

SIMBOLOGÍA Y FÓRMULAS

Símbolo	Magnitud	Unidad Sistema Internacional	Unidad utilizada en el simulador y conversión
F	Fuerza	Newton (N)	kN = 1.000 N
S	Sección	m ²	m ² =1.000.000 mm ²
S ₀	Sección inicial de la probeta	m ²	m ² =1.000.000 mm ²
S _u , S _f	Sección final de la probeta una vez ensayada	m ²	m ² =1.000.000 mm ²
L	Longitud	m	m= 1.000 mm
L _c	Longitud entre acuerdos	m	m= 1.000 mm
L ₀	Longitud inicial de la probeta en la zona calibrada	m	m= 1.000 mm
L _u	Es la longitud final de la probeta una vez ensayada	m	m= 1.000 mm
R	Radio de acuerdo entre la zona calibrada de una probeta y el cabezal	m	m= 1.000 mm
$\sigma = F/S$	Tensión	N/m ² =Pascal (Pa)	
σ_E R _E	Límite elástico convencional	N/m ² =Pascal (Pa)	MPa =1.000.000 Pa
σ_m R _m	Resistencia a la tracción	N/m ² =Pascal (Pa)	MPa =1.000.000 Pa
σ_R R _R	Tensión de rotura	N/m ² =Pascal (Pa)	MPa =1.000.000 Pa
$F_m = R_m \cdot S_0$	Carga máxima	N	kN = 1.000 N
$F_R = R_R \cdot S_0$	Carga de rotura	N	kN = 1.000 N
$\epsilon = (L_u - L_0) / L_0$ 100%	Elongación	Adimensional	
$\epsilon = (S_0 - S_f) / S_0$ 100%	Estricción	Adimensional	
$E = \sigma / \epsilon$	Módulo elástico o Módulo de Young	w	MPa =1.000.000 Pa
$k \quad L_0 = k \sqrt{S_0}$	Constante de proporcionalidad entre la longitud calibrada y la sección de una probeta	Pascales	

GLOSARIO

A

Alargamiento:

Es el incremento de longitud que experimenta un material debido a una fuerza de tracción o a una expansión térmica. Ver Elongación.

Alargamiento porcentual a rotura:

Ver Elongación porcentual tras la fractura.

ASME:

Acrónimo de American Society of Mechanical Engineers.

ASTM:

Acrónimo de American Society for Testing Materials.

B

C

Carga:

Fuerza aplicada sobre un material, en cualquier instante del ensayo.

Carga de rotura:

Valor de la carga aplicada al material en el momento en que se produce su rotura.

Carga máxima (F_m):

La carga más grande que la muestra de ensayo aguanta durante este, una vez que el punto dúctil ha sido superado. Corresponde al punto máximo de la curva de tracción convencional o de ingeniería. Y para materiales sin punto dúctil, es el valor máximo durante el ensayo.

Coeficiente de Poisson:

Poisson demostró que en el periodo elástico de un material cargado uniaxialmente, ya sea a tracción o a compresión, la relación entre las deformaciones unitarias laterales y las deformaciones unitarias longitudinales, es constante. Esta constante, que se denominó Coeficiente de Poisson, toma para los materiales metálicos y aleaciones valores que varían normalmente entre 0,25 y 0,5.

$$(v = \epsilon_{lat} / \epsilon_{long})$$

D

Deformación:

Alteración de la forma de un cuerpo, bajo la acción de fuerzas externas o cambios de temperatura.

Deformación axial:

Deformación medida en una determinada dirección o eje.

Deformación elástica:

Es aquella deformación que existe mientras lo hace la causa de la alteración de la pieza (fuerza o variación térmica) y desaparece cuando cesa esta, volviendo la pieza a su forma original. Estas deformaciones se reparten a lo largo de la pieza y son de pequeña magnitud.

Deformación plástica:

Parte de la deformación total experimentada por el material, que no desaparece cuando deja de actuar la carga, o la pieza se fractura. Estas deformaciones son mayores que las elásticas.

