

# E E T P N° 485 “Vicecomodoro Marambio”

**Asignatura:** LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

**Curso:** 401                      Docente: Seifert Roberto                      robertoseifert69@hotmail.com

---

**Curso:** 402                      Docente: Esquivel Jorge                      jorge\_esquivel\_85@hotmail.com



## ENSAYOS DE LAS PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

TIPOS DE ENSAYOS



## DEFINICIÓN DE ENSAYO

- Examen o comprobación de una o más propiedades o características de un material, producto, conjunto de observaciones, etc., que sirven para formar un juicio sobre dichas características o propiedades.
- Se intenta de esta manera simular las condiciones a las que va a estar expuesto un material cuando entre en funcionamiento o en servicio.

## CLASIFICACIÓN DE LOS ENSAYOS

- Según la rigurosidad del ensayo.
- Según la naturaleza del ensayo.
- Según la utilidad de la pieza después de ser sometida al ensayo.
- Según la velocidad de aplicación de las fuerzas.

## SEGÚN LA RIGUROSIDAD DEL ENSAYO

- **Ensayos científicos:**

Se obtienen resultados que se refieren a los valores numéricos de ciertas magnitudes físicas.

- **Ensayos tecnológicos:**

Se utilizan para comprobar si las propiedades de un determinado material son adecuadas para una cierta utilidad.

## SEGÚN LA NATURALEZA DEL ENSAYO

- **Ensayos químicos:**

Permiten conocer la composición, tanto cualitativa como cuantitativa del material.

- **Ensayos metalográficos:**

Consisten en analizar la estructura interna del material mediante un microscopio.

- **Ensayos físicos:**

Se cuantifican, por ejemplo, la densidad, el punto de fusión, la conductividad eléctrica...

- **Ensayos mecánicos:**

Mediante los que se determina la resistencia del material cuando se somete a diferentes esfuerzos.

## SEGÚN LA UTILIDAD DE LA PIEZA DESPUÉS DE SER SOMETIDA AL ENSAYO.

- **Ensayos destructivos:**

Se produce la rotura o un daño sustancial en la estructura del material.

- **Ensayos no destructivos:**

Se analizan las grietas o defectos internos de una determinada pieza sin dañar su estructura.

## SEGÚN LA VELOCIDAD DE APLICACIÓN DE LAS FUERZAS.

- **Ensayos estáticos:**

La velocidad de aplicación de las fuerzas al material no influye en el resultado del ensayo.

- **Ensayos dinámicos:**

La velocidad de aplicación de las fuerzas al material juega un papel decisivo en el resultado del ensayo.

## ENSAYOS ESTÁTICOS DE DUREZA

- ENSAYOS DE DUREZA AL RAYADO.
  - MÉTODO MOHS
  - DUREZA MARTENS
  - MÉTODO DE RAYADO A LA LIMA.
- ENSAYOS DE DUREZA A LA PENETRACIÓN.
  - MÉTODO BRINELL
  - MÉTODO VICKERS
  - MÉTODO ROCKWELL

## DEFINICIÓN DE DUREZA

Por dureza se suele entender la resistencia que ofrece un material al ser rayado o penetrado por una pieza de otro material diferente.

## MÉTODO DE MOHS

En él se compara el material que se pretende analizar con 10 minerales tomados como patrones, numerados del 1 al 10 en orden creciente de dureza.

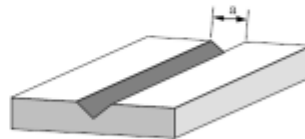
- 1 Talco
- 2 Yeso
- 3 Calcita
- 4 Fluorita
- 5 Apatito
- 6 Feldespato
- 7 Cuarzo
- 8 Topacio
- 9 Corindón
- 10 Diamante

Método bastante impreciso

## ENSAYO DE DUREZA DE MARTENS

Se emplea un cono de diamante con el que se raya la superficie del material cuya dureza se quiere medir

a = anchura del surco



$$AM = 1000 / a^2$$

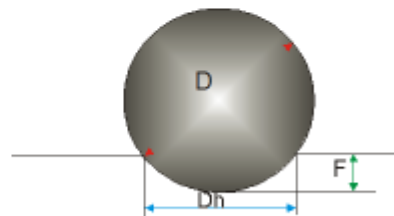
## MÉTODO DE RAYADO A LA LIMA

Se somete al material al a acción cortante de una lima de características determinadas, observando el efecto cortante producido.



