

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA  
Y ELECTRICA



MEMORIA PARA EXAMEN PROFESIONAL  
DE LA CARRERA DE INGENIERO MECANICO  
ADMINISTRADOR

PRESENTA

KARLA MARGARITA GONZALEZ GARZA

CURSO

PRUEBAS MECANICAS EN LOS MATERIALES

EXPOSITOR: M.C. DANIEL RAMIREZ VILLARREAL

SAN NICOLAS DE LOS GARZA, N. L.  
MAYO DE 1996

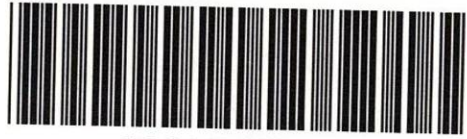


T

TA410

G6

C.1



1080064373

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA  
Y ELECTRICA



MEMORIA PARA EXAMEN PROFESIONAL  
DE LA CARRERA DE INGENIERO MECANICO  
ADMINISTRADOR

PRESENTA

KARLA MARGARITA GONZALEZ GARZA

CURSO

PRUEBAS MECANICAS EN LOS MATERIALES

EXPOSITOR: M.C. DANIEL RAMIREZ VILLARREAL

SAN NICOLAS DE LOS GARZA, N. L.  
MAYO DE 1996

T  
TA 410  
96



Biblioteca Central  
Magna Solidaridad

*Tesis*



BU Raúl Rangel Fierro  
UANL  
FONDO  
TESIS LICENCIATURA

**CURSO-TESIS****PRUEBAS MECÁNICAS EN LOS MATERIALES**

<b>ÍNDICE</b>	<b>PÁGINA</b>
1.- Clasificación de los materiales	2
2.- Estructura de los materiales:	3
- Metales	
- Polímeros	
3.- Propiedades y características mecánicas básicas	11
4.- Máquinas, accesorios, aditamentos e instrumentos de medición	23
 Bibliografía	

## 1.- Clasificación de los Materiales

### 1.- Ferrosos:

Aceros: Ordinarios  
Aleados

Fundiciones: Grises: Nodular  
Ferrítico  
Perlítico

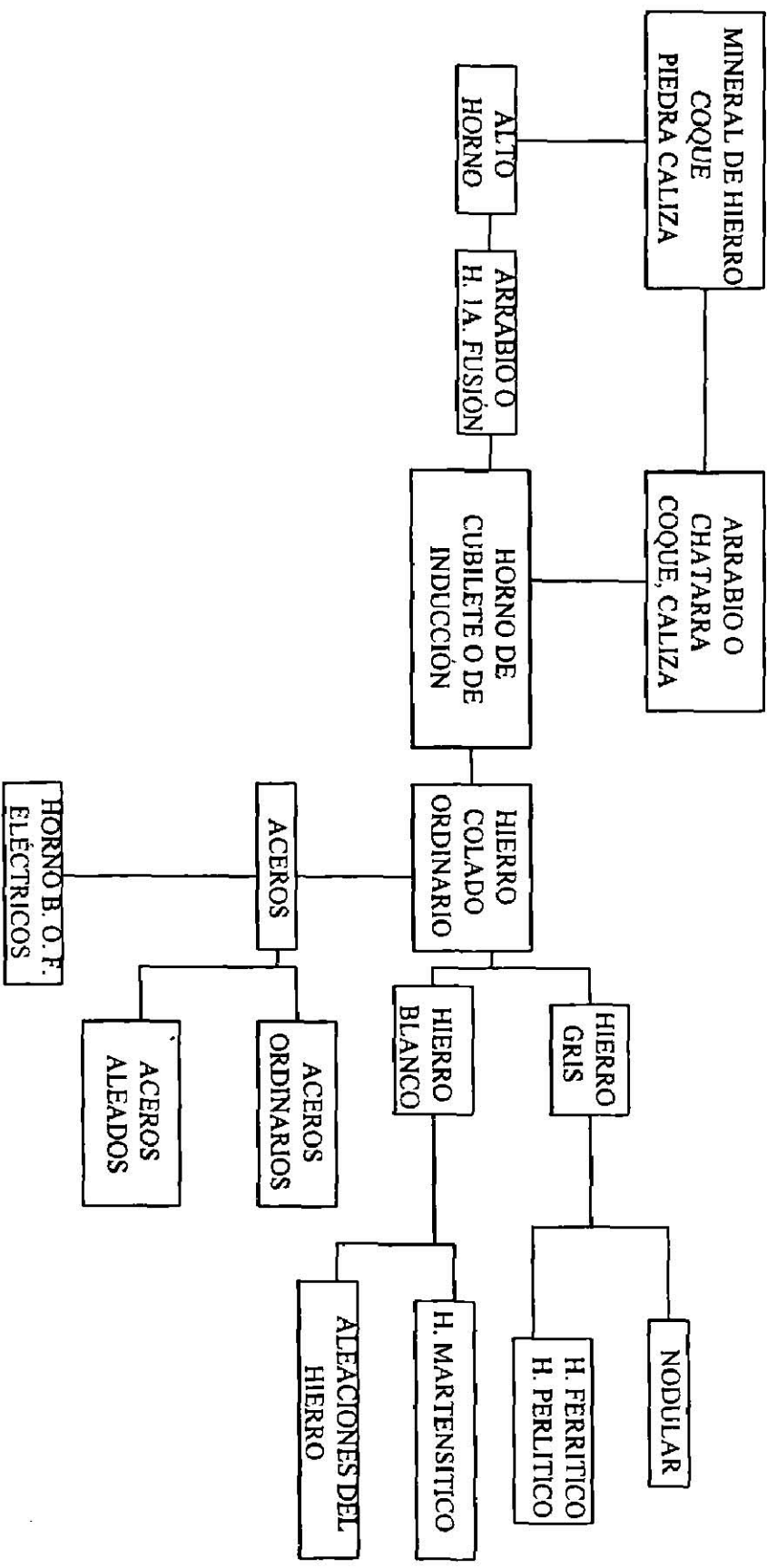
Blancas: H. Martensíticos  
Especiales aleaciones

2.- No-Ferrosos: Cobre y sus Aleaciones  
Aluminio y sus Aleaciones  
Níquel, Cromo, Estaño, etc.

3.- Orgánicos: Madera  
Polímeros  
Elastómeros

4.- Inorgánicos: Fibras Compuestas  
Cerámicos  
Vidrios  
Minerales

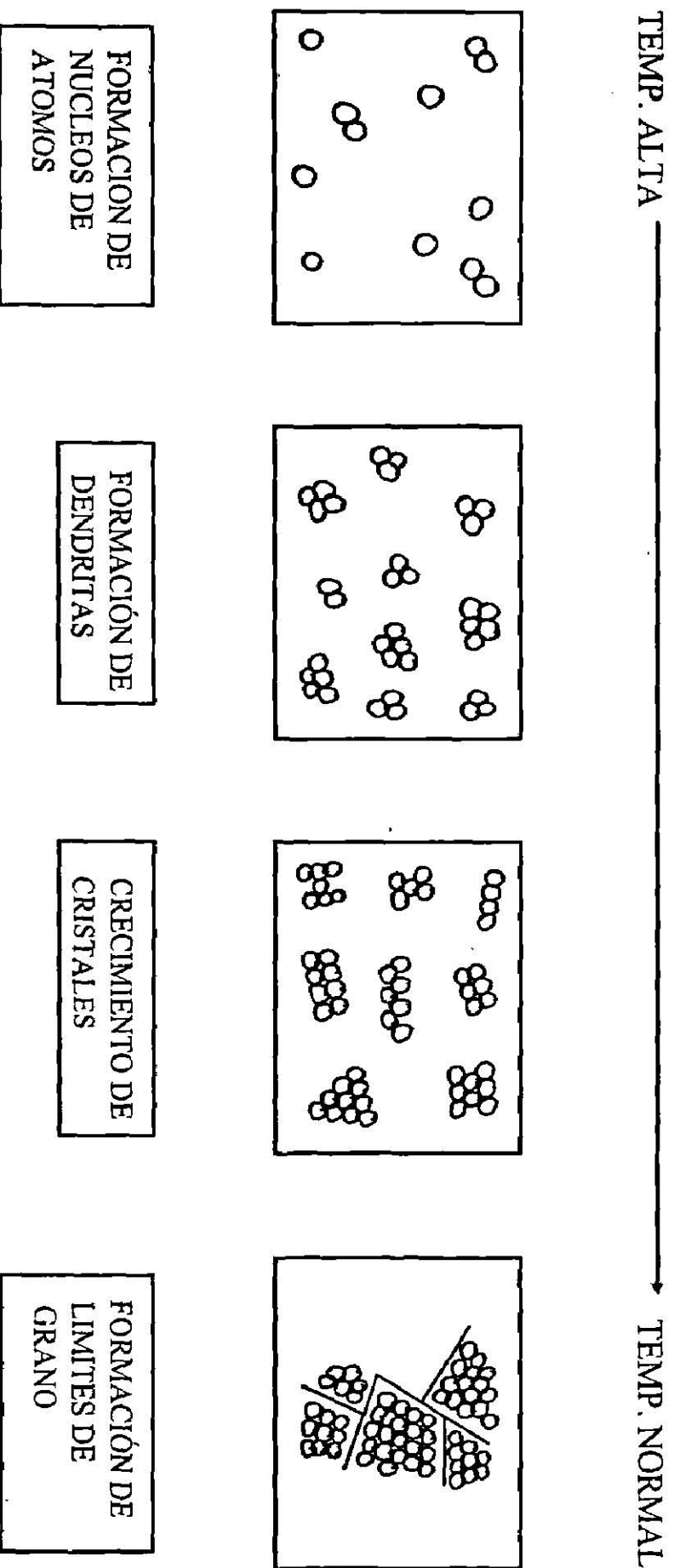
# DIAGRAMA DE OBTENCIÓN DEL HIERRO Y EL ACERO