Diagrama Tensión - Deformación:

Representación gráfica de los ensayos por aplicación de cargas. Se realizan mediciones continuas de las tensiones sobre la probeta (en el eje de ordenadas), contra las deformaciones unitarias que le provocan (elongación porcentual, en el eje de abscisas). Los diagramas obtenidos se usan para valorar propiedades mecánicas de los materiales.

Ductilidad:

Propiedad en virtud de la cual algunos metales y aleaciones, bajo la acción de una carga, sufren deformaciones apreciables antes de romperse. Esta propiedad permitirá que aquellos puedan ser extendidos mecánicamente en forma de alambres o hilos. La ductilidad aumenta con la tenacidad y disminuye al aumentar la dureza. Es la propiedad opuesta a la fragilidad.

Dureza:

Resistencia que presentan los cuerpos a ser penetrados, o sea, a sufrir una deformación plástica localizada. La dureza suele medirse sometiendo la superficie del material a ensayar a presión con una bola de acero o una punta de diamante.

E

Elasticidad:

Propiedad en virtud de la cual un sólido natural sometido a fuerzas externas recupera su forma primitiva cuando cesa la acción deformante.

Elongación:

Incremento en la longitud de calibración inicial (L_0), en cualquier momento durante el ensayo.

Elongación porcentual:

Elongación expresada como un porcentaje de la longitud de calibración inicial.

Elongación porcentual tras la fractura:

Elongación permanente de la longitud de calibración tras la fractura, expresada como un porcentaje de la longitud de calibración inicial.

Elongación total porcentual en la fractura:

Elongación total (elongación elástica más elongación plástica) de la longitud de calibración en el momento de la fractura, expresada como un porcentaje de la longitud de calibración inicial (L_0).

E.N.:

Acrónimo de Normas Europeas.

Ensayo de materiales:

Toda prueba cuyo fin es determinar propiedades de un material.

Ensayos científicos:

Ensayos realizados con las exigencias de precisión y objetividad propias de la metodología de las ciencias.

Ensayos destructivos:

Producen variaciones en las características de la pieza sometida al ensayo, que alteran sus condiciones de utilización o capacidad para el servicio.

Ensayos dinámicos:

Con aplicación de las cargas a una velocidad alta o instantánea (p. ej.: de impacto, de fatiga...).

Ensayos estáticos:

Cuando la velocidad de aplicación de la fuerza es baja para que no influya en el resultado. Por ejemplo: el ensayo de tracción.

Ensayos mecánicos:

Son pruebas, fácilmente reproducibles, en las que se somete al material a sollicitaciones sencillas y donde su comportamiento ante ellas nos permitirá conocer sus propiedades mecánicas y nos dará una referencia de la respuesta del material frente a los sistemas de carga, mucho más complejos, a que estará sometido en servicio. Cabe destacar los de tracción, dureza, fatiga, choque, etc...

Ensayos metalográficos:

Permiten conocer la estructura interna, composición y propiedades de los metales y de sus aleaciones. El principal instrumento utilizado en ellos es el microscopio metalográfico.

Ensayos no destructivos:

Permiten ensayar materiales sin provocarles alteraciones en las partes inspeccionadas, que impidan su utilización posterior en servicio. Para ello se emplean por ejemplo microscopios, rayos X, ultrasonidos, campos magnéticos, etc...

Ensayos químicos:

Planteados para conocer las propiedades químicas de una sustancia o material: su composición cualitativa y cuantitativa, la naturaleza del enlace químico, etc...

Ensayos tecnológicos:

Utilizados para determinar el comportamiento de los materiales ante procesos de fabricación, o bien obtener referencias cualitativas de alguna característica concreta (p. ej.: forja, laminado, ensayo de chispa que nos daría una idea previa aproximada de la composición química...).

Ensayo de tracción:

Este ensayo consiste en someter a una muestra del material a estudiar (probeta) a una fuerza de tracción axial que crece lenta y gradualmente hasta la rotura de la misma. Durante el ensayo pueden desprejarse los efectos de la inercia y, en cada momento, existe equilibrio entre la fuerza aplicada a la probeta y la reacción de ésta. En estas condiciones la probeta se puede considerar sometida a

carga estática. Los datos del ensayo se usan para determinar el límite elástico, el alargamiento, el módulo elástico, la reducción de la sección, la resistencia a la tracción y otras propiedades de tracción.

