deformación:** La deformación es la medida del cambio en la forma de un material cuando se le aplica una carga. Se define como la relación entre la elongación o contracción del material y su longitud original:

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L_o}$$

Igualmente, Remplazamos las variables con cada uno de los datos de la tabla 1 para obtener la deformación.

$$\epsilon = \frac{0.00044 \text{ in}}{2.0000 \text{ in}} = 0.00022$$

Con estos datos, obtenemos la siguiente tabla:

Esfuerzo (psi)	Deformación (in/in)
----------------	---------------------

5094	0.00022
10188	0.00038
20376	0.00072
30565	0.00108
40753	0.00145
45848	0.00165
47885	0.00173
49923	0.00185
51451	0.00212
53998	0.005
56036	0.008
61130	0.013
66225	0.031
72338	0.144
59857	0.242

Tabla 2 (Esfuerzo/Deformación)

3. GRAFICAS

Con la tabla 2 (Esfuerzo/Deformación) se obtiene los siguientes gráficos:

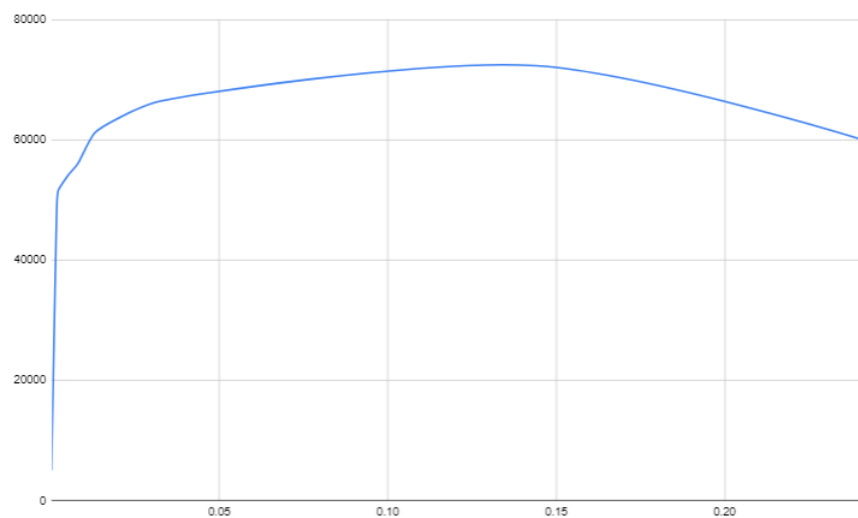


Gráfico 1 (Esfuerzo/Deformación)

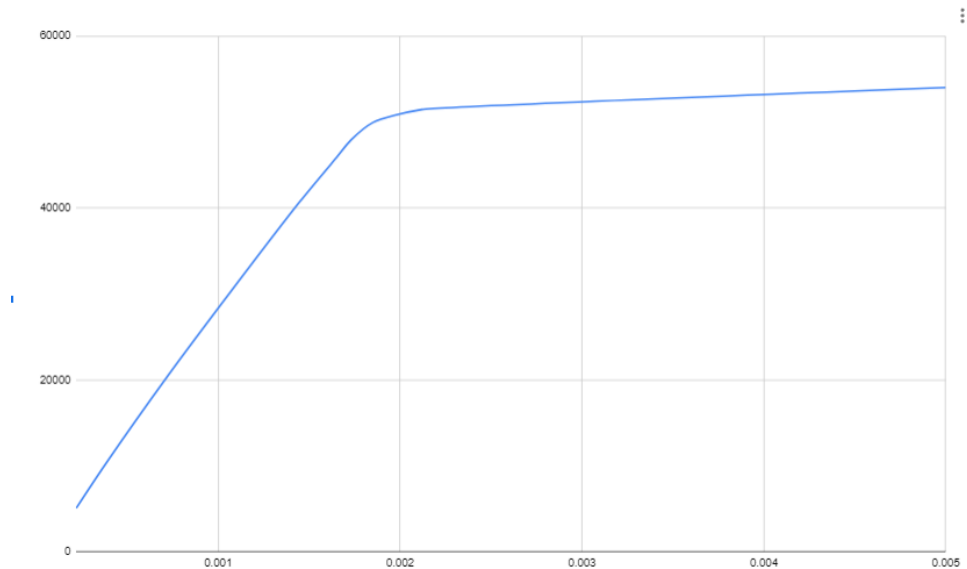


Gráfico 2 (Esfuerzo/Deformación Ampliado)

4. LIMITE PROPORCIONAL

Esto es el punto donde el material deja de comportarse de manera elástica (donde la relación entre el esfuerzo y la deformación ya no es lineal). Es decir, es el valor máximo de esfuerzo que el material soporta antes de deformarse drásticamente o permanentemente.