# MECANISMOS DE CRISTALIZACIÓN EN LOS METALES

ES EL PROCESO DE TRANSFORMACIÓN DE UN ESTADO LÍQUIDO A UNO SÓLIDO DESARROLLÁNDOSE LOS CRISTALES EN FORMA ORDENADA.



## 2.- Estructura de los Materiales

### METALES

PARA METALES: su estructura está compuesta por agrupamiento de átomos.

#### Estados de la Materia en la Obtención de un Metal

- \* Gaseosos
- \* Líquidos
- \* Sólidos

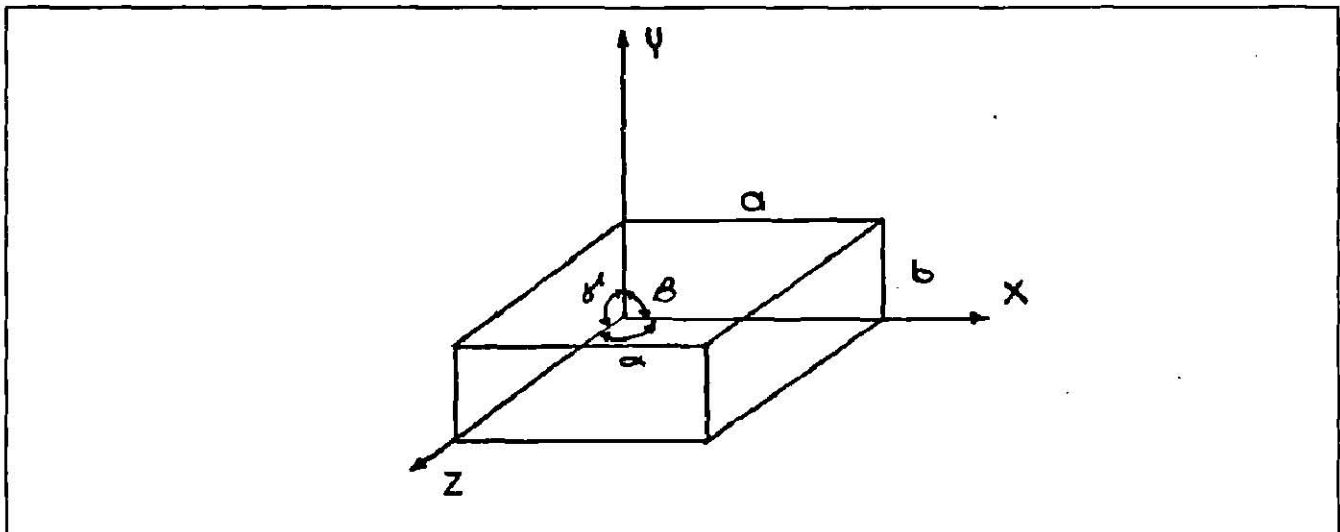
#### Tipos de Enlaces

- \* Iónico
- \* Metálico
- \* Covalente
- \* Vander-Walls
- \* Puente de Hidrógeno

**Red o estructura cristalina:** agrupación de átomos en forma ordenada denominadas celdillas espaciales.

#### Características de la red:

- \* Sus longitudes
- \* Sus ángulos



## LOS SIETE SISTEMAS CRISTALINOS

### 1.- Monoclínico

- a) Simple
- b) De extremos centrados

### 2.- Triclínico

- a) Simple

### 3.- Hexagonal

- a) Con extremos centrados

### 4.- Romboédrico

- a) Simple

### 5.- Ortorrómico

- a) Simple
- b) Cuerpo centrado
- c) Extremos centrados
- d) Caras centradas

### 6.- Tetragonal

- a) Simple
- b) Cuerpo centrado

### 7.- Cúbico

- a) Simple
- b) Cuerpos centrados
- c) Caras centradas

**Los sistemas de cristalización más comunes son:**

- Cúbico\*
- Hexagonal\*
- Tetragonal
- Ortorrómbico
- Romboédrico

**Defectos o imperfecciones del cristal:**

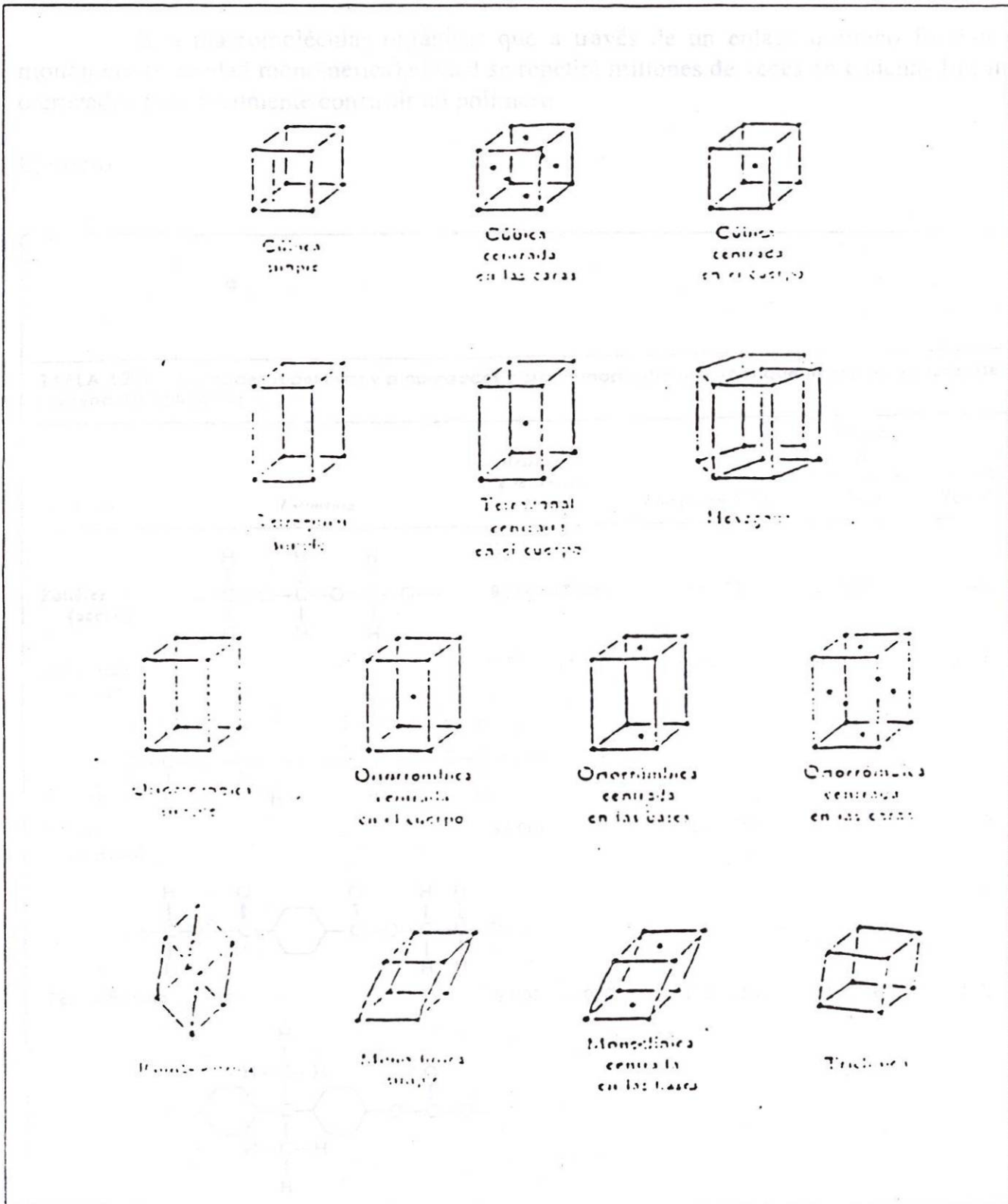
- Vacancias
- Intersticios
- Dislocaciones (Borde y Helicoidales)

**Polimorfismo o Alotropía:** es cuando el material se presenta en varias formas

\* En metales



# REDES ESPACIALES O TIPOS DE ESTRUCTURAS CRISTALINAS



Los siete sistemas de estructura cristalina y las 14 redes de Bravais



**Polímeros termoestables o termofijos:** son de red o estructura tridimensional reticulado por lo que se consideran rígidos y no se ablandan cuando se calientan se forman por reacción de condensación no se pueden reprocesar debido a que parte de las moléculas salen del material.

