

RESISTENCIA A LA TENSIÓN

a) Esfuerzo y deformación

El ensayo de tracción es uno de los más importantes para determinar las propiedades mecánicas de los materiales.

El ensayo consiste en someter una pieza de forma cilíndrica o prismática de dimensiones normalizadas (estándar) a un esfuerzo de tracción continuo (tendencia a estirar el material). Esta pieza se llama **probeta**. (Ver figura 1)



Figura 1. Esfuerzo y deformación

Consideremos una probeta de longitud l_0 y una sección A_0 sometida a una fuerza F normal de tracción (perpendicular a la sección de la probeta). Se define **esfuerzo** o **tensión** (σ) como la fuerza aplicada a la probeta por unidad de sección transversal A_0

Sus unidades en el Sistema Internacional son $\frac{N}{m^2}$ = pascal

Supongamos que durante el ensayo la varilla se alargó una longitud

$$|\Delta l| = l - l_0$$

Siendo: l = longitud final de la probeta
 l_0 = longitud inicial de la probeta

Definimos deformación o alargamiento unitario (ε) de la probeta como el cociente entre el cambio de longitud o alargamiento experimentado y su longitud inicial.

$$\varepsilon = \frac{l - l_0}{l_0} = \frac{\Delta l}{l_0}$$

No tiene unidades

A veces se utiliza el porcentaje de alargamiento

$$\% \text{ deformación} = \varepsilon (\%) = \frac{\Delta l}{l_0} \cdot 100$$

Análisis de un diagrama de deformación

Supongamos de una probeta sometida a tracción cuyos resultados se representan en una gráfica. En abscisas la elongación o alargamiento (Δl) y en ordenadas la fuerza aplicada (F) que provoca la deformación.

Cada material tiene una gráfica distinta porque su comportamiento es distinto. En general hay dos zonas

- En la primera la deformación es proporcional a la tensión de tracción.
- En la segunda, a pequeñas variaciones de tensión se producen grandes deformaciones.

Esta información es útil, pero no es práctica y se utilizan otras magnitudes.

En abscisas, la deformación, es $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$

En ordenadas, la tensión o esfuerzo $\sigma = \frac{F}{A_0}$

Siendo A_0 la sección de la probeta en cm^2 y σ la tensión en la sección transversal en kp/cm^2

Un material presenta dos zonas en cuanto a su comportamiento ante un esfuerzo de tracción: (Ver figura 2).

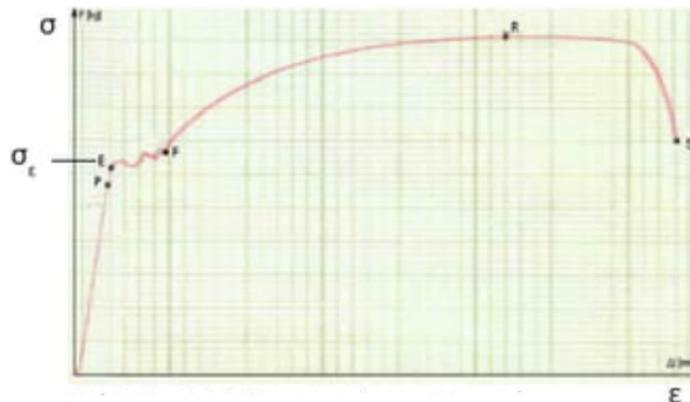


Figura 2. Gráfica de comportamiento de zonas por esfuerzo de tracción

1. **Zona elástica (OE):** Se caracteriza porque al cesar las tensiones aplicadas, los materiales repercuten su longitud inicial (l_0)
2. **Zona plástica (ES):** Se ha rebasado la tensión del límite elástico y, aunque dejemos de aplicar tensiones de σ_t tracción, el material ya no recupera su longitud original y será mayor que l_0

En la **zona elástica (OE)** hay, a su vez, dos zonas:

1. **Zona de proporcionalidad (OP):** En la gráfica es una línea recta, es decir, el alargamiento unitario (ε) es proporcional a la tensión ejercida (σ)

$$\sigma = \text{constante} \cdot \varepsilon$$

La constante se representa por la letra E y se llama módulo de elasticidad longitudinal o módulo de Young. En el sistema internacional, sus unidades son $\frac{N}{m^2}$.