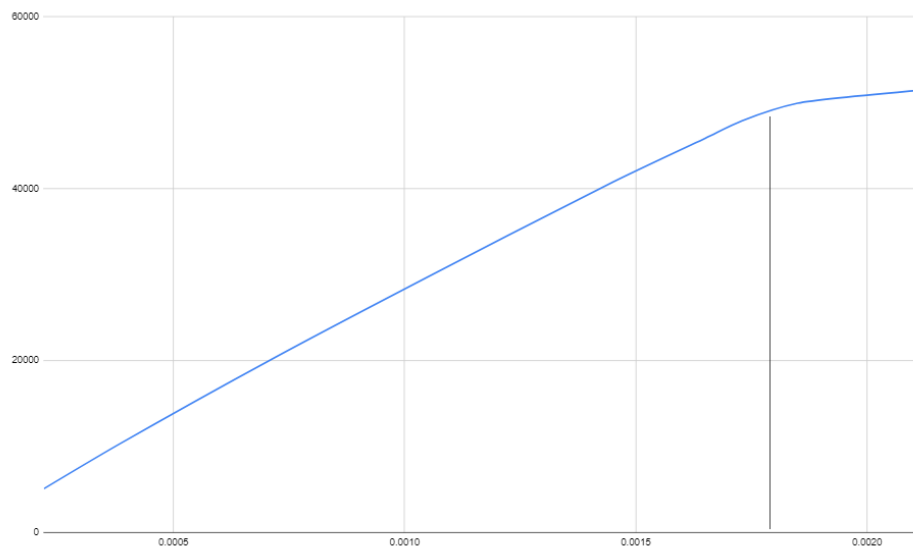


Gráfico 3 (Limite proporcional)

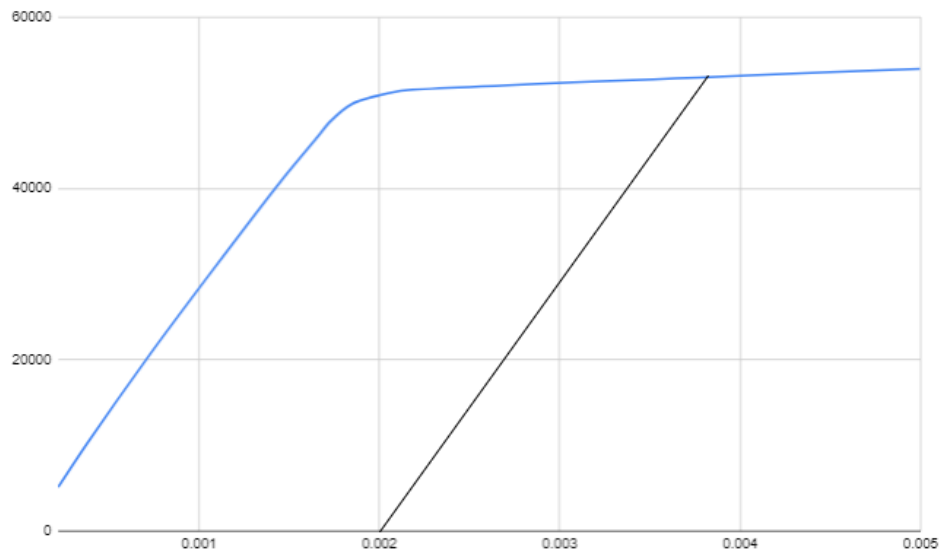
Este punto exacto se puede observar en el grafico 2, donde se logra ver con facilidad en que valor se empieza a deformar drásticamente el material. En el grafico 3, se obtiene con exactitud el valor máximo de esfuerzo:

$$\sigma_p = \frac{F_p}{A} = \frac{9800 \text{ lbf}}{0.1963 \text{ in}^2} = 49923 \text{ psi}$$

5. ESFUERZO DE CADENCIA

El esfuerzo de cadencia es la tensión máxima que el material puede soportar antes de comenzar a experimentar deformaciones plásticas permanentes, es decir, deformaciones que no se recuperan al retirar la carga.