### Según su Grado de Polimerización:

- \* Homopolímeros (un sólo material)
- \* Copolímeros (dos o más tipos)
- \* Oligopolímeros (pocos monómeros)
- \* Polímeros

### Según su Naturaleza:

- \* Naturales (lino, seda, asbesto, celulosa)
- \* Artificiales o sintéticos (rayón, nitrato de celulosa)
- \* Según su origen
- \* Vegetales (algodón celulosa, etc)
- \* Animales (pelos)
- \* Minerales (asbestos, fibra de vidrio)

## **POLÍMEROS INORGÁNICOS:**

Son macromoléculas que se constituyen de cadenas que no contienen átomos de carbono.

### **Clasificación:**

#### **Naturales:**

Asbestos  
Fibras de carbono o de grafito obtenidas por extrusión

#### **Artificiales:**

Fibra de vidrio  
Silicones

## POLÍMEROS

### **CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS POLÍMEROS:**

- \* Ligeros
- \* Resistentes a la Corrosión
- \* Aislantes Eléctricos
- \* Baja Resistencia a la Tensión
- \* No usados en Temperaturas Altas
- \* Muy usual

### **CLASIFICACIÓN DE LOS POLÍMEROS:**

#### **Según su mecanismo de Polimerización:**

**Polímeros por adición:** son cadenas formadas por el enlace covalente de las moléculas.

**Polímeros por condensación:** se producen cuando se une dos o más tipos de moléculas mediante una reacción química que libera agua.

#### **Según su Estructura:**

**Polímeros lineales:** son cadenas largas de moléculas, que son formadas por una reacción de adición o condensación.

**Polímeros de red:** son estructuras reticulares tridimensional producidos mediante un proceso de enlaces cruzados que implica una reacción de adición condensación.

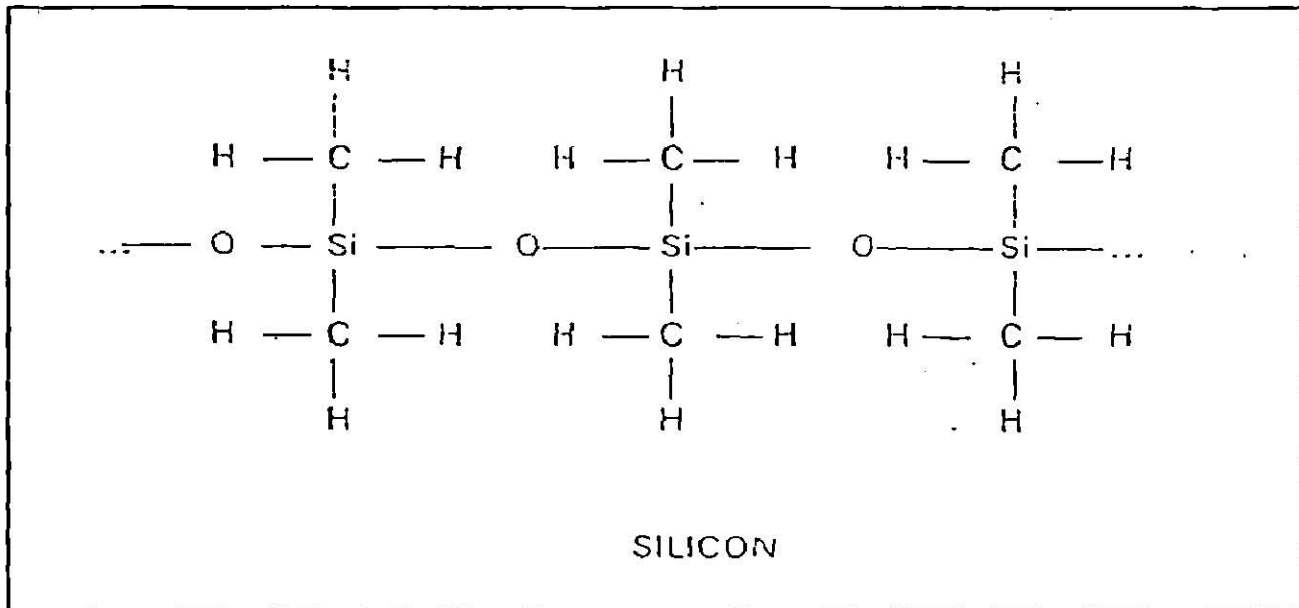
#### **Según su Comportamiento:**

**Polímeros termoplásticos:** son polímeros de estructura lineal, que se comportan de manera plástica a elevadas temperaturas y pueden ser conformados a temperaturas elevadas, enfriados y luego recalentados y conformados.



## ELASTOMEROS

Elastómero (caucho o hules): es una cadena polimérica que se encuentra al arreglo cis de los enlaces, por lo que al aplicarse una fuerza se alarga al desenrollarse las cadenas lineales, deslizándose unas sobre otras y provocando una combinación de deformación plástica y elástica. Tienen un comportamiento intermedio y la capacidad de deformarse elásticamente en alto grado sin cambiar de forma.



### 3.- Propiedades y Características Mecánicas de los Materiales

**Objetivo:** es el de conocer la manera de obtener las características y propiedades mecánicas básicas en los materiales.

**Teoría:** basándonos en un ensayo estático de tensión y su gráfica de comportamiento esfuerzo vs. deformación unitaria, obtendremos las siguientes características y propiedades mecánicas básicas en los materiales:

- \* Resistencia Mecánica
- \* Ductilidad
- \* Rigidez
- \* Resiliencia
- \* Tenacidad
- \* Estándares de Probeta
- \* Velocidad del Ensayo
- \* Textura de Grano y Tipos de Fallas

#### **Resistencia Mecánica:**

Es la oposición que ofrece el material a través de su fuerza interna (molecular) a la aplicación de una fuerza o carga.

Esta se mide a través de:

1) Límite proporcional ( $\sigma_{LP}$ ): es el mayor esfuerzo que un material es capaz de soportar sin perder la proporcionalidad entre esfuerzo y deformación, es decir, que representará el último punto de la pendiente de la gráfica cumpliendo con la Ley de Hooke.

2) Límite elástico ( $\sigma_{L.P.}$ ): es el mayor esfuerzo que un material es capaz de desarrollar sin que ocurra la deformación permanente al retirar el esfuerzo, la determinación de este límite elástico no es práctico y rara vez se realiza.

3) Resistencia a la Cedencia ( $\sigma_{L.Y.}$ ): es el esfuerzo al cual ocurre un aumento de deformación para cero incremento de esfuerzo. En este punto cede el material a los defectos del cristal (vacancias, intersticios y dislocaciones) por lo que provoca el desplazamiento molecular (deformación) sin oponerse a la fuerza aplicada por lo que los incrementos de carga en la máquina de pruebas de algunos materiales.

4) Resistencia máxima ( $\sigma_{max.}$ ): es el esfuerzo máximo que puede desarrollar el material debido a la carga aplicada, durante un ensaye hasta la roptura. (Se observa en la probeta el inicio de reducción de área en materiales dúctiles).

5) Esfuerzo de Roptura ( $\sigma_{RUP.}$ ): es el esfuerzo nominal al ocurrir la falla y se obtiene dividiendo la carga decreciente registrada en la carátula o pantalla de la máquina y el área inicial de la probeta.

6) Esfuerzo de Roptura Real o Verdadero: es el esfuerzo nominal al ocurrir la falla y se obtiene dividiendo la carga entre el área real que disminuye conforme se aplica ésta. Este esfuerzo es improbable sobre la sección crítica de falla, ya que el laminado del metal causa el desarrollo de una compleja distribución de esfuerzos.