Esfuerzo (en una sección):

Es la resultante en dicha sección del sólido, de las fuerzas internas que se transmiten a través de la misma.

Esfuerzo axial de tracción (en una sección):

Esfuerzo en la dirección perpendicular al plano sobre el que se aplica la fuerza de tracción. También se llama Esfuerzo normal, por tener dirección perpendicular al plano.

Estricción (Reducción porcentual de área):

Máximo cambio en el área de la sección transversal que ha tenido lugar durante el ensayo, expresado en un porcentaje del área de la sección transversal inicial.

Extensómetro:

Instrumento utilizado para medir deformaciones longitudinales. Los hay de varios tipos, según el procedimiento de medida que utilicen: mecánicos, eléctricos/electrónicos, acústicos y ópticos.

F

Fatiga:

Según ASTM, es “un cambio estructural localizado, permanente y progresivo, sufrido por un material, sujeto a condiciones que le producen tensiones y deformaciones en uno o varios puntos y que puede conducir a la producción de grietas o a la rotura, después de un número suficiente de fluctuaciones”.

Se llamó Rotura por fatiga a este tipo, porque generalmente se produce después de un largo periodo de servicio del material y con cargas variables inferiores a la de rotura por cargas estáticas.

Fractura:

Fenómeno que se considera que ocurre cuando se da la separación total de la muestra de ensayo o cuando la carga disminuye hasta llegar a ser nominalmente cero. Es sinónimo de Rotura.

Fractura dúctil:

Este tipo de fractura ocurre después de una apreciable deformación plástica. Su forma es de tipo copa y cono, con un aspecto que suele ser mate y fibroso. Los materiales extremadamente dúctiles (p. ej.: el plomo) se deforman antes de la fractura formando un cuello muy pronunciado y dando lugar a dos trozos separados en forma de ojiva. Los materiales dúctiles también pueden romper de forma frágil, según las circunstancias (bajas temperaturas, grietas...).

Fractura frágil:

Se presenta sin deformación apreciable. La sección de rotura característica suele ser plana, perpendicular a la dirección de la carga, con un aspecto cristalino y brillante.

Fragilidad:

Característica de un material que le hace tener deformaciones relativamente pequeñas antes de llegar a su rotura. Es opuesto a ductilidad. Un material poco dúctil es frágil. La fragilidad intuitivamente se relaciona con la cualidad de los objetos de romperse con facilidad. La fundición es un ejemplo de material metálico frágil.

Fluencia o cedencia:

Este fenómeno, presentado por algunos materiales entre los que se encuentra el acero al carbono, consiste en que, durante el ensayo de tracción, al iniciarse la deformación plástica, el material experimenta un rápido incremento de la deformación sin que aumente la tensión sobre él, como si perdiese momentáneamente la capacidad de resistir y cediese ante la carga (cedencia). El aumento de temperatura favorece la fluencia.

G

H

I

ISO (Organización Internacional para la Estandarización):

Organismo encargado de promover normas internacionales de fabricación, comercio y comunicación para todas las ramas industriales a excepción de la eléctrica y la electrónica.

J

K

L

Ley de Hooke:

Sir Robert Hooke estableció experimentalmente en 1678 que: "para cargas suficientemente pequeñas, las deformaciones de los cuerpos son proporcionales a la carga aplicada". Y alrededor de 1800 Thomas Young estableció que si consideramos tensiones (σ) y deformaciones unitarias (ϵ), la ley de Hooke se podría expresar así: $\sigma = E \cdot \epsilon$ (Ver Módulo de elasticidad).