Este valor lo podemos calcular partiendo del 0.2% de deformación, trazando una línea paralela al comportamiento lineal formado por la gráfica. En este punto en el que corta, se obtiene el valor de esfuerzo de cadencia.



Grafica 4 (Esfuerzo de cadencia)

Al observar la gráfica, se nota que corta en un punto cercano a 0.38 de deformación, por lo que, al comparar valores en nuestras tablas, Se tiene que el esfuerzo de cadencia se inicia al aplicar una fuerza de entre 10100 a 10600 Lbf.

$$\sigma_f = \frac{F_f}{A} = \frac{10300 \text{ lbf}}{0.1963 \text{ in}^2} = 52470 \text{ psi}$$

6. RESISTENCIA A LA TENSION

La resistencia a la tensión es una propiedad mecánica de los materiales que se refiere al máximo esfuerzo que el material puede soportar sin romperse o fallar cuando se le aplica la fuerza de tracción.

Este valor se obtiene del máximo valor que se observa en la gráfica 1 (Esfuerzo/Deformación). Este valor también se obtiene de la tabla 2 (Esfuerzo/Deformación) siendo el penúltimo valor:

$$\sigma_t = \frac{F_t}{A} = \frac{14200 \text{ lbf}}{0.1963 \text{ in}^2} = 72338 \text{ psi}$$

7. RESISTENCIA A LA ROTURA APARENTE

La resistencia a la rotura es el último esfuerzo soportado por el material antes de romperse, como se puede observar en la gráfica 1 (Esfuerzo/Deformación).

Este valor se obtiene a partir de esta última fuerza aplicada al material y se relaciona con el área de la sección transversal original:

$$\sigma_{ra} = \frac{F_u}{A} = \frac{11750 \text{ lbf}}{0.1963 \text{ in}^2} = 59857 \text{ psi}$$

8. RESISTENCIA A LA ROTURA REAL

La resistencia a la rotura real es igual a la aparente. La diferencia es que al calcularla se usa el área de la sección transversal en el punto de ruptura (no el área original). Esta área de la sección transversal en el punto de ruptura se calcula de la siguiente forma:

$$A_f = \pi \left(\frac{D_f}{2} \right)^2 = \pi \left(\frac{0.4586 \text{ in}}{2} \right)^2 = 0.1651 \text{ in}^2$$

Una vez calculado el área de sección transversal en el punto de ruptura, se calcula la resistencia a la rotura real de la siguiente manera:

$$\sigma_{rr} = \frac{F_u}{A_f} = \frac{11750 \text{ lbf}}{0.1651 \text{ in}^2} = 71168 \text{ psi}$$

La rotura real da un esfuerzo mayor a la rotura aparente. Esto se observa en la gráfica 1 (Esfuerzo/Deformación) y en la tabla 2 (Esfuerzo/Deformación),

ya que antes de que el material falle, este puede llegar hasta un esfuerzo máximo de 72338 psi.

9. MODULO DE YOUNG

El módulo de Young es una propiedad mecánica que mide la rigidez del material. Se define como la relación entre el esfuerzo aplicado al material y la deformación resultante en la dirección de la fuerza. Se calcula de la siguiente manera:

$$E = \frac{\Delta\sigma}{\Delta\epsilon}$$

Calcular el módulo de Young es similar a calcular la pendiente de la parte lineal de la gráfica, por lo tanto, para calcular el módulo de Young se deben tomar valores dentro de la parte lineal de la gráfica, es decir, valores anteriores al límite proporcional:

$$E \approx \frac{30565 - 20367}{0.00108 - 0.00072} \approx 28,302.77$$

10. DUCTILIDAD

La ductilidad es una propiedad mecánica que mide la capacidad del material para deformarse plásticamente antes de fracturarse. En otras palabras, indica la habilidad de un material para estirarse o alargarse bajo tensión sin romperse. Esta se expresa en terminos de:

- Porcentaje de elongación:

$$\%Elongación = \frac{L_f - L_o}{L_o} * 100 = \frac{2.484in - 2.000in}{2.0000in} * 100 = 24.2\%$$

- Porcentaje de reducción de área:

$$\%Reducción = \frac{A_f - A_o}{A_o} * 100 = \frac{0.1651 in^2 - 0.1963 in^2}{0.1963 in^2} * 100 = 15.89\%$$

11. TENACIDAD

La tenacidad es una propiedad mecánica que mide la capacidad del material para absorber energía antes de fracturarse. Es una combinación de la

ductilidad y la resistencia a la tensión de un material. Es decir, la tenacidad indica cuánto trabajo o energía puede soportar un material bajo carga antes de romperse.