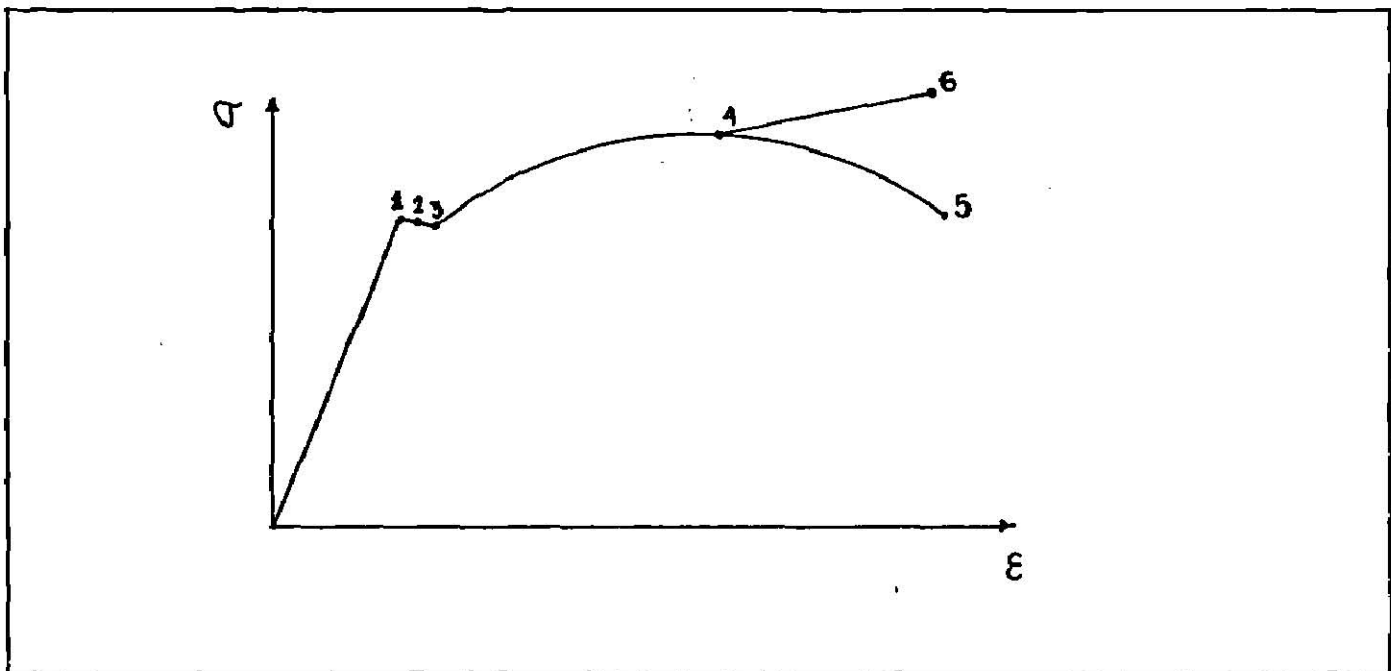


Figura 3.1

## Obtención de la Cedencia (Y.P.)

Se define como el esfuerzo al cual ocurre una *gran deformación* sin incremento de carga o esfuerzo.

En algunos materiales este punto de cedencia no se presenta como otros, que a través de la oscilación de la aguja en la carátula de la lectura de carga o del canal en el display de carga, que se puede detectar dicho punto en la maquina universal.

El método para determinar el punto de cedencia se le conoce como método "offset" o "desplazamiento".

El método consiste en trazar una línea recta paralela a la pendiente de la gráfica a partir de un valor de deformación unitaria de 0.001, 0.002, 0.003 plg/plg. Que representa un 0.1%, 0.2% o 0.3% de deformación unitaria. El valor más usual es el de 0.2%. Ver figura 3.2.

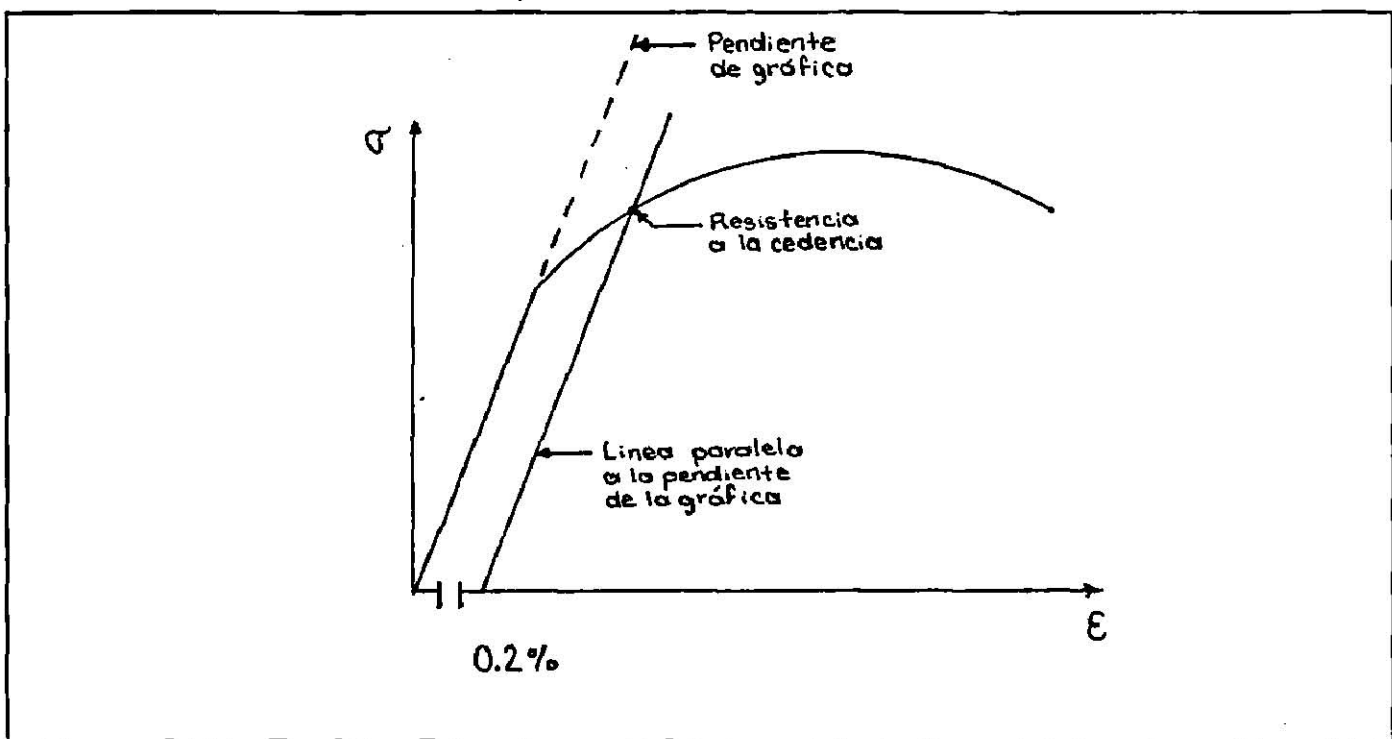


Figura 3.2



## Zona en la Gráfica

1.- Zona Elástica: se considera desde el origen hasta el punto límite proporcional. Se emplea en el diseño de elementos de máquinas y estructuras.

2.- Zona Plástica: se considera desde el punto de cedencia hasta el punto de esfuerzo máximo. Se emplea para darle forma al material por ejemplo los procesos de mecanizado (torneado, troquelado, doblado, extruido, etc.) laminados (en caliente y en frío). Esta zona se divide: en zona de cedencia y zona de endurecimiento por deformación.

3.- Zona Hiperplástica: se considera en algunos materiales desde el punto de esfuerzo máximo hasta el punto de rotura aparente.

Se emplea en el diseño de elementos de máquinas, productos y estructuras que deben absorber grandes cantidades de energía mecánica (energía cinética o potencial).