Límite de fluencia (sinónimo de Resistencia a la fluencia):

Valor de la tensión que soporta el material metálico durante el fenómeno de la cedencia o fluencia. La tensión correspondiente al valor más alto de dicha carga se denomina "límite superior de fluencia" (o "límite elástico superior aparente"). Análogamente para la tensión menor se denomina "límite inferior de fluencia" (o "límite elástico inferior aparente"). Es un concepto equivalente a Resistencia dúctil.

Límite elástico:

Valor de la tensión al que corresponderá la máxima deformación exclusivamente elástica. Separa el periodo elástico del periodo elástico-plástico. Es un poco mayor que el Límite de proporcionalidad y para los materiales dúctiles son casi iguales. En aquellos materiales que no tienen zona de fluencia, y por ello este límite no aparece claramente definido en el diagrama de tracción, se utiliza el Límite elástico convencional.

Límite elástico convencional:

Valor de la tensión a la que una deformación permanente es igual a un porcentaje especificado de la longitud de calibración (se suele tomar 0,002 o 0,0035 cm/cm). Sería, pues, el valor de la tensión que correspondería al punto de intersección de la curva de tracción y una línea recta paralela a la parte recta del diagrama, por el punto, por ejemplo, de 0,2% de deformación ($\epsilon=0,002$). (Llamado también Resistencia de prueba: $R_{p0,2}$).

Límite de proporcionalidad:

Es el valor de la máxima tensión que se puede producir durante un ensayo de tracción, para el cual se cumple la ley de Hooke, o sea que tensiones y deformaciones unitarias son directamente proporcionales.

Longitud de calibración (L):

Longitud entre marcas de la parte cilíndrica o prismática de la muestra de ensayo, en la que se mide la elongación.

Longitud de calibración inicial (L₀):

Longitud de calibración antes de aplicación de la carga.

Longitud de calibración final (L_u):

Longitud de calibración tras la ruptura de la muestra de ensayo.

Longitud paralela (L_C):

Longitud de la porción paralela de la sección reducida de la muestra de ensayo.

M**Maleabilidad:**

Propiedad de un material por la cual un metal puede batirse y extenderse en planchas o láminas, o

sea, se le puede dar otra forma sin romperlo. Aumenta con la tenacidad y disminuye al aumentar la dureza. El oro es un metal muy maleable. También son maleables el acero y el aluminio.

Máquinas universales de ensayos:

Equipos utilizados para llevar a cabo los ensayos de tracción. Al incorporar células de carga y extensómetros, nos permiten medir, en cada instante, los valores de la carga aplicada y la deformación provocada en la muestra de ensayo. Al tener la posibilidad de incorporar otros accesorios que posibilitan la aplicación de diferentes solicitaciones, permiten también la realización de ensayos de otros tipos como, por ejemplo: compresión, flexión, plegado, cortadura, etc. Por eso se conocen con el nombre de máquinas universales de ensayos o dinamómetros universales.

Módulo de elasticidad (o Módulo de Young):

Thomas Young, a partir de la ley de Hooke, estableció que la relación entre tensión y deformación unitaria, para cuerpos sometidos a tracción, durante su comportamiento perfectamente elástico, era característica de cada material y constante. [Módulo de Young (E) = Tensión (σ) / Deformación unitaria (ϵ) = constante] .

Su valor se puede obtener calculando la pendiente de la zona recta de un diagrama tensión-deformación unitaria. Ver Ley de Hooke.

N

O

P

Plasticidad:

Capacidad de un material para deformarse permanentemente bajo la acción de una carga cuando está por encima de su límite elástico. Propiedad por la cual puede cambiar de forma y conservar esta permanentemente. Opuesta a la elasticidad.

Probeta:

Trozo o porción de material, extraído del producto metálico a ensayar, debidamente preparado según las especificaciones de una Norma. Puede ser longitudinal, transversal, un producto sin preparación especial o trabajado, según especificaciones.