## MÉTODO BRINELL (I)

El penetrador es una esfera de acero templado, de gran dureza, de diámetro ( $D$ ) que oscila entre 1 y 10mm, y a la que se aplica una carga preestablecida durante un intervalo de tiempo que suele ser de 15s.



## MÉTODO BRINELL (II)

- **CONDICIONES NORMALES DEL ENSAYO:**

- Diámetro del penetrador  $D = 10\text{mm}$ .
- Carga aplicada  $F = 3000\text{ kg}$ .
- Tiempo de carga  $t = 15\text{s}$ .

Si las condiciones son distintas a las normales debe representarse:



## MÉTODO BRINELL (III)

- **CARACTERÍSTICAS DEL ENSAYO:**

- No se puede realizar sobre piezas esféricas o cilíndricas.
- No es fiable en materiales muy duros y de poco espesor.
- Para que el error del ensayo por deformación del material no sea muy grande, debe cumplirse:

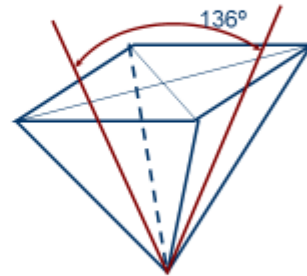
$$D/4 < d < D/2$$

- Por aproximación puede conocerse el tipo de acero que se ensaya mediante la relación:

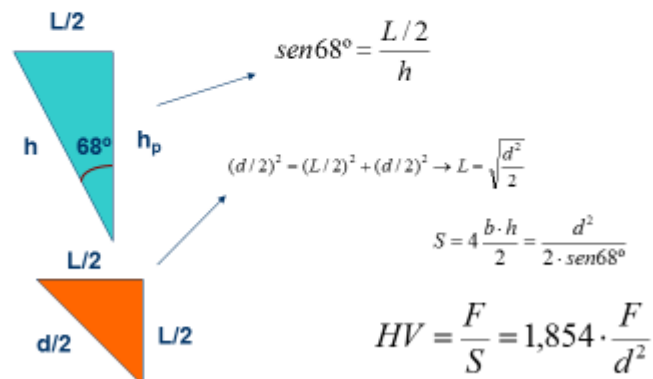
$$\%C = (HB - 80) / 141$$

## MÉTODO VICKERS (I)

En este ensayo el penetrador es un diamante tallado en forma de pirámide de base cuadrada con un ángulo de  $136^\circ$  entre dos caras opuestas.



## MÉTODO VICKERS (II)



## MÉTODO VICKERS (III)

### ● CARACTERÍSTICAS DEL ENSAYO:

- Las cargas aplicadas son más pequeñas que en el método Brinell (oscilan entre 1 y 120kp). La más empleada es la de 30kp.
- El tiempo de aplicación oscila entre 10 y 30s. Se utiliza tanto para materiales duros como en blandos.
- Puede medir dureza superficial por la poca profundidad de la huella.
- Expresión de la dureza:

520 HV 30 15

DUREZA ←      ← CARGA      → TIEMPO

## MÉTODO ROCKWELL (I)

En el ensayo de Rockwell lo que se mide es la profundidad de la huella, no el área de la misma.

La prueba de Rockwell consiste en hacer penetrar, en dos tiempos, en la capa superficial de la pieza un penetrador de forma prefijada y medir el aumento permanente de la profundidad de penetración.