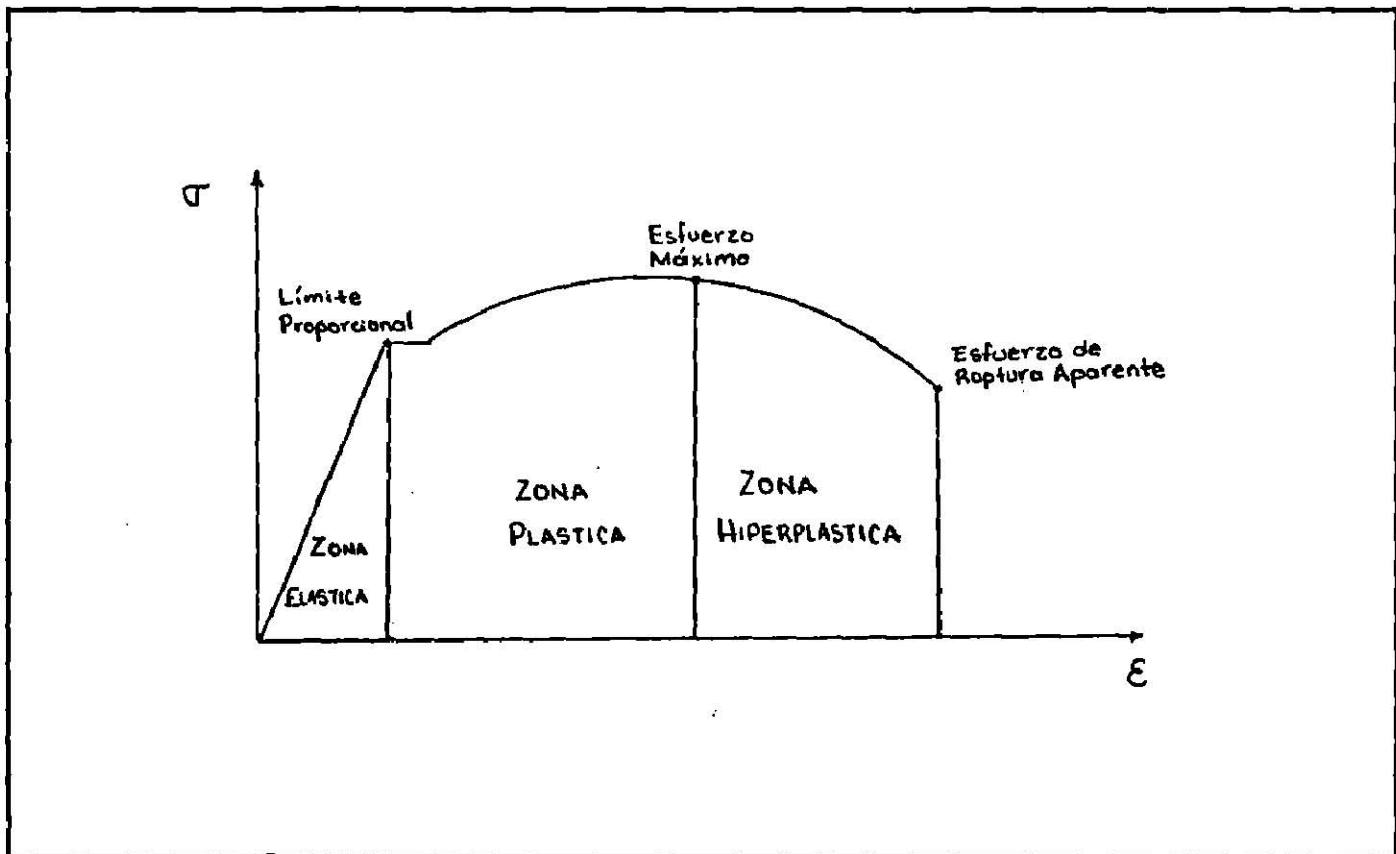


Figura 3.3

**Ductilidad:**

Es la propiedad que tienen los materiales de deformarse en grande.

**Fragilidad:**

Es la propiedad que tienen los materiales de no presentar deformación macroscópicamente.

Estas propiedades son medidas:

\* Para el ensayo de tensión:

% de Elongación: se obtiene midiendo la longitud inicial ( $L_o$ ) y la final ( $L_f$ ) de la probeta y sustituir en la ecuación.

$$\% \text{ Elong} = \frac{(L_f - L_o)}{L_o} \times 100$$

% de Reducción de Área: se obtiene midiendo el diámetro inicial y final de la probeta, calculando el área respectiva y sustituyendo en la ecuación.

$$\% \text{ Reduc de Área} = \frac{(A_o - A_f)}{A_o} \times 100$$

\* Para el ensayo de compresión:

% de Aumento de Área: se obtiene midiendo el diámetro inicial y final de la probeta, calculando el área respectiva y sustituyendo en la ecuación.

$$\% \text{ Aumento de Área} = \frac{(A_f - A_o)}{A_o} \times 100$$

% de Reducción de longitud: se obtiene midiendo la longitud inicial ( $L_o$ ) y la final ( $L_f$ ) de la probeta y sustituir en la ecuación.

$$\% \text{ Reducción de long.} = \frac{(L_o - L_f)}{L_o} \times 100$$

Se recomienda que los materiales que tengan un % de elongación, % de reducción de área, % de aumento de área, % de reducción de longitud, mayor de 5%, para que se consideren dúctiles.

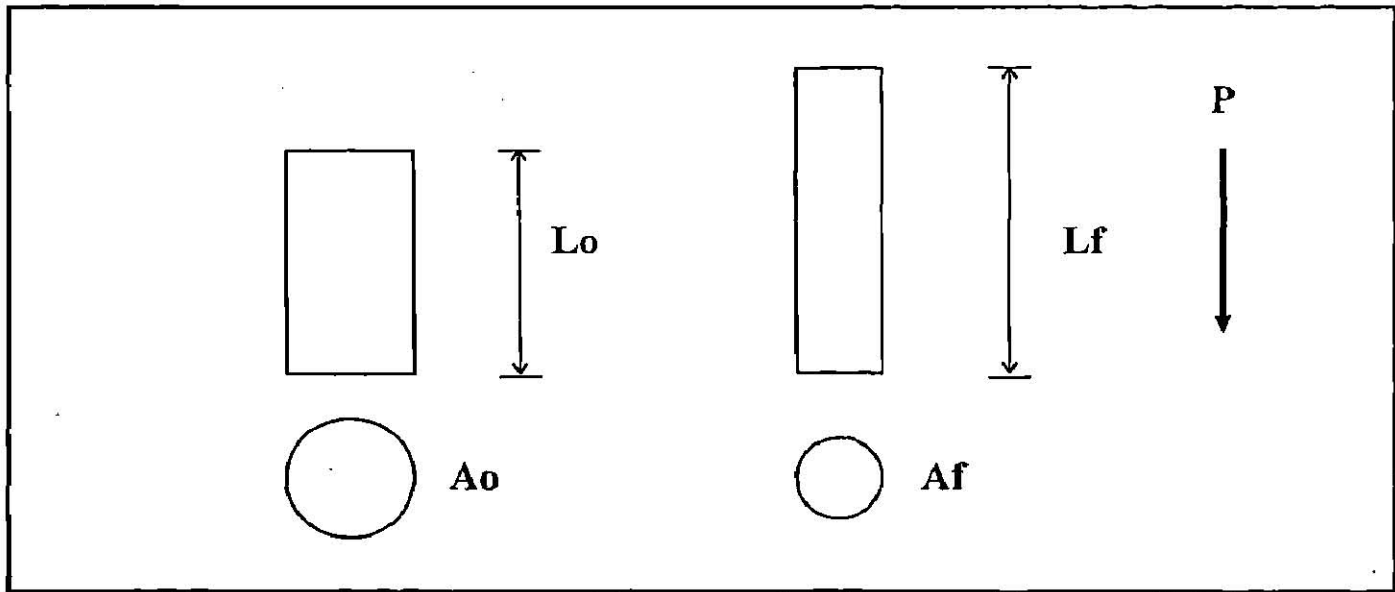


Figura 3.4

### Rigidez:

Es el esfuerzo requerido para producir una deformación dada.

Se mide a través de la obtención del módulo de elasticidad para carga axial ( $E$ ) y representa la tangente de la pendiente en la gráfica esfuerzo vs. Deformación, este módulo se puede obtener considerando dos puntos sobre la pendiente y realizando un triángulo.

$$E = \operatorname{tg} \theta = \frac{\Delta \sigma}{\Delta \varepsilon} = \frac{\sigma_2 - \sigma_1}{\varepsilon_2 - \varepsilon_1}$$

Material	Modulo Elástico			
	#	$\times 10^6$ (kg/cm <sup>2</sup> )	(Mpa)	(10 <sup>6</sup> x / IN)
Acero Ordinario		2.1	200	30
Aluminio		0.705	70	10
Latón		0.98	100	11
Hierro Colado		1.05	120	11.6
Madera		0.09	183	1.2
Concreto		0.25	500	3.5
Plástico		0.56	116	0.8