Módulo de elasticidad (o Módulo de Young): Thomas Young, a partir de la ley de Hooke, estableció que la relación entre tensión y deformación unitaria, para cuerpos sometidos a tracción, durante su comportamiento perfectamente elástico, era característica de cada material y constante. [Módulo de Young (E) = Tensión (σ) / Deformación unitaria (ϵ) = constante]. Su valor se puede obtener calculando la pendiente de la zona recta de un diagrama tensión-deformación unitaria. (ver Ley de Hooke)

Probeta no proporcional:

Es aquella en la cual la longitud inicial entre marcas (L_0) tiene un valor independiente del valor de la sección inicial (S_0)

Probeta proporcional:

Probeta para la cual la relación :

$$L_0/\sqrt{S_0}$$

guarda un determinado valor k. Si esta relación tiene el valor de $k = 5,65$ (aceptado internacionalmente), se llama probeta de proporción normal o muestra de ensayo proporcional.

Propiedades mecánicas:

Propiedades de los materiales asociadas a su respuesta a la acción de cargas externas sobre ellos, como pueden ser su elasticidad, plasticidad, ductilidad, dureza, fragilidad, tenacidad, etc., y que nos permiten predecir su capacidad para estirarse, comprimirse, doblarse, romperse, etc.

Q

R

Resiliencia:

Se refiere a la capacidad de un material para absorber energía sin sufrir deformación plástica. O sea, la energía por unidad de volumen que puede absorber un material sin sufrir deformación permanente, bajo la acción de un esfuerzo progresivo, y que por tanto libera al retirar la carga. Su valor es igual al área bajo la gráfica tensión-deformación unitaria, en el intervalo elástico.

Resistencia a la tracción (Rm):

Tensión correspondiente a la máxima carga (Fm). (ver Carga máxima). En los materiales dúctiles, cuando la deformación deja de ser uniforme se concentra en la zona central, dando lugar a una progresiva y acelerada reducción de la sección. Por ello, el diagrama Tensión-deformación convencional (que se calcula siempre sobre el valor inicial de la sección, S_0) se aparta de los valores reales. En consecuencia, este valor Rm no representa ninguna propiedad del material, pero se utiliza porque es más sencillo su cálculo y, al ser siempre igual o menor que la Tensión de rotura real, nos sitúa en el lado de la seguridad.

En los materiales frágiles (sin estricción apreciable) la rotura ocurre a la Tensión máxima, y por ello la Tensión de rotura y la Resistencia a la tracción tienen un valor igual a dicha Tensión máxima.

De acuerdo a todo ello, en el ámbito de la ingeniería, y aunque no es estrictamente cierto, se han asimilado las expresiones Tensión de rotura y Resistencia a la tracción (Rm). (ver Tensión de Rotura).

Resistencia dúctil:

Cuando el material metálico muestra un fenómeno dúctil, tensión correspondiente al punto alcanzado durante el ensayo, en el cual la deformación plástica aparece sin que haya aumento de carga (fluencia o cedencia). Distinguiremos entre:

Su valor se puede obtener calculando la pendiente de la zona recta de un diagrama tensión-deformación unitaria. (ver Ley de Hooke)

Resistencia dúctil superior (ReH):

Valor de la tensión en el momento en el que se observa la primera disminución en la carga.

Resistencia dúctil inferior (ReL):

Valor mínimo de la tensión durante la ductilidad plástica (fluencia o cedencia), ignorando cualesquiera efectos transitorios iniciales.

S**T****Tenacidad:**

Energía de deformación absorbida en el campo elástico-plástico. Capacidad de un material para absorber energía y deformarse plásticamente antes de la fractura.

Tensión:

Relación entre la Carga (F), en cualquier momento del ensayo, dividida entre el área de la sección transversal inicial (So) de la muestra (probeta) de ensayo.

Tensión de rotura:

Valor de la Tensión en el momento de la rotura. Será Tensión de rotura nominal o convencional si la obtenemos dividiendo la Carga de rotura entre el valor de la sección inicial (So) y será Tensión de rotura real si lo hacemos dividiendo la Carga de rotura entre el valor de la sección (Su) en la zona de fractura (estricción) en ese momento. En la práctica ninguno de estos valores se considera, porque no caracterizan al material.

U**UNE (Una Norma Española):**

Conjunto de normas tecnológicas españolas.

V**W****X****Y****Z**