

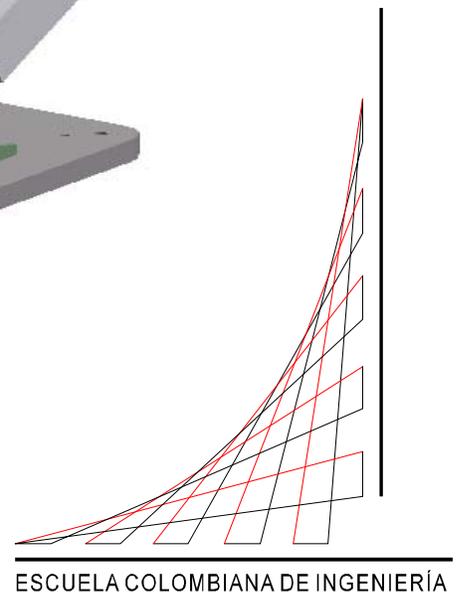
MAQUINA DE IMPACTO

PROTOCOLO

Curso de Materiales



EDICION 2011-2
FACULTAD INGENIERIA INDUSTRIAL
LABORATORIO DE PRODUCCION



ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA

TABLA DE CONTENIDO

1.	ASIGNACIÓN DE TIEMPOS	5
1.1	Conocimiento de la máquina para pruebas de impacto	5
1.1.1	Conocimiento general	5
1.2	Práctica	5
2.	MARCO TEÓRICO	7
2.1	Generalidades de la prueba de impacto (1)	7
2.2	Propiedades de Impacto	7
2.2.1	Temperatura de transición de dúctil a frágil (2).....	7
2.2.2	Sensibilidad a la muesca (donde).....	8
2.2.3	Relación con el diagrama esfuerzo deformación	8
2.2.4	Designación de eje del espécimen	8
3.	Descripción general de la máquina.....	9
3.1	Partes principales de la máquina	10
3.1.1	Estructura.....	10
3.1.2	El Péndulo.....	10
3.1.3	Soportes para las probetas	10
3.1.4	Sistema de Freno.....	11
3.1.5	Martillos de Golpeo	11
4.	Tipos de Prueba de Impacto.....	12
4.1	Ensayo tipo Charpy	12
4.2	Ensayo tipo Izod.....	12
4.3	Sistema de medición y Registro	13
5.	Cálculos Realizados	14
5.1	Velocidad durante el golpe.....	14
5.2	Punto de Golpeo (r_B) Real.....	14
5.2.1	Cálculo de la Energía Absorbida.....	15
6.	PASOS PARA LA REALIZACIÓN DE LA PRÁCTICA DE IMPACTO	16
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	17

INTRODUCCIÓN

Cuando se manipulan materiales es muy importante conocer e identificar las diferentes características y propiedades mecánicas que éstos poseen. En el caso específico de esta práctica, se estudiarán las propiedades como la resiliencia o resistencia al impacto que tienen los materiales metálicos, mediante la aplicación de las pruebas de impacto Izod y Charpy.

De igual forma esta práctica también tiene por objetivo, desarrollar habilidades para la manipulación de los instrumentos requeridos en la práctica.

Para la correcta realización de esta prueba, se recomienda que los estudiantes hayan comprendido previamente el contenido de esta, consignado en el protocolo.

INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD

Para evitar lesiones y accidentes durante la práctica o daños en la máquina de pruebas de impacto es necesario que los estudiantes tengan en cuenta:

- Respetar las señales de seguridad que están demarcadas alrededor de la máquina.
- Cuando la máquina se está preparando para cualquier prueba, debe mantenerse puesta la tranca de seguridad, ya que de no ser así, el sistema de freno podría fallar y causar lesiones al operario.
- En el momento de soltar el péndulo, las personas que estén observando la prueba deben alejarse aproximadamente un metro de la máquina para evitar ser golpeados por los fragmentos de las probetas.
- Solamente deben ser utilizadas probetas tipo estándar, según lo especificado en la norma técnica ASTM E-23, de las dimensiones y materiales para los cuales se ha diseñado la máquina.
- El sistema de freno debe ser accionado solamente por una persona, que para tal fin debe poner las dos manos sobre la manivela que permite liberar el péndulo de la posición estática.
- Al realizar una prueba, esta debe ser definida correctamente, de manera que la máquina sea graduada por el encargado para tal fin. La máquina debe ser provista con los aditamentos adecuados según sea el caso: prueba tipo Charpy o prueba tipo Izod. Los aditamentos son: martillo de golpeo y soportes para las probetas.
- En el momento de subir el péndulo a la posición estática, es necesario que el movimiento sea hecho por una sola persona, preferiblemente por un hombre, pues esta parte de la máquina pesa aproximadamente 40 lb.; debe subirse con una sola mano (derecha), el giro que realiza el brazo de la persona debe ser paralelo al plano de giro del péndulo y en ningún momento se debe ejercer fuerzas por fuera de éste plano, ya que puede ser peligroso y dañino para la máquina.
- Al poner el péndulo en la posición estática, es importante fijar la parte giratoria de la base soporte de éste y colocar el pin que casa en uno de los orificios de la base, todo con el propósito de fijar con seguridad el péndulo en su posición cargada (inicial-estática).

