

2. COMPORTAMIENTO A TRACCIÓN

En los ensayos de tracción lo que se evalúa realmente es la resistencia del material, es decir, las tensiones que es capaz de soportar antes de comenzar a sufrir deformaciones plásticas permanentes o de romperse. En adelante se tratará el comportamiento de materiales metálicos durante este tipo de ensayos.

Este ensayo proporciona por tanto los datos más básicos sobre el material: relación entre tensión y deformación, qué tensión provoca que deje de comportarse elásticamente, qué tensión provoca rotura, etc. Estos datos son la base para cualquier otro estudio de las propiedades del material.

Sin embargo, a priori podría parecer a alguien que no esté familiarizado con el estudio del comportamiento de los materiales que la elección del ensayo de tracción para este fin es arbitrario. Nada más lejos de la realidad.

Si bien es cierto que con tensiones de compresión también se podría determinar el límite elástico y el módulo de Young (E), no se puede determinar la tensión última de rotura ya que si la carga ha sido bien aplicada y el material no tiene defectos importantes no se produciría la rotura por compresión.

Además, aunque se pudiera conseguir la rotura de la probeta por compresión se comprobaría que mucho antes de alcanzar esa tensión aparecerían efectos de pandeo que provocan el fallo de la pieza por flexión antes de alcanzar la tensión última de rotura.

De hecho el factor limitante en piezas sometidas a compresión es el pandeo, dependiendo éste tanto de la geometría de las cargas y de la pieza como de los apoyos. Es, por tanto, un fenómeno en el que influyen muchos factores aparte de la propia naturaleza del material.

Por todas estas razones se determinan las propiedades resistentes del material mediante ensayos de tracción, obteniendo las más importantes entre las que cabe destacar el límite elástico (σ_e), el límite de rotura (σ_u) y el módulo de Young (E), siendo todas estas propiedades intrínsecas del material e independientes de la forma de aplicación de la carga.

A continuación se va a explicar el comportamiento de los materiales bajo cargas de tracción, indicando los datos más característicos y basándose en una curva característica resultante de ensayo que se muestra a continuación.

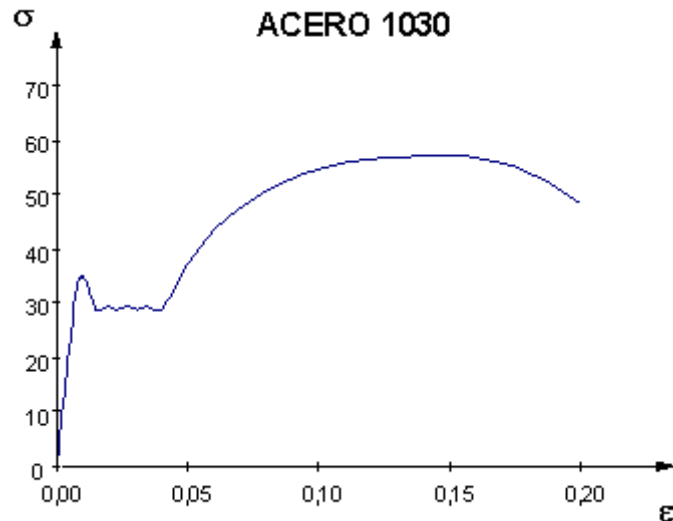


Fig. 2-1. Curva de tracción de un acero, tensión en libras por pulgada.

En la figura anterior se pueden observar el comportamiento a tracción de un acero. Se pueden observar claramente tres fases: comportamiento elástico lineal, fluencia y endurecimiento por deformación.

Comportamiento elástico lineal

Esta parte del ensayo corresponde a la carga desde tensión nula hasta alcanzar el límite elástico. Durante este proceso de carga la relación entre tensión y deformación es lineal con una constante de proporcionalidad que es precisamente el módulo de Young (E).