2. **Zona no proporcional (PE):** El material se comporta de forma elástica, pero no existe una relación proporcional entre tensión y deformación.

En la **zona plástica (BE)** hay, a su vez otras dos zonas:

1. **Zona de deformación plástica uniforme o zona de límite de rotura (ER):** Se consiguen grandes alargamientos con un pequeño incremento de la tensión. En el punto R existe el límite de rotura y la tensión en ese punto se llama tensión de rotura σ_R . A partir de este punto, la probeta se considera rota, aunque físicamente no lo esté.
2. **Zona de rotura o zona de estricción o zona de deformación plástica localizada (RS):** Las deformaciones son localizadas y, aunque disminuya la tensión, el material se deforma hasta la rotura. En el punto D, la probeta se ha fracturado. La sección de la probeta se reduce drásticamente.

Esta curva varía de un material a otro, e incluso otros materiales presentan curvas distintas (acero).

En el acero existe una zona por encima del límite elástico en el que se da una deformación apreciable sin que caiga la tensión aplicada. Este fenómeno es la fluencia y el punto donde comienza a manifestarse el fenómeno es la tensión de fluencia. Zona (EF).

Una vez definida la curva de tracción, veamos algunas definiciones:

- a) **Límite de elasticidad o límite elástico (σ_ε):** La tensión a partir de la cual las deformaciones dejan de ser reversibles, es decir, la probeta no recuperará su forma inicial.
- b) **Límite de rotura o tensión de rotura (σ_R):** Máximo valor de la tensión observable en un diagrama tensión-deformación. Esta es la máxima tensión que soporta la probeta.
- c) **Módulo de Young (E):** Constante que representa la relación entre la tensión y la deformación en la zona proporcional. También se le llama módulo de elasticidad.

- d) **Límite de proporcionalidad (σ_p):** La tensión a partir de la cual deja de cumplirse la relación proporcional entre tensión y deformación y, por lo tanto, se deja de cumplir la ley de Hooke.
- e) **Límite de fluencia (σ_F):** Valor de la tensión que soporta la probeta en el momento de producirse el fenómeno de la fluencia.
- f) **Estricción:** Es la reducción de la sección que se produce en la zona de la rotura.

Curvas para un material dúctil y de poca resistencia y otro de alta resistencia, pero frágil:

La tensión máxima es en este caso menor, luego tiene menor resistencia. El alargamiento en este caso es mucho mayor que en el segundo, luego es más dúctil. (Ver figura 3, Curva “material más dúctil”). Mientras que para el material más resistente es también más frágil. (Ver figura 3, Curva “más frágil”).

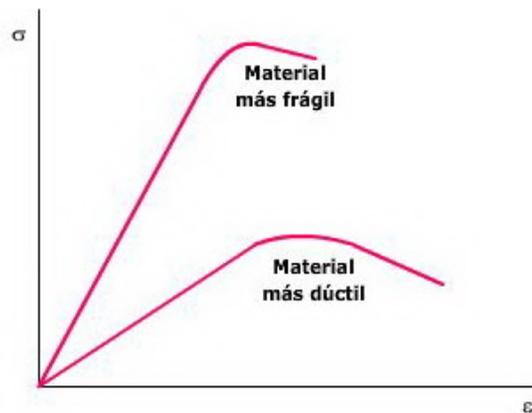


Figura 3. Curvas de poca y alta resistencia.
Fuente: Cienciasfera

b) La ley de Hooke

Se aplica en ensayos de tracción y con carácter general se enuncia así:

“Las deformaciones producidas en un elemento resistente son proporcionales a las fuerzas que lo producen”. (Ver figura 4)

$$\frac{\text{Fuerza}}{\text{Deformación}} = \text{constante} = \text{tga}$$

La fuerza es de tracción (F) y la deformación $\Delta l = | - |$.