OBJETIVOS

- Determinar la tenacidad de los materiales por medio de la prueba de impacto.
- Demostrar y conocer la importancia de la máquina y de las pruebas de impacto tipo Izod y Charpy.
- Conocer e identificar el ensayo tipo Charpy y todo lo que ésta conlleva en cuanto a soportes de probetas, martillos de golpeo, ubicación de las probetas, dimensiones, etc. contemplado en la norma ASTM E-23.
- Conocer e identificar el ensayo tipo Izod y todo lo que ésta conlleva en cuanto a soportes de probetas, martillos de golpeo, ubicación de las probetas, dimensiones, etc. contemplado en la norma ASTM E-23.
- Tener el conocimiento necesario acerca del funcionamiento general de la máquina de pruebas de impacto.
- Estar en capacidad de realizar las pruebas de impacto para los ensayos tipo Charpy e Izod.
- Conocer cada parte que compone la máquina para pruebas de impacto.

1. ASIGNACIÓN DE TIEMPOS

1.1 Conocimiento de la máquina para pruebas de impacto

1.1.1 Conocimiento general

TEORÍA	TIEMPO(min)
- Generalidades de la máquina para pruebas de impacto.	3
- Partes principales de la máquina (Estructura, Péndulo, Soportes para las Probetas, El sistema de freno, Martillos de golpeo, Sistema de medición y registro – Goniómetro).	3
- El ensayo de impacto, explicaciones generales.	3
- Ensayo tipo Charpy	4
- Ensayo tipo Izod	4
- Comportamiento y conformación de los diferentes tipos de probetas: frágiles y dúctiles.	3
Total	20

1.2 Práctica

PRÁCTICA	TIEMPO (min)
Instrucciones de Seguridad para las dos pruebas: -Comprobar que la máquina se encuentre perfectamente alineada y libre de obstáculos. -Colocar la tranca de seguridad antes de manipular los soportes de las probetas. -Comprobar que las partes de la máquina con tornillos de sujeción como: soportes para probetas, base en la cual es puesto el péndulo en su posición inicial, se encuentren debidamente fijadas, apretadas y listas para la práctica. -Antes de soltar el péndulo, todos los estudiantes deben estar retirados de la máquina respetando las señales de seguridad demarcados alrededor de ésta.	3
Preparar la probeta del ensayo de impacto que se va a realizar, según las especificaciones de la norma ASTM E-23.	2
Total	5

Prueba de impacto tipo Charpy	
Colocar la tranca de seguridad.	-----
Colocar el soporte para el ensayo de impacto tipo Charpy (si es necesario). Y ajustarlo debidamente.	2
Montar la probeta tipo Charpy adecuadamente en el soporte indicado.	1
Colocar el péndulo en posición inicial y tener cuidado de colocar el pin para que la base en el cual se apoya éste se encuentre fija e igualmente su parte giratoria.	1
Verificar que todo se encuentre debidamente puesto antes de soltar el péndulo.	1
Alistar el registro de movimiento de la máquina, ajustar el lápiz indicador del ángulo inicial y final del movimiento del péndulo.	2
Retirarse de la máquina de impacto respetando las señales de seguridad.	----
Quitar el pin, y halar la base sobre la cual se encuentra apoyado el péndulo.	1
Activar el sistema de freno de la máquina.	1
Registrar el ángulo inicial (salida) y el final (llegada).	1
Para la presentación del informe tener en cuenta los cálculos pertinentes para establecer la cantidad de energía absorbida en el impacto, la resistencia al impacto del material utilizado en la prueba, la velocidad de impacto.	----
Total	10

Prueba de impacto tipo izod	
Seguir las instrucciones de seguridad indicadas al inicio y de igual forma que en la prueba tipo Charpy.	
Colocar el soporte para el ensayo de impacto tipo Izod (si es necesario).Y ajustarlo debidamente.	2
Montar la probeta tipo Izod adecuadamente en el soporte indicado.	1
Los demás pasos son similares a la prueba tipo Charpy y de igual forma los tiempos respectivos.	
Total	10

2. MARCO TEÓRICO

A continuación se presentan, de manera general, los aspectos más importantes que se deben tener presentes para realizar la práctica:

2.1 Generalidades de la prueba de impacto (1)

“Cuando un material es sujeto a un golpe repentino y violento, en el que la velocidad de deformación es extremadamente rápida, se puede comportar en una forma mucho más frágil que la que se observa en otro tipo de pruebas, por ejemplo en el ensayo de tensión. Esto, se puede observar en muchos plásticos, ya que al estirarlo con mucha lentitud, las moléculas de polímero tienen tiempo de desenredarse o las cadenas de deslizarse entre sí y permitir deformaciones plásticas grandes.

Sin embargo, si se aplica una carga de impacto, el tiempo es insuficiente para que esos mecanismos jueguen un papel en el proceso de deformación, y los materiales se rompen en forma frágil. Con frecuencia se usa un *ensayo de impacto* para evaluar la fragilidad de un material bajo estas condiciones. En contraste con el ensayo de tensión, en el de impacto las tasas de deformación unitaria son mucho mayores”¹.

El ensayo de impacto consiste en dejar caer un péndulo pesado, el cual a su paso golpea una probeta que tiene forma de paralelepípedo, ubicada en unos soportes en la base de la máquina. Se debe dejar caer el péndulo desde un ángulo $\alpha = \pm 90^\circ$, para que la velocidad del péndulo, en el momento del golpe y en el punto de la nariz de golpeo sea de 4.11 m/s y de esta manera cumpla

¹ Tomado y adaptado de: ASKELAND, Donal R., “Ciencia e Ingeniería de los Materiales”, Thomson Editores. México, 2004, Cuarta edición, Pág. 261.

con los requerimientos de la norma que especifica que la velocidad del péndulo en el momento del impacto debe estar entre 3 m/s y 6 m/s.