La tenacidad se calcula como el área bajo la curva, es decir, la sumatoria del área de los rectángulos formados bajo la curva:

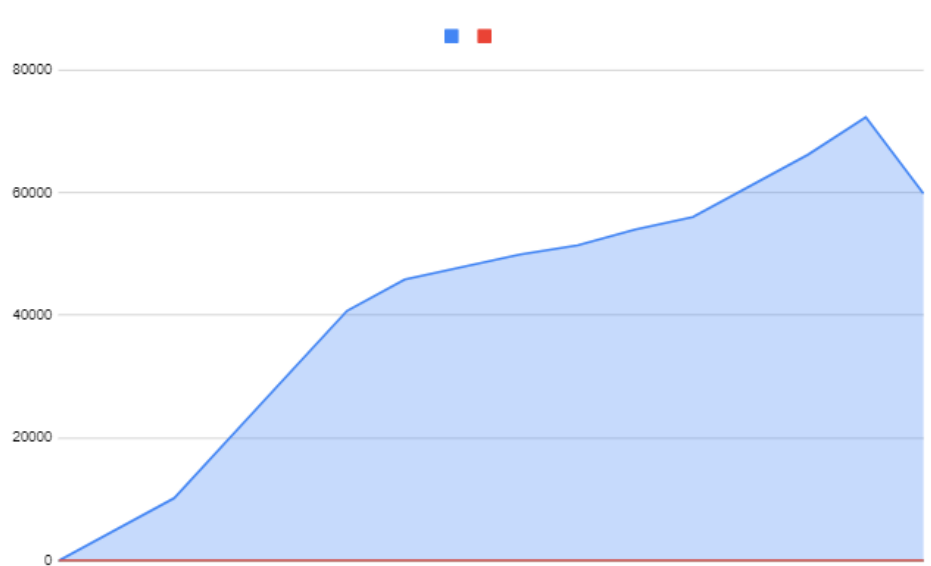


Gráfico 5 (Área bajo la curva)

Para hallar la tenacidad se usa la fórmula para hallar área bajo la curva con sumas de Riemann, en el cual cada se divide el área bajo la curva en n número de rectángulos, luego se halla el área de cada rectángulo y se suma para obtener un valor aproximado del área bajo la curva:

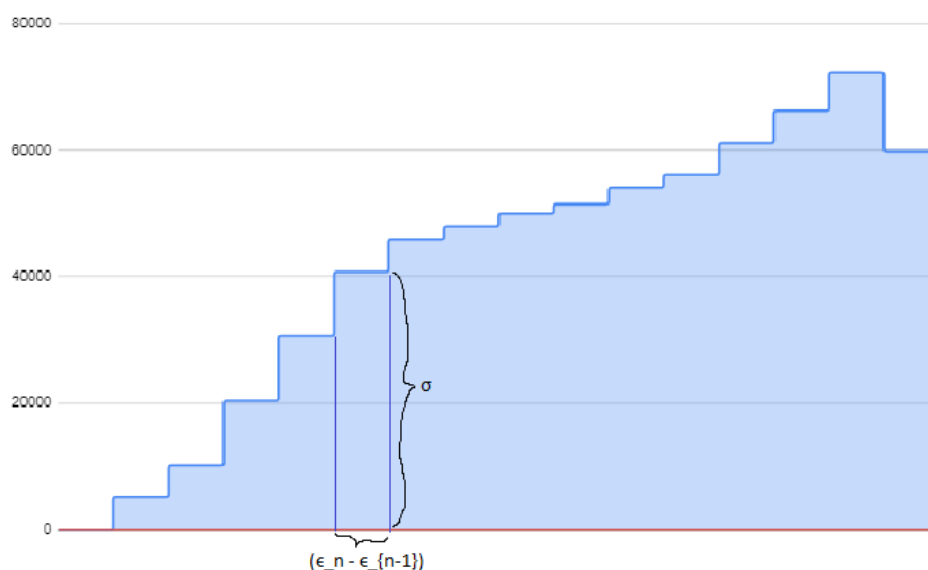


Gráfico 6 (Suma de Riemann)

$$\Sigma(\sigma * \Delta\epsilon) = \Sigma(\sigma_n * (\epsilon_n - \epsilon_{n-1}))$$