## MÉTODO ROCKWELL (II)

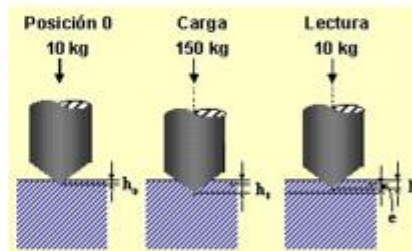
- **TIPOS DE PENETRADORES**

- Para materiales blandos (entre 60 y 150HV) se utiliza un penetrador de acero de forma esférica de 1,59mm de diámetro, y así se obtiene la escala de dureza Rockwell B (HRB).
- Para materiales duros (entre 235 y 1075HV) se emplea un cono de diamante con un ángulo de 120° obteniéndose así la escala de dureza Rockwell C (HRC).

## MÉTODO ROCKWELL (III)

- **PROCEDIMIENTO:**

- En ambas escalas de dureza se aplica, inicialmente, una precarga de 10kp, con lo que el penetrador originará una huella de profundidad  $h_0$ .
- Aplicación de la carga suplementaria  $F_1$  que origina la huella  $h_1$ .
- Eliminar la carga  $F_1$ , reacción elástica del material que eleva al penetrador una cierta altura quedando la huella permanente  $h$ .



$$e = h - h_0$$

## MÉTODO ROCKWELL (IV)

La máquina del ensayo de Rockwell mide la diferencia  $e$  y se expresa la dureza de la siguiente forma:

- **HRC = 100 – e**
- **HRB = 130 – e**

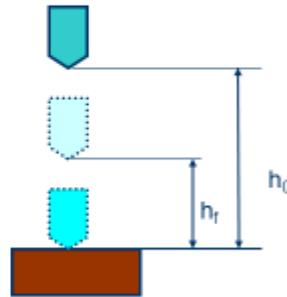
## ENSAYOS DINÁMICOS DE DUREZA

Presentan la ventaja de la rapidez, comodidad y utilidad, ya que se pueden hacer en cualquier lugar por utilizar equipos portátiles. Por el contrario, su desventaja es la menor fiabilidad del ensayo. Los más utilizados:

- **MÉTODO SHORE**
- **MÉTODO POLDI**

## MÉTODO DE SHORE (I)

Se basa en la reacción elástica del material sometido a la acción de un percusor que, después de chocar con la probeta a ensayar, rebota hasta una cierta altura. El nº de dureza HS se deduce de la altura alcanzada en el rebote.



## MÉTODO DE SHORE (II)

- **CARACTERÍSTICAS DEL ENSAYO:**
  - No es de gran precisión, pero es muy rápido.
  - El equipo es fácil de manejar, poco voluminoso y de coste reducido.
  - Apenas produce deformación en la probeta (no deja huella).

## MÉTODO DE POLDI

Es un método de impacto que consiste en lanzar una bola de acero de 5mm de diámetro sobre una probeta del material objeto de medida, de manera que el impulso produzca una huella permanente.

H = dureza del material.

$S_p$  = superficie de la huella patrón.

S = superficie de la huella en el material.

$H_p$  = dureza de la probeta patrón.

$$H = \frac{S_p}{S} H_p$$



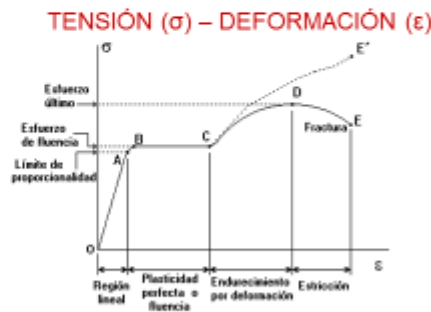
## ENSAYO DE TRACCIÓN (I)

El ensayo consiste en someter una pieza de forma cilíndrica o prismática de dimensiones normalizadas (probeta) a una fuerza normal de tracción que crece con el tiempo de una forma lenta y continua, para que no influya en el ensayo, el cual finaliza, por lo general, con la rotura de la probeta.