La probeta posee una muesca (entalle) estándar para facilitar el inicio de la fisura. Luego de golpear la probeta, el péndulo sigue su camino alcanzando cierta altura que depende de la cantidad de energía absorbida por la probeta durante el impacto. Las probetas que fallan en forma frágil se rompen en dos mitades, en cambio aquellas con mayor ductilidad (baja fragilidad) se doblan sin romperse. Este comportamiento es muy dependiente de la temperatura y la composición química, lo cual obliga a realizar el ensayo con probetas a distinta temperatura, para evaluar y encontrar la “temperatura de transición dúctil-frágil”.

2.2 Propiedades de Impacto

2.2.1 Temperatura de transición de dúctil a frágil (2)

Es la temperatura debajo de la cual un material se comporta de forma frágil en un ensayo de impacto. El cambio de dúctil a frágil también depende de la velocidad de deformación. Un material que se somete a un golpe de impacto en servicio debe tener una temperatura de transición menor que la temperatura del entorno. (Ver Figura No. 1)

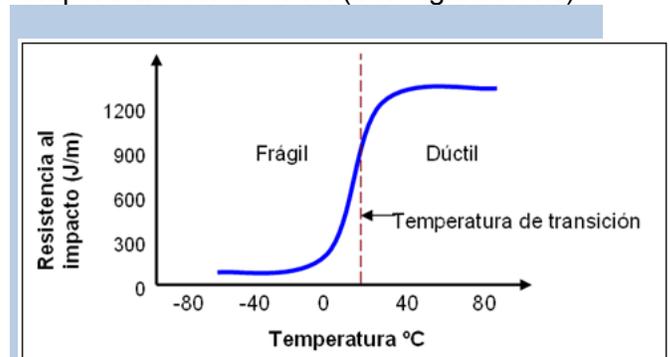


Figura 2.1 Gráfico de Resistencia al impacto Vs. Temperatura

Esta temperatura sirve además como referencia en la selección de materiales, debido a que asegura que la temperatura más baja a la que el material estará expuesto esté muy por encima de la temperatura de transición de dúctil a frágil.

2.2.2 Sensibilidad a la muesca (donde)

Las muescas que son maquinadas, de fabricación deficiente, o diseñadas, concentran esfuerzos y reducen la tenacidad de los materiales. La sensibilidad de la muesca mide su efecto sobre las propiedades de un material, como tenacidad o vida de fatiga. Las energías absorbidas son muchos menores en las probetas con muesca. (Ver Figura No. 2)

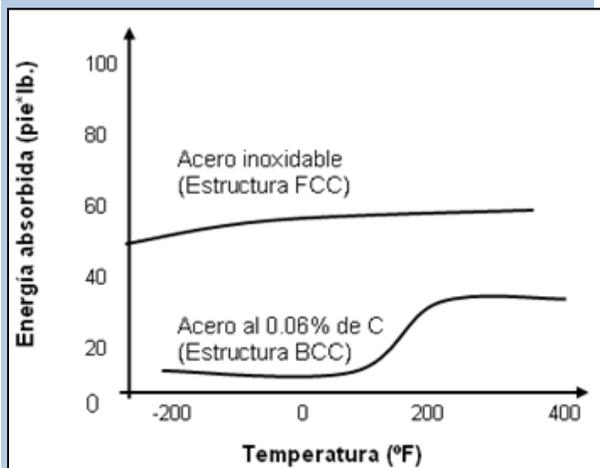


Figura 2.2 Propiedades de una muesca en V de Charpy para un acero al carbono BCC y un acero inoxidable

(La estructura cristalina FCC normalmente conduce a mayores energías absorbidas, sin mostrar temperatura de transición).

2.2.3 Relación con el diagrama esfuerzo deformación

La energía necesaria para romper un material durante un ensayo de impacto, no siempre se relaciona con la resistencia a la tensión. En general, los metales que tienen alta resistencia y a la vez gran ductilidad, tienen buena tenacidad a la tensión. Sin embargo, este comportamiento cambia cuando las velocidades de deformación son altas. Así, dicha velocidad puede desplazar la transición de dúctil a frágil.

2.2.4 Designación de eje del espécimen

La orientación con que se sacan las probetas de los lingotes de las laminaciones de acero, permite que esta adquiera mayor o menor resistencia ante la fractura por impacto. Se puede ver como el corte de la muesca y su orientación (el plano) coincide paralela o perpendicularmente al eje de flujo de las fibras naturales (de laminación) del espécimen: (Ver Figura 3)

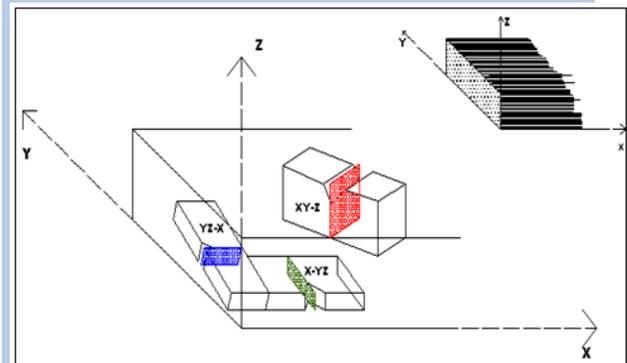


Figura 2.3 Designación del eje de la Probeta

La orientación de la muesca se designa por la dirección en que la fractura se propaga; como se puede ver en la figura, cuando el plano de la muesca es diagonal a la dirección de las fibras del espécimen, es decir sobre el plano xy-z de la laminación, el espécimen puede tener mayor resistencia al impacto, que el que podría tener el espécimen cortado en la dirección yz-x, el

cual tendría una menor resistencia al impacto y por lo tanto se fracturaría más fácilmente, y por último el espécimen cuyo plano de muesca esta en dirección x-yz presentaría el mayor grado de resistencia a la fractura, ya que la orientación de la muesca esta en un plano transversal a la dirección de las fibras del espécimen.

3. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA MÁQUINA

La máquina consta de dos paraleles paralelos, totalmente perpendiculares a su base fijada

en el suelo, estos paraleles soportan un eje, el cual sostiene al péndulo, que en su parte inferior tiene el martillo, el cual se puede cambiar según la prueba que se vaya a realizar (Charpy-Izod). El martillo tiene un determinado peso y dimensiones que cumplen con la norma ASTM E-23. En la base se encuentra una prensa o soporte de la probeta intercambiable para el ensayo que se vaya a realizar (Charpy-Izod), su fin es sujetar las probetas cuando el péndulo las golpea. (Ver Figura No. 4)

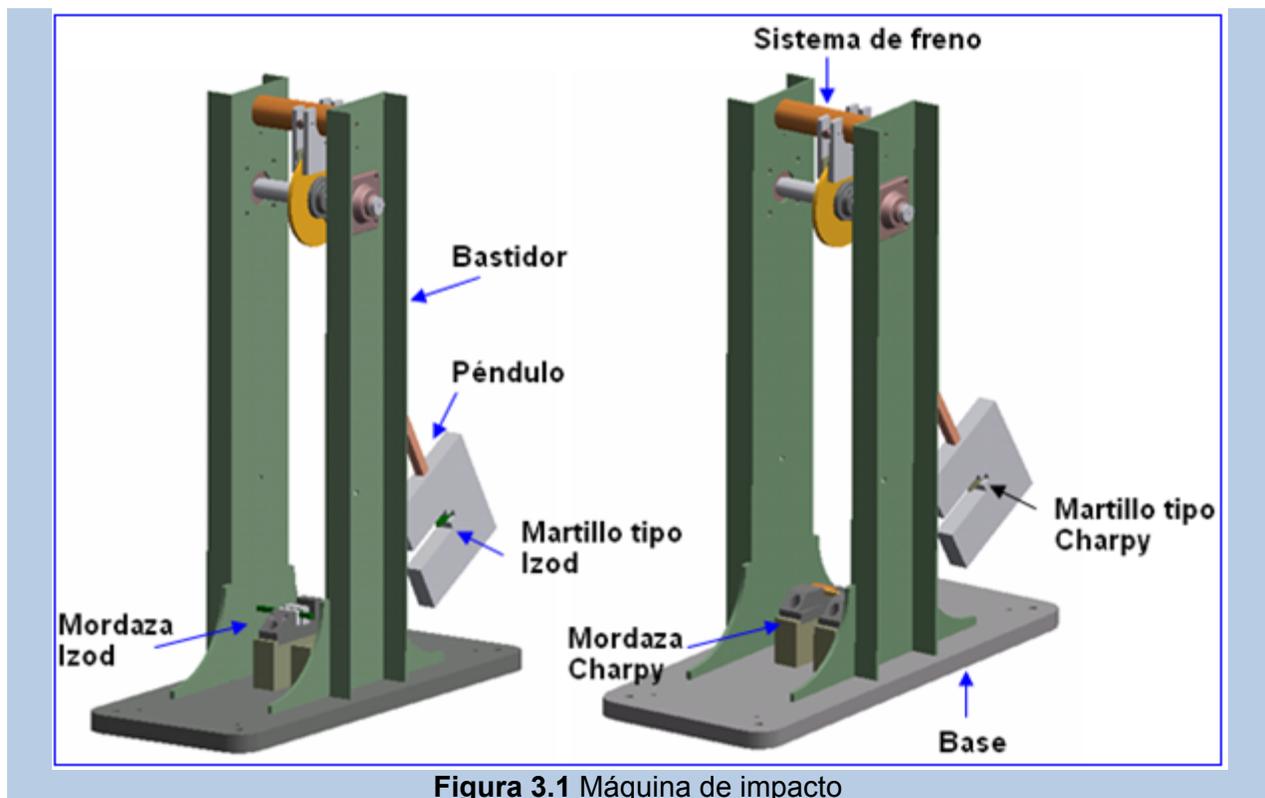


Figura 3.1 Máquina de impacto

3.1 Partes principales de la máquina

3.1.1 Estructura

La estructura o todo el soporte de la máquina consiste en dos canales de acero que están paralelos entre sí, perpendiculares a la base. La máquina debe ser anclada al piso 15 cm. como especifica la norma. En el momento de realizar el anclaje debe tenerse especial cuidado, para no alterar las condiciones de paralelismo y perpendicularidad, sobre las cuales se diseñó la máquina. Para anclar la estructura al piso se utilizan dos tornillos en cada una de las esquinas. Uno de los tornillos es el de nivelación y el otro es el de anclaje. La estructura se nivela utilizando los tornillos de nivelación, y cuando se encuentra totalmente nivelada, se ajustan en el piso los tornillos de anclaje. (Ver Figura 4).