Seguidamente se realiza el cálculo del área de cada rectángulo:

$$\begin{aligned}(\sigma * \Delta\epsilon) &= 5094 * (0.00022 - 0) = 1.12 \\(\sigma * \Delta\epsilon) &= 10188 * (0.00038 - 0.00022) = 1.63 \\(\sigma * \Delta\epsilon) &= 20376 * (0.00072 - 0.00038) = 6.92 \\(\sigma * \Delta\epsilon) &= 30565 * (0.00108 - 0.00072) = 11.00 \\(\sigma * \Delta\epsilon) &= 40753 * (0.00145 - 0.00108) = 15.07 \\(\sigma * \Delta\epsilon) &= 45848 * (0.00165 - 0.00145) = 9.16 \\(\sigma * \Delta\epsilon) &= 47885 * (0.00173 - 0.00165) = 3.83 \\(\sigma * \Delta\epsilon) &= 49923 * (0.00185 - 0.00173) = 5.99 \\(\sigma * \Delta\epsilon) &= 51452 * (0.00212 - 0.00185) = 13.89 \\(\sigma * \Delta\epsilon) &= 53998 * (0.005 - 0.00212) = 155.51 \\(\sigma * \Delta\epsilon) &= 56036 * (0.008 - 0.005) = 168.10 \\(\sigma * \Delta\epsilon) &= 61130 * (0.013 - 0.008) = 305.65 \\(\sigma * \Delta\epsilon) &= 66225 * (0.031 - 0.013) = 1192.05 \\(\sigma * \Delta\epsilon) &= 72338 * (0.144 - 0.031) = 8174.19 \\(\sigma * \Delta\epsilon) &= 59857 * (0.242 - 0.144) = 5865.98\end{aligned}$$

Al realizar la suma de todas las áreas de los rectángulos, se tiene que el área bajo la curva aproximado es:

$$Tenacidad \approx 15,921.14 \text{ und}^2$$

12. RESILIENCIA

La resiliencia mide la capacidad del material para absorber energía cuando se deforma elásticamente y liberarla al eliminar la carga. Es un indicador de cuánta energía puede almacenar un material antes de que ocurra la deformación permanente o la ruptura.

Esta se calcula como el área bajo la curva desde el punto inicial 0 hasta el límite proporcional. Esto lo hacemos de forma similar a la tenacidad:

$$Resiliencia \approx 54.75 \text{ und}^2$$

13. RELACION DE POISSON

La relación de Poisson describe la deformación lateral que ocurre cuando el material se somete a tensión axial. Es decir, cuando un material se estira o

comprime en una dirección, también experimenta un cambio en las dimensiones en las direcciones perpendiculares.

La relación de poisson se calcula de la siguiente manera:

$$V = -\frac{\frac{d_f - d_o}{d_o}}{\frac{L_f - L_o}{L_o}} = -\frac{(-0.0828)}{0.242} = 0.3421$$

14. CONCLUSIONES

Al analizar los datos iniciales, se calcularon diversas propiedades mecánicas del material analizado a partir de datos de pruebas de tensión. Se determinaron el esfuerzo, la deformación, el límite de proporcionalidad y la resistencia a la tensión, proporcionando información sobre la capacidad del material para soportar cargas sin deformaciones permanentes. Además, se evaluó el módulo de Young para medir la rigidez y la ductilidad a través de los porcentajes de elongación y reducción de área.

Los resultados también incluyeron la resiliencia, que indica la energía absorbida antes de sufrir deformaciones permanentes, y la relación de Poisson, que describe el comportamiento lateral del material bajo tensión. En resumen, los valores obtenidos ofrecen una comprensión clara del comportamiento mecánico del material, lo que es crucial para su aplicación en la ingeniería y el diseño de estructuras, asegurando que los materiales seleccionados cumplan con los requisitos de rendimiento y seguridad.