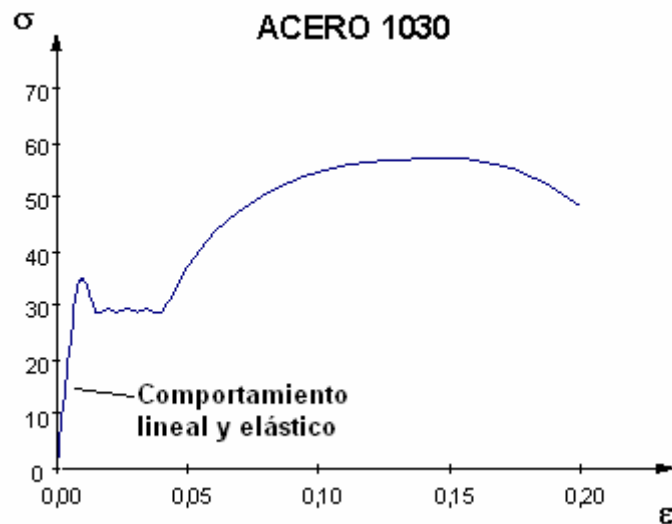


Fig. 2-2. Comportamiento elástico lineal.

En esta fase el proceso es aún totalmente reversible, si se descarga la pieza lo hará siguiendo la misma línea de carga llegando al mismo punto inicial. Toda deformación desaparecerá ya que ésta es de carácter elástico.

El punto en que relación entre tensión y deformación deja de ser lineal es el límite elástico (σ_e), esto es, el punto a partir del cual, si se sigue cargando la pieza aparecerán deformaciones plásticas permanentes.

Fluencia

La fluencia es un proceso que puede ocurrir una vez superado el límite elástico y consiste en una deformación plástica que se produce sin necesidad de aplicar más carga.

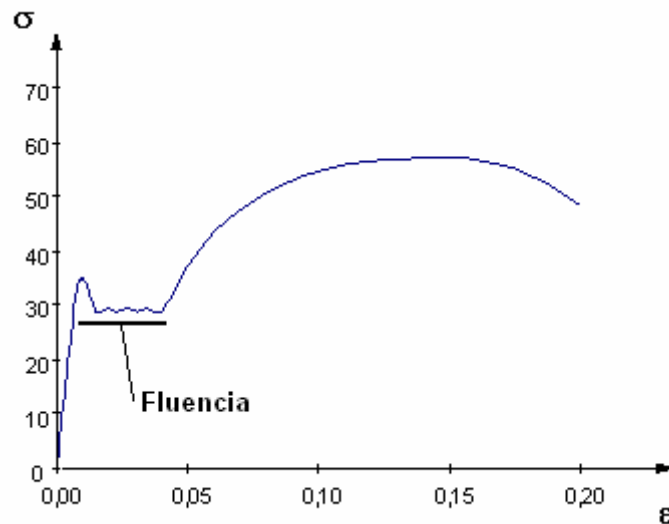


Fig. 2-3. Fluencia.

Sin embargo la fluencia no se da en todos los materiales metálicos, es posible que una vez superado el límite elástico comience el endurecimiento por deformación sin que aparezca la fluencia. Es el caso, por ejemplo, del material objeto de estudio en este proyecto, el aluminio. En la siguiente figura se muestra la curva de ensayo de una de las probetas usadas donde puede observarse la ausencia de fluencia.

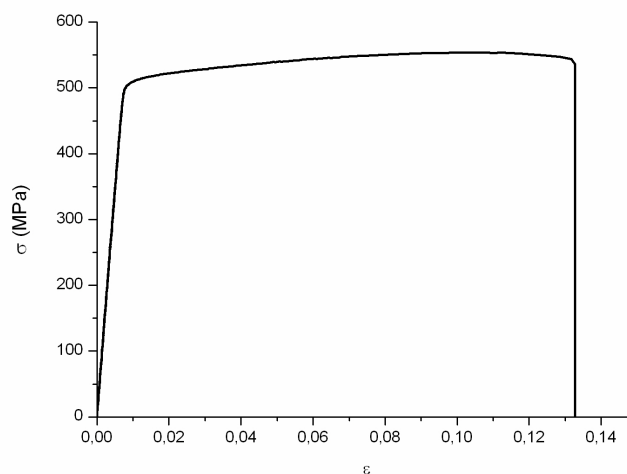


Fig. 2-4. Curva de tracción de la aleación de aluminio 7075-T651.

Endurecimiento por deformación

El endurecimiento por deformación es un proceso por el que al aplicar una carga, no necesariamente de tracción, suficientemente elevada producimos una deformación plástica permanente en el material que va acompañada de un aumento de su límite elástico.



Fig. 2-5. Endurecimiento por deformación.

Por tanto, conforme va aumentando la carga el material se va endureciendo haciéndose necesaria más tensión para conseguir la misma deformación. Si durante este proceso se disminuye la carga se seguirá una línea de descarga paralela a la de comportamiento lineal, es decir, se alcanza la tensión nula mediante una línea de descarga cuya pendiente es el módulo de Young y que acaba en un punto con deformación no nula tras recuperar otra parte de la deformación que era de tipo elástico. Este proceso se puede observar en la siguiente figura.