3.1.2 El Péndulo

Ésta parte de la máquina es la más delicada, pesa aproximadamente 40 lb., y debe ser accionada solamente al liberar el sistema de freno, a través del mecanismo proporcionado para ello. El péndulo al igual que el resto de la máquina cumple con la norma ASTM E-23; su diseño debe cumplir con características de: velocidad, centro de percusión y punto de golpeo. (Ver Figura No. 4)

3.1.3 Soportes para las probetas

3.1.3.1 Bloques de Soporte

La máquina ha sido diseñada de manera tal que puedan ser realizados dos tipos de ensayo. Para ello se han diseñado dos tipos de soportes, uno tipo Charpy que sostiene utilizando dos puntos de apoyo, uno en cada extremo, y uno tipo Izod que sostiene la probeta en voladizo. Para poder ubicar estos

soportes, y por consiguiente las probetas, a la altura adecuada, es necesario utilizar unos bloques que actúan a manera de suplemento, y que permanecerán fijos en la base de la máquina.

3.1.3.2 Soporte para probetas tipo Charpy

Para la prueba de impacto tipo Charpy, las mordazas deben sujetar la probeta por cada uno de sus extremos, dejando un canal para el paso del péndulo, que debe tener una distancia de 40 mm según la norma ASTM E- 23. (Ver Figura No. 5).

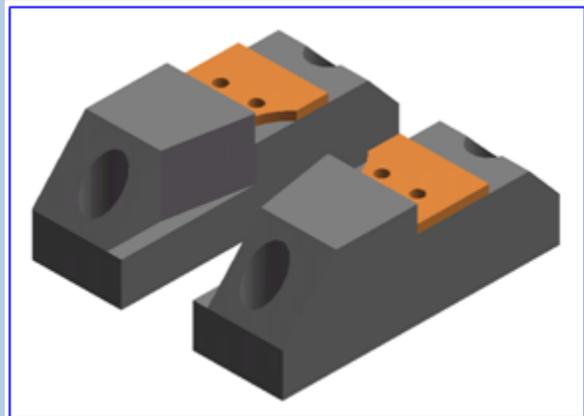


Figura 3.2 Mordazas para probetas tipo Charpy

3.1.3.3 Soporte para pruebas de impacto Izod

Para la prueba de impacto tipo Izod, las mordazas deben sujetar la probeta por uno de sus extremos, dejando espacio en voladizo, para que el golpe suceda a 22mm de la muesca según la norma ASTM E-23. (Ver Figura No. 6).

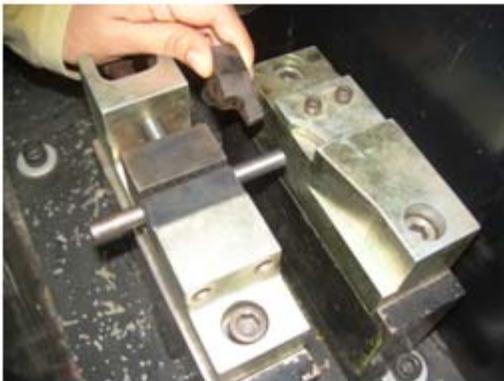
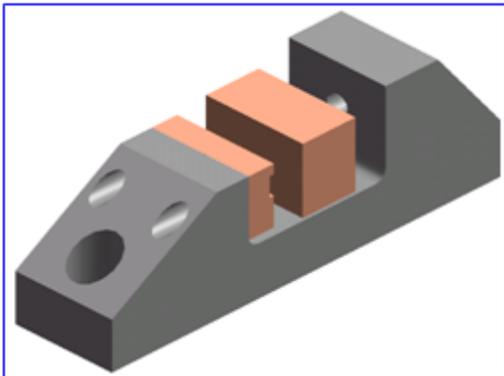


Figura 3.3 Mordaza para Probetas tipo Izod

3.1.4 Sistema de Freno

La máquina de impacto tiene un sistema de freno parecido al freno de disco de un vehículo, el cual permite en el momento de ser accionado, que el péndulo disminuya su velocidad poco a poco hasta detenerse definitivamente. El área que entra en contacto entre las pastillas de freno y el disco del péndulo, tiene un área aproximada de 12 pulgadas cuadradas a cada lado. El

sistema de freno debe ser accionado por la manivela exclusivamente, para esto, es necesario que un segundo operario (que tiene la responsabilidad de frenar la máquina) tenga las dos manos sobre la manivela de freno en el momento de liberar el péndulo. (Ver Figura No. 4).

3.1.5 Martillos de Golpeo

Así como cada una de las prueba tiene un sistema de soporte (mordazas), también está normalizada la forma y tamaño de los martillos de golpeo. Por ello, cada una de las pruebas a realizarse en esta máquina tiene su propio martillo de golpeo. A continuación de presenta cada uno de estos:

- **Martillo para Pruebas tipo Charpy**

El martillo de golpeo para pruebas de impacto tipo Charpy, requiere que se cumpla con una disposición específica de los ángulos y dimensiones que entran en contacto con la probeta. Es importante tener en cuenta que el péndulo posee un orificio diseñado de forma tal que el martillo se introduzca sin ninguna complicación de forma correcta. Aquí se presentan los detalles más relevantes, sin embargo, para mayor información se debe consultar la norma técnica ASTM E-23. (Ver Figura No. 7).



Figura 3.4 Martillo para prueba tipo Charpy

- **Martillo para pruebas tipo Izod**

El martillo de golpeo para pruebas de impacto tipo Izod, también requiere que se cumpla con una disposición específica de los ángulos y dimensiones que entran en contacto con la probeta. Es necesario tener en cuenta que como la probeta esta en posición horizontal, el matillo de golpeo debe ser colocado un giro de 90° respecto al eje del péndulo. Es por esto que el péndulo posee un orificio diseñado de forma tal que el martillo se introduzca sin ninguna complicación de forma correcta. Consultar la norma técnica ASTM E-23. (Ver Figura No. 8).