## ENSAYO DE TRACCIÓN (II)

Durante el ensayo se mide el alargamiento (Al) que experimenta la probeta al estar sometida a la fuerza (F) de tracción. De esta forma se puede obtener un diagrama fuerza (F)-alargamiento (Al), aunque para que el resultado del ensayo dependa lo menos posible de las dimensiones de la probeta y que, por tanto, resulten comparables los ensayos realizados con probetas de diferentes tamaños, se utiliza el diagrama:



## ENSAYO DE TRACCIÓN (III)

- **TENSIÓN:**

Es la fuerza aplicada a la probeta por unidad de sección; es decir, si la sección inicial es  $S_0$ , la tensión viene dada por:

$$\text{SI: } N/m^2 = \frac{F}{S_0}$$

- **DEFORMACIÓN O ALARGAMIENTO UNITARIO:**

Es el cociente entre el alargamiento Al experimentado y su longitud inicial ( $L_0$ ).

$$\text{Adimensional } \epsilon = \frac{Al}{L_0}$$

## ENSAYO DE TRACCIÓN (IV)

- **Datos más significativos obtenidos del ensayo:**

- Límite de proporcionalidad ( $\sigma_p$ )
- Límite de elasticidad ( $\sigma_E$ )
- Resistencia a la tracción ( $\sigma_{MAX}$ )
- Resistencia a la rotura ( $\sigma_R$ )
- Estricción de rotura (Z):

$$Z(\%) = \frac{S_o - S_f}{S_o} \cdot 100$$

## ENSAYO DE COMPRESIÓN (I)

Estudia el comportamiento de un material al ser sometido a una carga progresivamente creciente de compresión. Se realiza en una máquina universal de ensayos. Las probetas son:

- **Probetas cilíndricas:** materiales metálicos.
- **Probetas cúbicas:** materiales no metálicos.



## ENSAYO DE COMPRESIÓN (II)

- **CARACTERÍSTICAS:**

- La tensión unitaria:

$$\sigma = -\frac{F}{S_o}$$

- Contracción total:

$$AL = L - L_o$$

- Contracción unitaria:

$$\varepsilon = -\frac{Al}{L_o}$$

- Variación de sección:

$$AS = S - S_o$$

## ENSAYO DE RESISTENCIA AL CHOQUE (I)

Permite determinar la energía absorbida en la rotura de una probeta normalizada producida por un golpe seco de un martillo en su caída.

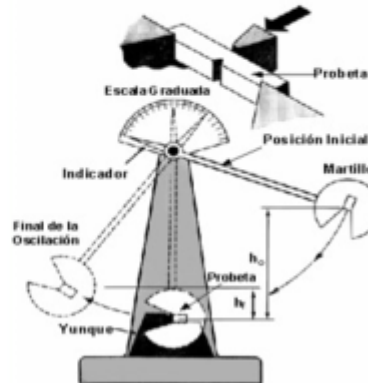
### PÉNDULO DE CHARPY



## ENSAYO DE RESISTENCIA AL CHOQUE (II)

- **CARACTERÍSTICAS DEL ENSAYO:**

- Se coloca la probeta y se levanta el martillo hasta  $h_0$  respecto de la probeta y formando un ángulo  $\alpha$ .
- El martillo se deja caer para que por choque rompa la probeta y llegue hasta  $h_1$  formando un ángulo  $\beta$ .



## ENSAYO DE RESISTENCIA AL CHOQUE (III)

La energía será:

$$W = P(h_0 - h_1) = PL(\cos\beta - \cos\alpha)$$

P = peso del péndulo (kg).

L = longitud del péndulo (m).

W = energía empleada en la rotura (kgm).

$\alpha$  y  $\beta$  = ángulos formados por el péndulo.