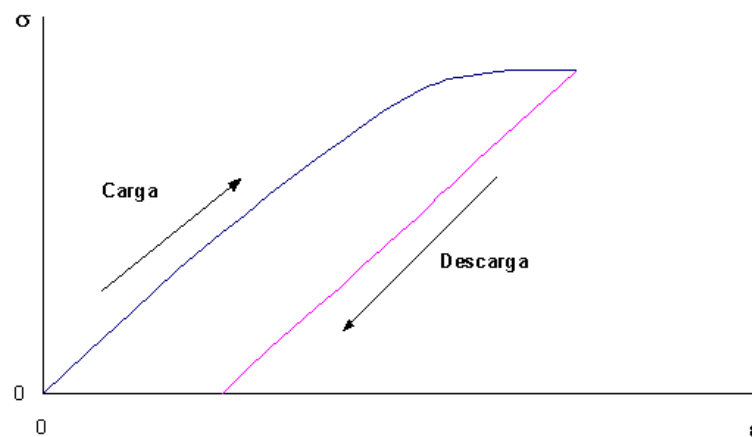


Fig. 2-6. Línea de descarga.

Si una vez descargado totalmente el material se volviese a iniciar la carga, se seguiría aproximadamente la línea de descarga comportándose ahora el

material como otro con mayor límite elástico y sin fluencia. De esta manera se puede conseguir por tanto que un material tenga un límite elástico aparente mucho mayor.

A partir de aquí el ensayo sigue la misma curva que seguiría si no se hubiese detenido.

Al aumentar la carga aplicada se llega a un punto en que la curva llega a un máximo. Esto no significa que se produzca un ablandamiento del material, al contrario, el material sigue endureciéndose pero ocurre un efecto que lo contrarresta: una disminución localizada del área de la sección, fenómeno que se denomina estricción. Esta brusca disminución de área resistente hace que con una carga menor se alcancen tensiones mayores por lo que en realidad la curva de tensión es siempre ascendente.

Por tanto, el material es realmente capaz de alcanzar tensiones mayores que el límite último de rotura pero no es aprovechable ya que aunque la tensión que puede soportar es mayor la carga efectiva que puede soportar disminuye.

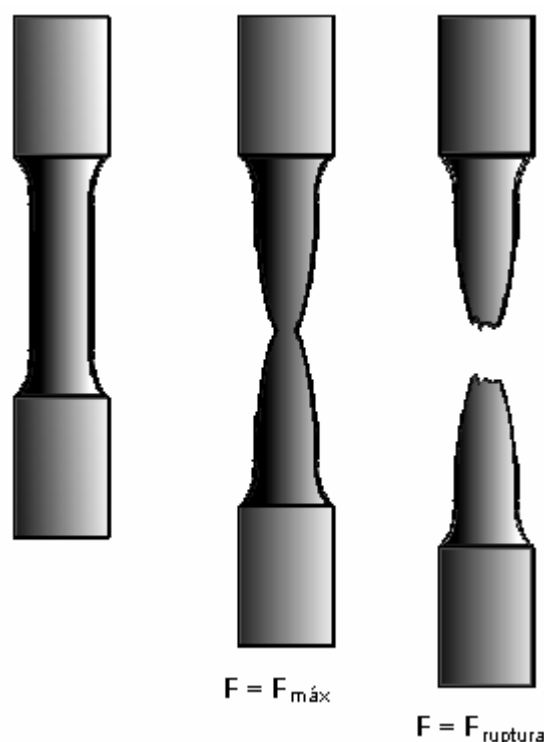


Fig. 2-7. Representación de probeta sin cargar, durante el proceso de estricción y tras la rotura.

En definitiva, con este tipo de ensayos pueden obtenerse los siguientes datos sobre el material:

- Límite elástico: tensión a partir de la cual se producen deformaciones permanentes.
- Límite de rotura: tensión máxima que soporta el material antes de la rotura.

- Elongación en fluencia: alargamiento que se produce en el material al superar el límite elástico sin necesidad de aplicar un aumento de carga.
- Alargamiento en rotura: incremento de longitud experimentado por la probeta durante el ensayo.
- Reducción de área: variación sufrida por la sección resistente a causa de la deformación sufrida por efecto Poisson.