Figura 3.5 Martillo para prueba tipo Izod

4. TIPOS DE PRUEBA DE IMPACTO

A continuación se presentarán las principales características de las pruebas Izod y Charpy.

4.1 ENSAYO TIPO CHARPY

Este ensayo consiste en romper una probeta simplemente apoyada en posición horizontal, por medio de un golpe en su punto medio, en donde previamente se le ha hecho una muesca. El martillo golpea en dirección opuesta a la muesca. El goniómetro de máximos permite conocer los ángulos de

salida y llegada para establecer cuanta energía absorbe la probeta antes y durante la ruptura. (Ver Figura No. 9 y 10)

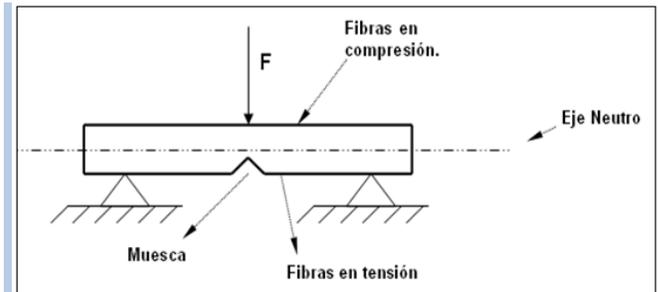


Figura 4.1 Posición de la probeta en la prueba Charpy



Figura 4.2 Forma y de la probeta en la prueba Charpy

4.2 ENSAYO TIPO IZOD

Este ensayo consiste en romper la probeta sostenida en voladizo en posición horizontal, por medio de un golpe en su extremo libre. En su base, a ésta probeta también se le hace una muesca, sin embargo, esta es realizada a toda una sección transversal de la probeta. El goniómetro de máximos marca los ángulos de salida y llegada con los cuales se establece la energía absorbida por la probeta de determinado material. (Ver Figura No. 11 y 12).

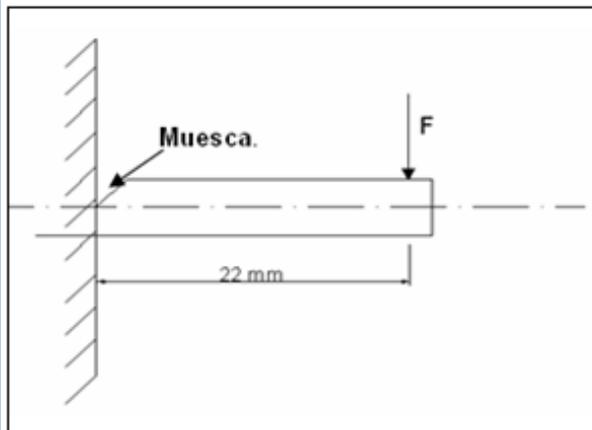


Figura 4.3 Posición de la probeta para la prueba Izod



Figura 4.4 Forma de la probeta para la prueba Izod

En el registro quedan dos ángulos de importancia, el primero es α , el cual representa el ángulo de salida del péndulo, el segundo es β , éste último representa el ángulo hasta el cual llegó el péndulo luego de romper la probeta.

4.3 SISTEMA DE MEDICIÓN Y REGISTRO

Permite establecer la medida del ángulo desde el cual se suelta el péndulo y el ángulo hasta el cual llega luego del impacto y ruptura de la probeta. Este es un sistema basado en el funcionamiento de un compás. El sistema consta de una barra pequeña que se encuentra unida al centro del eje y una lámina puesta en medio de la estructura del paral, sobre el cual se encuentra la escala graduada. La escala es rayada por una mina que se encuentra en el extremo de la barra que está unida al eje del péndulo. (Ver Figura 12).

Toca tomar una foto

5. Cálculos Realizados

A continuación se presentará la manera como se obtuvieron algunos valores de las variables de la máquina de impacto, que son de mucha importancia para garantizar la aceptación de los resultados, basándose en la norma ASTM – E23:

5.1 Velocidad durante el golpe

A continuación se presentará la manera como se calculó la velocidad del péndulo en el momento de entrar en contacto con la probeta:

$$\omega^2 = \frac{2g(W_A L + W_B(2L + \alpha))}{\frac{4}{3}W_A L^2 + \frac{2}{3}W_B \alpha^2 + W_B(2L + \alpha)^2}$$

Introduciendo los valores de pesos y medidas significativas, tomadas en la máquina ya fabricada, en la Formula 1, se obtiene la siguiente velocidad:

$$\begin{aligned} \alpha &= 90^\circ \\ W_A &= 4.62 \text{ lb} \\ W_B &= 36.24 \text{ lb} \\ W_A + W_B &= 40.86 \text{ lb} \\ 2g &= 772.8 \frac{\text{in}}{\text{s}^2} \\ L &= 14.33 \text{ in} \\ a &= 4.948 \text{ in} \\ \omega &= 4.81 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_b &= \omega \times r_b \\ V_b &= \omega(2L + a) \\ V_b &= 4.81 \frac{\text{rad}}{\text{s}} (33.6102 \text{ in}) \\ V_b &= 4.11 \frac{\text{m}}{\text{s}} \end{aligned}$$

La anterior velocidad cumple con las exigencias de la norma ASTM E-23 explicada anteriormente, pero como la norma exige que en el momento del impacto

el péndulo en el punto de golpeo debe tener entre 3 m/s y 6m/s, el péndulo no se puede soltar a menos del siguiente ángulo α para cumplir con la exigencia de velocidad mínima (3 m/s):

$$\begin{aligned} W_A(L - L \cos\alpha) &+ W_B[(2L + a) \\ &- (2L + a)\cos\alpha] = \frac{1}{2g} I_0 \omega^2 \\ (1 - \cos\alpha)(LW_A + (2L + a)W_B) &= \frac{1}{2g} I_0 \omega^2 \\ (1 - \cos\alpha)1284.24 &= 55.3769\omega^2 \\ 1 - \cos\alpha &= \frac{\omega^2}{23.19} \end{aligned}$$