El valor de la **resiliencia**  $\rho$  del material se define como el trabajo de rotura por unidad de superficie A:

$$\rho = \frac{W}{A} = \frac{\text{energía empleada en la rotura (kgm)}}{\text{sección de la probeta (cm}^2\text{)}} \quad \rho = \text{resiliencia del material (kgm/cm}^2\text{)}$$

## ENSAYO DE FATIGA

Permite medir la resistencia que presenta un material a esfuerzos que, siendo variables en sentido y magnitud, e inferiores a los de rotura o límite elástico, puede provocar su rotura.

**LÍMITE DE FATIGA:** es el máximo valor de tensión al que podemos someter un material sin romperse, independientemente del número de veces que se repita la acción.



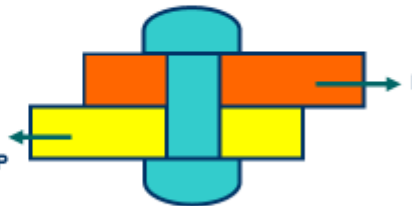
## ENSAYO DE CIZALLADURA O CORTADURA

La cortadura es el esfuerzo que soporta una pieza cuando sobre ella actúan fuerzas contrarias y situadas en planos contiguos:

$\delta$  = esfuerzo de trabajo.

$P$  = tensión aplicada.

$A_0$  = sección inicial de la probeta.



$$\tau = \frac{P}{A_0} \quad (\text{N/mm}^2)$$

## ENSAYOS DE FLEXIÓN, DE PANDEO Y DE TORSIÓN

ENSAYO DE FLEXIÓN



ENSAYO DE TORSIÓN



ENSAYO DE PANDEO



## ENSAYOS TECNOLÓGICOS

Son ensayos con menor rigor científico que los mecánicos y que permiten conocer determinadas cualidades de un material de forma aproximada pero rápida.

- Ensayo de la chispa.
- Ensayo de plegado.
- Ensayo de embutición.
- Ensayo de forja.

## ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

Permiten analizar las piezas sin destruirlas ni deteriorarlas. Persiguen fundamentalmente detectar fallos internos como: grietas, poros, segregaciones, etc...

- Ensayos magnéticos.
- Ensayos eléctricos.
- Ensayos por líquidos penetrantes.
- Ensayos de rayos X.
- Ensayos de rayos  $\gamma$ .
- Ensayos de ultrasonidos.

## ENSAYOS DE RAYOS X Y RAYOS GAMMA (I)

Los **rayos X** son vibraciones electromagnéticas invisibles que se propagan a la velocidad de la luz, pero con una longitud de onda muy corta.

La probeta que se desea examinar se apoya sobre una placa fotográfica situada sobre una pantalla de plomo que absorbe las radiaciones.

Los rayos penetran en el material y llegan a la placa fotográfica. Si no existen defectos y la estructura es homogénea; la placa se impresionará toda por igual.

Los **rayos gamma** son radiaciones electromagnéticas similares a los rayos X, pero de longitud de onda extraordinariamente corta.



## ENSAYOS DE RAYOS X Y RAYOS GAMMA (II)

- **VENTAJAS DE LOS RAYOS GAMMA FRENTE A LOS RAYOS X:**

- Los equipos de rayos gamma son de menores dimensiones.
- Su poder de penetración permite aplicarlos a piezas de mayores espesores.

- **INCONVENIENTES:**

- El mayor peligro al utilizar isótopos radiactivos.
- El mayor tiempo de exposición que los rayos X.

Actividades a realizar:

Buscar por internet información sobre:

- Los Ensayos Destructivos más comunes como: Ensayo de tracción, compresión, flexión, plegado, resiliencia (Ensayo Charpy), cizalladura o cortadura y torsión.
- Los ensayos No destructivos más comunes como: Radiografía, Ultrasonidos, Tintes Penetrantes y Partículas Magnéticas.

Con ilustraciones incluidas de las maquinas correspondiente para cada ensayo.

Fecha de entrega: 28/08/20