La constante se representa por $K = \text{tg } a$

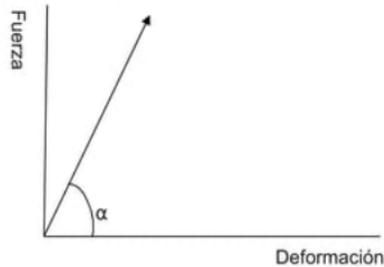


Figura 4. Ley de Hooke

Unidades:

F = En el sistema internacional Newton (N), también se elige kilopondio (Kp)

Δl = En el sistema internacional Metros (m), también se elige cm ó mm

K = En el Sistema Internacional N/m, también se elige kp/cm ó Kp/mm

En realidad, se emplea el diagrama $\sigma - \varepsilon$

$$\frac{\sigma}{\varepsilon} = \text{constante} = E$$

Siendo E el módulo de Young o módulo elástico, que representa al pendiente de la recta $\sigma - \varepsilon$

E : Unidades en el sistema internacional $\frac{N}{m^2}$, otras son $\frac{Kp}{cm^2}$ o $\frac{Kp}{mm^2}$

σ : Unidades en el sistema internacional $\frac{N}{m^2}$, otras son $\frac{Kp}{cm^2}$ o $\frac{Kp}{mm^2}$

ε : no tiene unidades (adimensional)

Por ello, redefinimos la ley Hooke:

Los alargamientos unitarios (deformaciones) (ε) son proporcionales a la tensión que los producen (σ), siendo la consta de proporcionalidad el módulo elástico (E)

$$\frac{\sigma}{\varepsilon} = E$$

c) Tensión máxima de trabajo

Es el límite de carga al que podemos someter una pieza o elemento simple de una estructura. Se representa por (σ_t).

Hasta que la tensión no alcanza (σ_t) podemos asegurar:

- Que el elemento no padecerá deformaciones plásticas
- Que cumplirá la ley de Hooke

- c) Que ofrecerá una margen de seguridad ante la posibilidad de que aparezcan fuerzas imprevistas. (Ver figura 5)

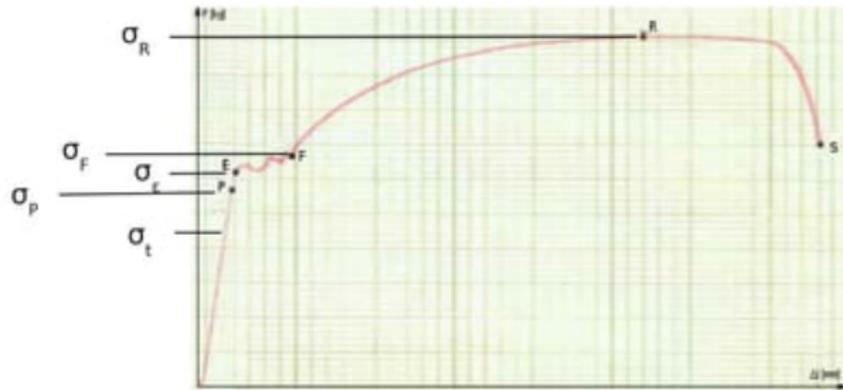


Figura 5. Tensión máxima de trabajo

Referencia:

Osorio, A. (2016). Ensayos resistencia tracción. [PDF].

<https://es.slideshare.net/alexosoriobaez/ensayos-resistencia-traccion>

Cienciasfera. Determinación de propiedades.

Recuperado a partir de:

https://www.cienciasfera.com/materiales/tecnologia/tecno02/tema03/111_determinacin_de_propiedades.html