Teniendo en cuenta que:

$$\begin{aligned} v &= 3 \frac{\text{m}}{\text{s}} \\ v &= 118.11 \frac{\text{in}}{\text{s}} \\ r &= 33.61 \text{ in} \\ v &= \omega r \\ \omega &= 3.51 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \\ \omega^2 &= 12.3491 \end{aligned}$$

Entonces

$$\begin{aligned} \cos\alpha &= 1 - 0.5325 \\ \alpha &= 62.13^\circ \end{aligned}$$

Este ángulo lo calculamos con la mínima velocidad que exige la norma ASTM E-23 en el momento del impacto. Considerando las pérdidas de fricción, la posición será aproximadamente de **65° a 70°**.

5.2 Punto de Golpeo (r_B) Real.

El punto de golpeo real debería coincidir con la distancia \bar{X} . Sin embargo, por las dificultades de fabricación, esta medida puede variar un poco.

$$r_{B \text{ real}} = 2L + a$$

$$r_B = 33.61 \text{ in}$$

$$r_B = 853.7 \text{ mm}$$

$$\text{Variación} = 0.86\%$$

Teniendo en cuenta que la norma permite una variación de 1%

5.2.1 Cálculo de la Energía Absorbida

Antes de presentar las formulas utilizadas en el momento de efectuar este cálculo, se presentará una figura que facilitará el entendimiento de estas. (Ver Figura No.12).

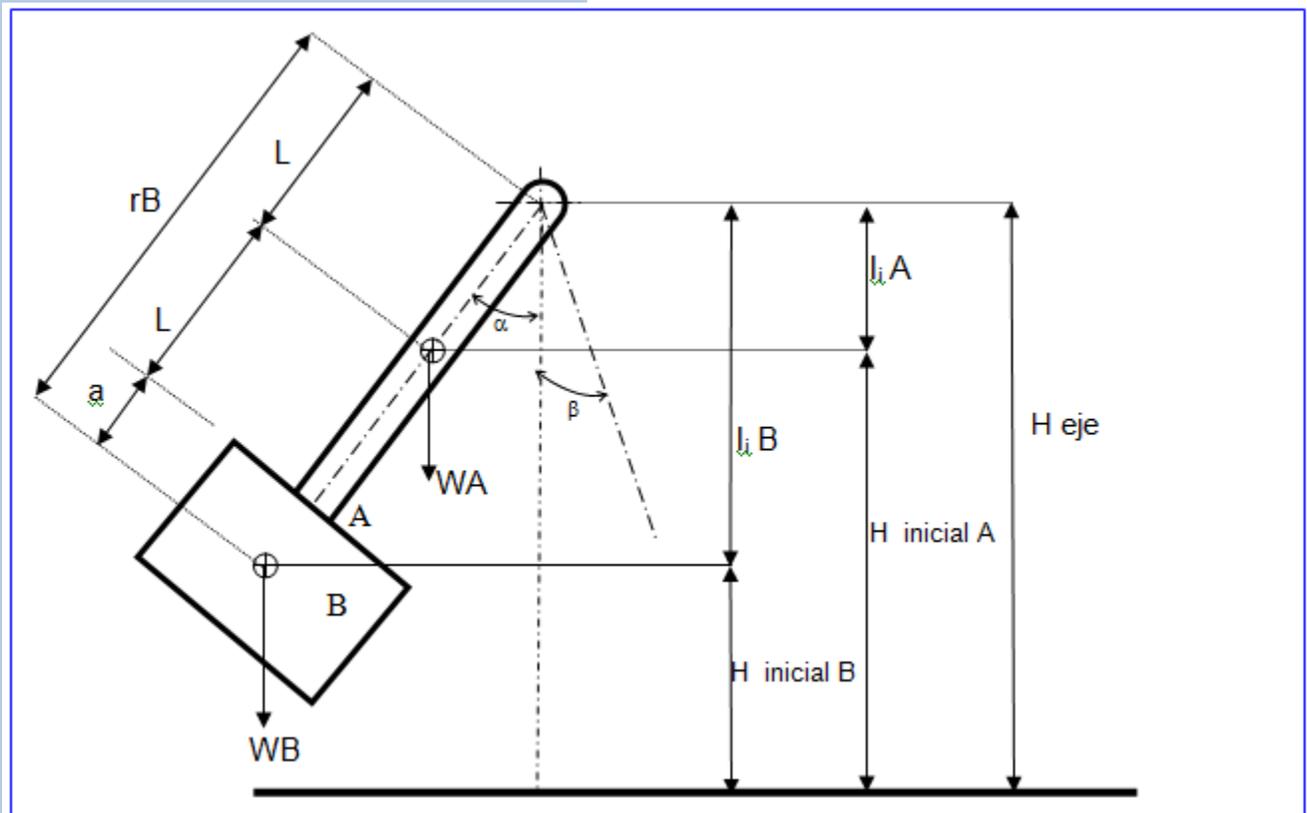


Figura 5.1 Variables utilizadas para el cálculo de la energía absorbida

Por equilibrio de la Energía Potencial:

$$EP_i = EP_f + \text{fricción} + E_{\text{abs por rotura}}$$

- Suponiendo por ahora que no hay fricción:

$$E_{\text{absorbida}} = EP_i - EP_f$$

= (Cambio de altura de los centro de masa) x Peso

$$E_{\text{absorbida}} = [(H - l_{iA})W_A + (H - l_{iB})W_B] - [(H - l_{fA})W_A + (H - l_{fB})W_B]$$

$$E_{\text{absorbida}} = \cos \beta [W_B(2L + a) + W_A L] - \cos \alpha [W_B(2L + a) + W_A L]$$

$$E_{\text{absorbida}} = (\cos \beta - \cos \alpha)(W_B(2L + a) + W_A L) [J] \text{ ó } [lb - in]$$