Tabla 1.1 Valores promedio de modulo de elasticidad en algunos materiales

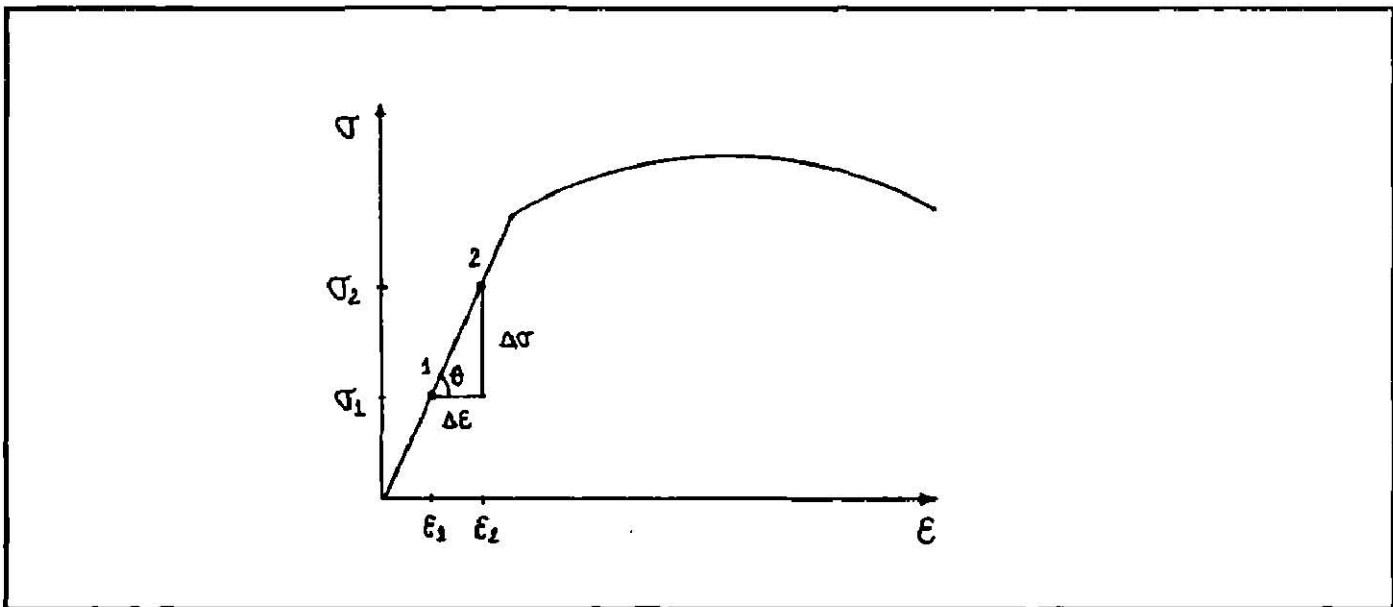


Figura 3.5

### Resiliencia Elástica:

Es la propiedad que tienen los materiales de absorber energía hasta su límite proporcional o elástico (energía elástica)

Otra definición: es una medida de la resistencia a la energía elástica.

La resiliencia elástica unitaria (R.E.U.) o módulo de resiliencia: es almacenada por unidad de volumen en límite elástico o proporcional; y representa el área ( $A_1$ ) bajo la pendiente de la gráfica de esfuerzo contra deformación mostrada en la figura.

$$R.E.U. = A_1 = \frac{1}{2} bh = \frac{(\sigma_{LP})(\epsilon_{LP})}{2}$$

### Resiliencia Elástica Total

$$R.E.T. = R.E.U. \times V_0$$

$$V_0 = A_0 \times L_0 \text{ (cm}^3\text{)}$$

L.P. : Límite proporcional

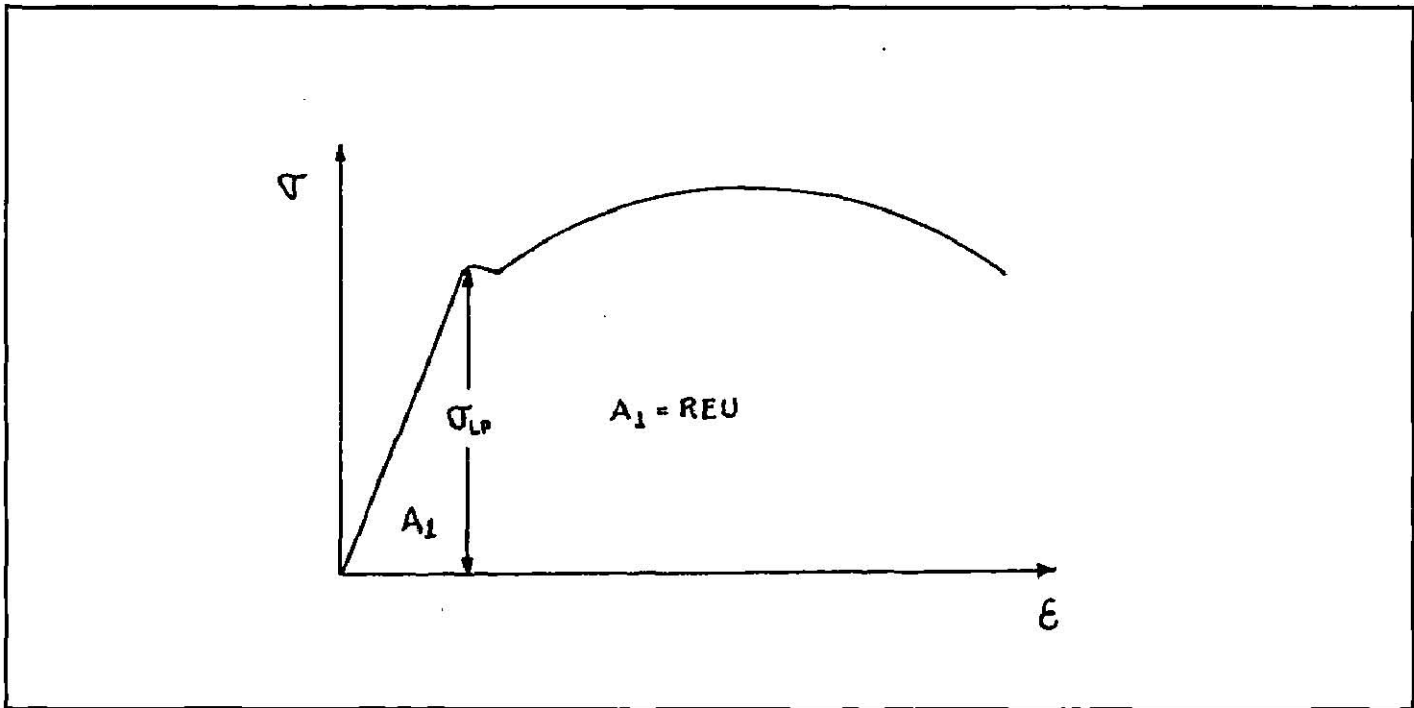


Figura 3.6

### Tenacidad:

Es la propiedad que tienen los materiales de absorber energía hasta el punto de rotura.

Representa el área total bajo la gráfica esfuerzo vs. Deformación esta se puede medir a través de seleccionar el área en áreas regulares y sumarlas, o con el planimetro, que es un instrumento para determinar el área de una gráfica. Al seguir el contorno de la misma. El valor obtenido será la tenacidad unitaria.

$$\text{Tenacidad Unitaria} = \text{T.U.} = \text{Área total} = \frac{1}{2} (\sigma_{\max} - \sigma_{\text{YP}}) \epsilon_{\max} \quad (\text{kg-cm/cm}^3)$$

$$\text{Tenacidad Total} = \text{T.T.} = \text{T.U.} \times V_0 \quad (\text{Kg-cm})$$

$$V_0 = A_0 \times L_0 \quad (\text{cm}^3)$$

YP (Yield Point) : Punto de cedencia

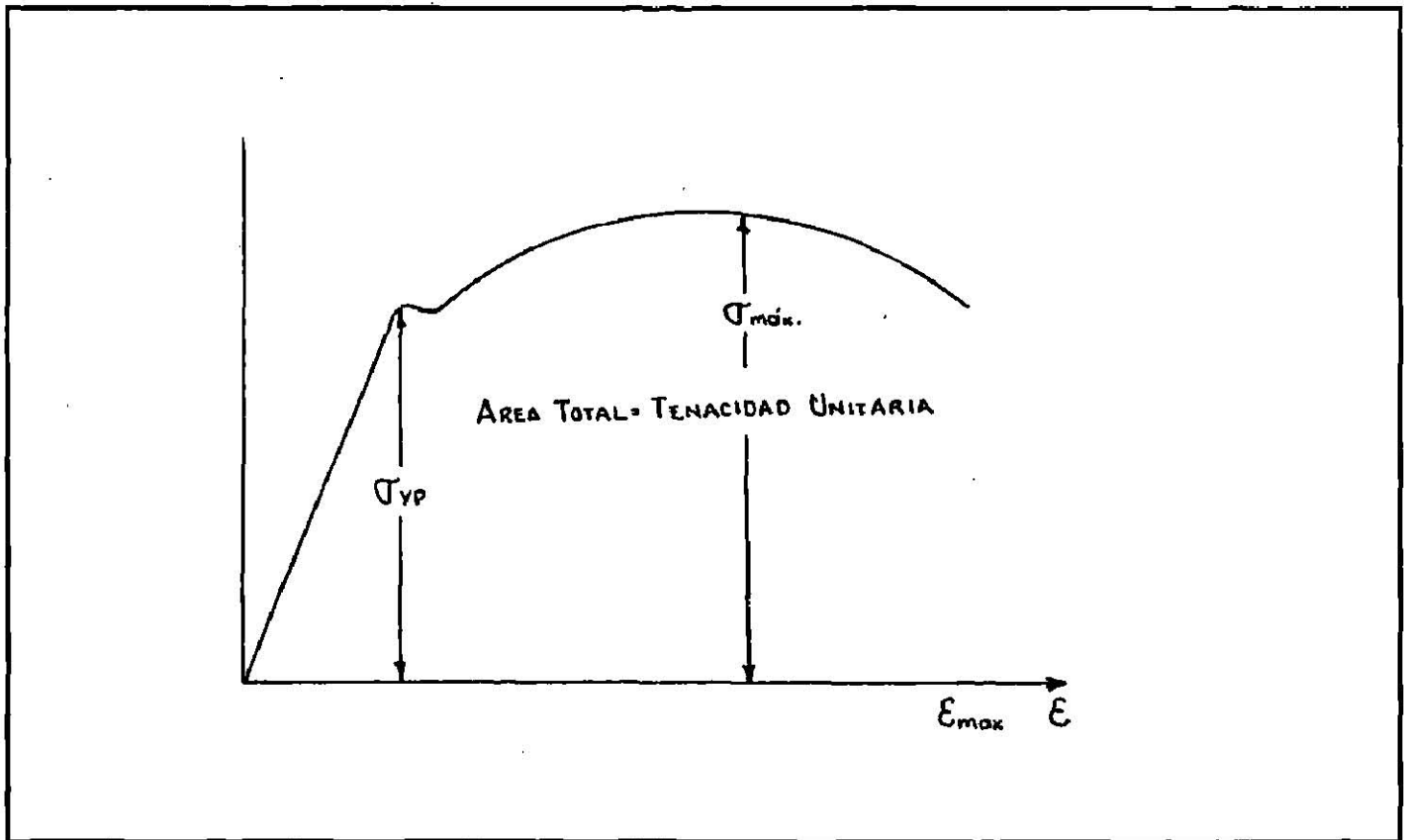


Figura 3.6 a

### Estándar de probetas para tensión:

Las probetas para ensayos de tensión se realizan de diferentes formas, la sección transversal del espécimen puede ser redonda, regular o irregular según sea el caso.

Las formas dimensionales de la probeta depende de las asignaciones que estipule las normas referidas por las agencias de ensayo e inspección en los materiales y productos.

La porción del tramo recto es de sección menor que los extremos para provocar que la falla ocurra en la sección donde los esfuerzos no resulten afectados por los aditamentos de sujeción.

El tramo de calibración es el marcado según estándar, sobre el cual se miden las lecturas de longitud final y diámetro final, los extremos de las probetas redondas y rectangulares, pueden ser simples, cabezados o roscados, los extremos simples deben ser largos para adaptarse a algún tipo de mordaza cuneiforme o plana (Ver figura 3.8).