Remplazando los valores reales tomados en el péndulo:

Y sabiendo que:

$$H = H \text{ eje}$$

$$l_{iA} = L(\text{longitud inicial de la barra})$$

$$l_{iB} = 2L + a(\text{longitud inicial del martillo})$$

$$W_A = \text{peso de la barra}$$

$$W_B = \text{peso del martillo}$$

Remplazando los valores reales tomados en el péndulo:

$$W_A = 4.62 \text{ lb} = 2.1 \text{ kgf}$$

$$W_B = 36.24 \text{ lb} = 16.4727 \text{ kgf}$$

$$L = 14.33 \text{ in} = 0.360 \text{ m}$$

$$2L + a = 33.61 \text{ in} = 0.853 \text{ m}$$

En el sistema Ingles será:

$$E_{\text{absorbida}} = (36.24(33.61) + 4.62(14.33))(\cos \beta - \cos \alpha) [\text{in} - \text{lb}]$$

$$E_{\text{absorbida}} = 1284.23(\cos \beta - \cos \alpha) [\text{in} - \text{lb}]$$

- Teniendo en cuenta la Fricción:

El grado que se le resta al ángulo de salida, es el que representa la fricción que se produce durante el movimiento, causado por el aire y el rozamiento del eje contra los rodamientos.

$$E_{\text{absorbida}} = 1284.23(\cos \beta - \cos(\alpha - 1)) [\text{in} - \text{lb}]$$

$$E_{\text{absorbida}} = 145(\cos \beta - \cos(\alpha - 1)) [J]$$

Nota: Para realizar los cálculos se utilizaron las siguientes unidades de conversión

$$1J = 8.856 \text{ in} - \text{lb}$$

$$0.1129J = 1 \text{ in} - \text{lb}$$

6. PASOS PARA LA REALIZACIÓN DE LA PRÁCTICA DE IMPACTO

A continuación se explicará de manera detallada los pasos que se tienen que realizar para llevar a cabo con éxito esta práctica:

1. Conocer las medidas de seguridad que esta práctica exige.
2. Identificar las partes de las máquinas y conocer las diferencias entre las pruebas Izod y Charpy.
3. Identificar los materiales que se van a utilizar en la realización de esta prueba y conocer sus características.
4. Luego de identificar los materiales con los que se van a realizar ambas pruebas, se procederá a realizar los respectivos cortes de estos, respetando la norma ASTM – E23. Estos cortes se llevarán a cabo con la ayuda de una segueta. También se utilizará un calibrador Pie de Rey para tomar las mediciones del material. Es importante resaltar que cuando se vaya a realizar el corte del material se tenga mucho cuidado con el manejo de la segueta, ya que no se cuenta con mucha experiencia por parte de los estudiantes.
5. Una vez se tenga cortado el material cumpliendo con la especificaciones de la norma, se procederá a realizarle la muesca o entalla a cada probeta, Esta muesca debe cumplir la norma ASTM – E23 de igual manera.
6. Luego de tener la probeta lista, se procederá a colocarla en las respectivas mordazas, dependiendo de la prueba que se vaya a llevar a cabo (Izod o Charpy). Es muy importante que se

aseguren bien los soportes y las mordazas con una llave Bristol.

7. Una vez se tenga la probeta instalada en la máquinas, se procederá a subir el péndulo e instalarlo inmediatamente en el soporte y colocarle el pin de seguridad.
8. Luego se adhiere el goniómetro o registro a la máquina y se coloca inmediatamente la mina de grafito. Es muy importante tener en cuenta que la mina no debe ser demasiado larga, ya que si esto ocurre, se correría el riesgo de que se rompa el papel. Esto originaría que no se puedan obtener los datos de los ángulos de salidas y llegadas.
9. Una vez se tenga la máquina lista, un estudiante quitara el pin de seguridad y jalara la barra de acero sobre la cual reposa el brazo. Otro se colocará al frente del dispositivo de freno de esta y lo accionará cuando se realizado el rompimiento de la probeta. Es muy importante que ningún estudiante se encuentre por dentro de la zona demarcada con color amarillo para evitar accidentes.
10. Luego de que la probeta se halla fracturado y el brazo de la máquina esto totalmente parado, se quitara el registro y se realizara el estudio y análisis de los materiales utilizados.

7. BIBLIOGRAFÍA

- (1) ASKELAND, Donal R., "Ciencia e Ingeniería de los Materiales", Thomson Editores. México, 1998.
- (2) CALLISTER, William. "Materials science and Engineering an introduction" John Wiley & Sons. Inc. México, 2007.
- (3) ANDERSON, J.C. y otros, "Ciencia de los Materiales", Limusa Editores, México, 1998.
- (4) FLIM, R.A, y otro, "Materiales de Ingeniería y sus Aplicaciones", Mc Graw -Hill, México, 1979.
- (5) BUDINSKY, K. y otro, "Engineering Materials", Prentice – Hall, U.S.A., 1999