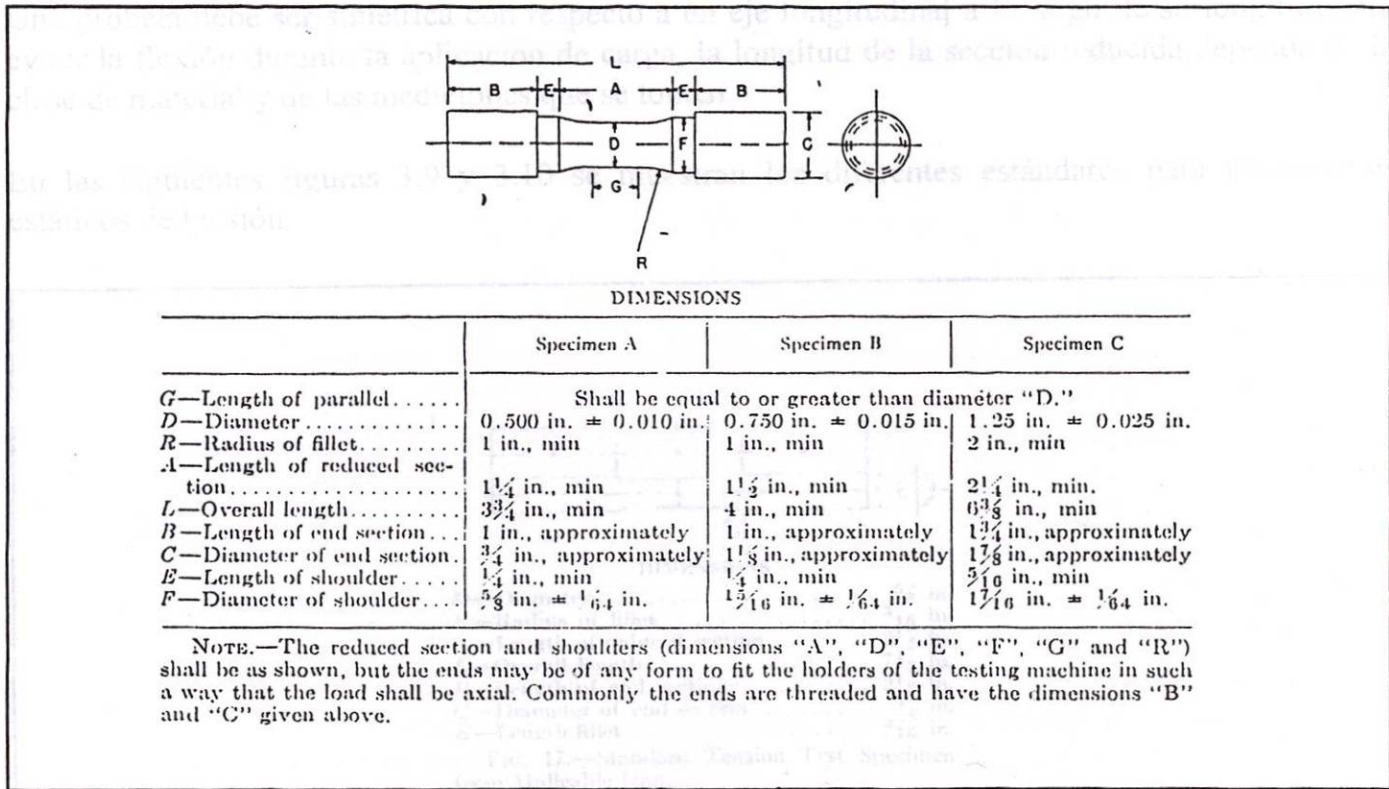


Figura 3.7

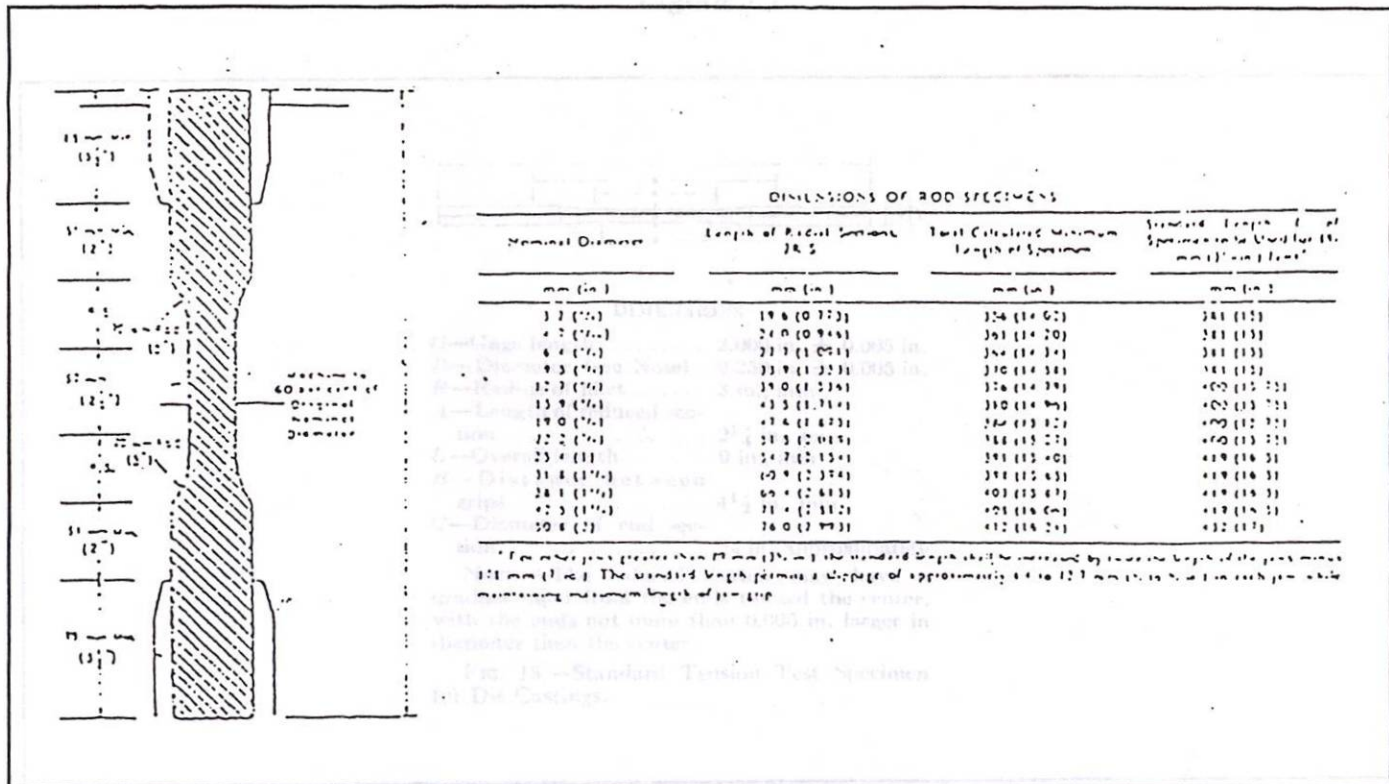


Figura 3.8

Una probeta debe ser simétrica con respecto a un eje longitudinal a lo largo de su longitud para evitar la flexión durante la aplicación de carga, la longitud de la sección reducida depende de la clase de material y de las mediciones que se tomen.

En las siguientes figuras 3.9 y 3.10 se muestran los diferentes estándares para los ensayos estáticos de tensión.

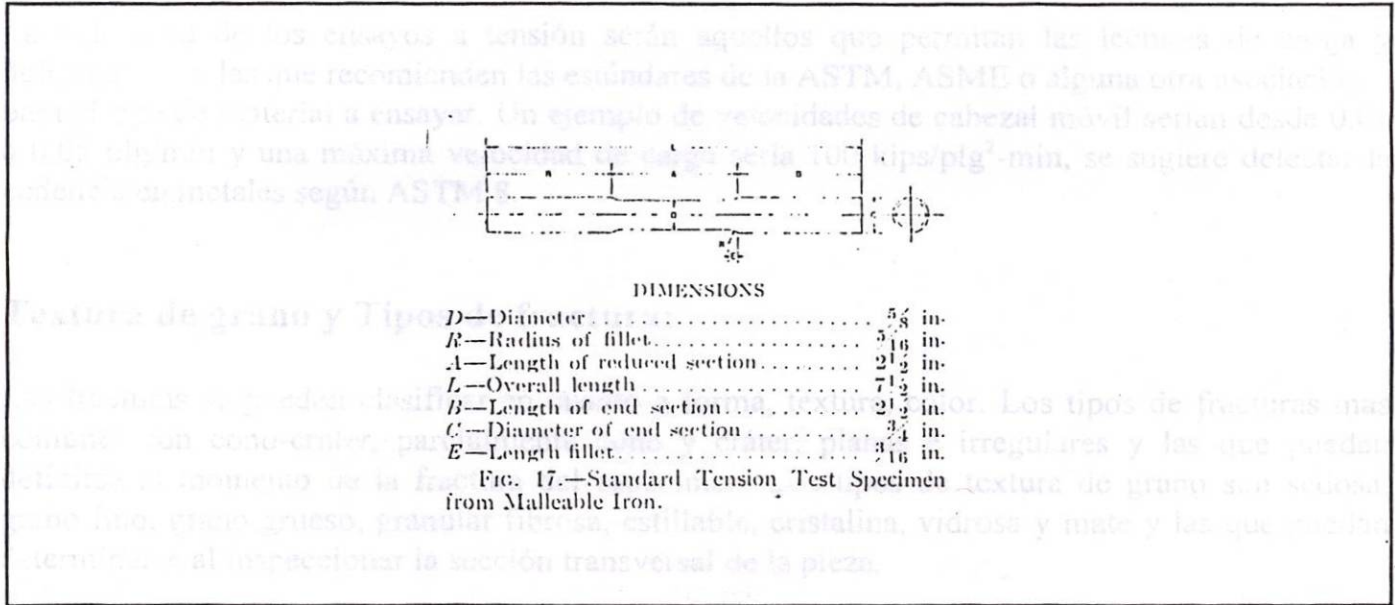


Figura 3.9

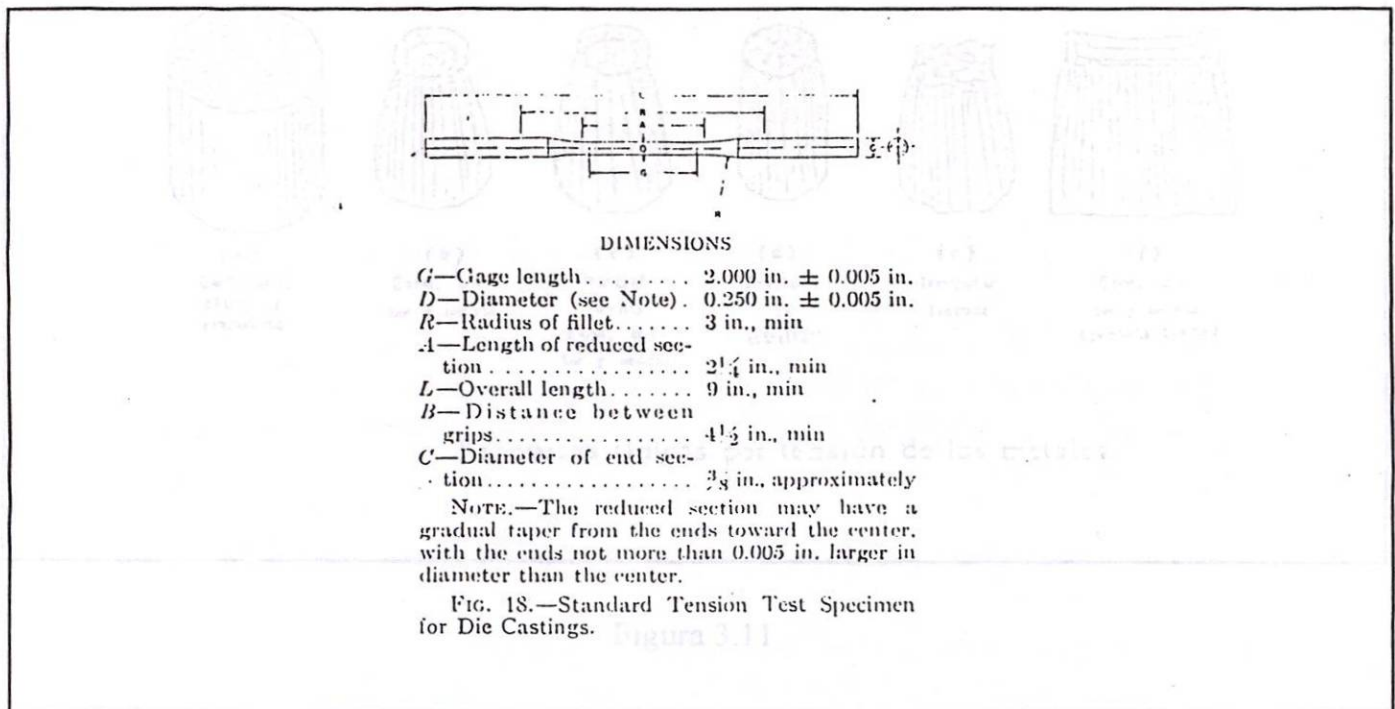


Figura 3.10

Otros estándares para polímeros o plásticos se encuentran en la asignación de la ASTM D 412, hasta D 530, hasta D 638, para concreto ASTM C 190, para materiales eléctricos ASTM D 651, etc.

**Velocidad de ensayos de tensión:**

La velocidad de los ensayos a tensión serán aquellos que permitan las lecturas de carga y deformación o las que recomienden las estándares de la ASTM, ASME o alguna otra asociación para el tipo de material a ensayar. Un ejemplo de velocidades de cabezal móvil serian desde 0.01 a 0.05 plg/min y una máxima velocidad de carga sería 100 kips/plg<sup>2</sup>-min, se sugiere detectar la cedencia en metales según ASTM 8.

**Textura de grano y Tipos de fractura:**

Las fracturas se pueden clasificar en cuanto a forma, textura, color. Los tipos de fracturas mas comunes son cono-crater, parcialmente cono y cráter, planas e irregulares y las que puedan definirse al momento de la fractura del espécimen. Los tipos de textura de grano son sedosa, grano fino, grano grueso, granular fibrosa, estillable, cristalina, vidrosa y mate y las que puedan determinarse al inspeccionar la sección transversal de la pieza.

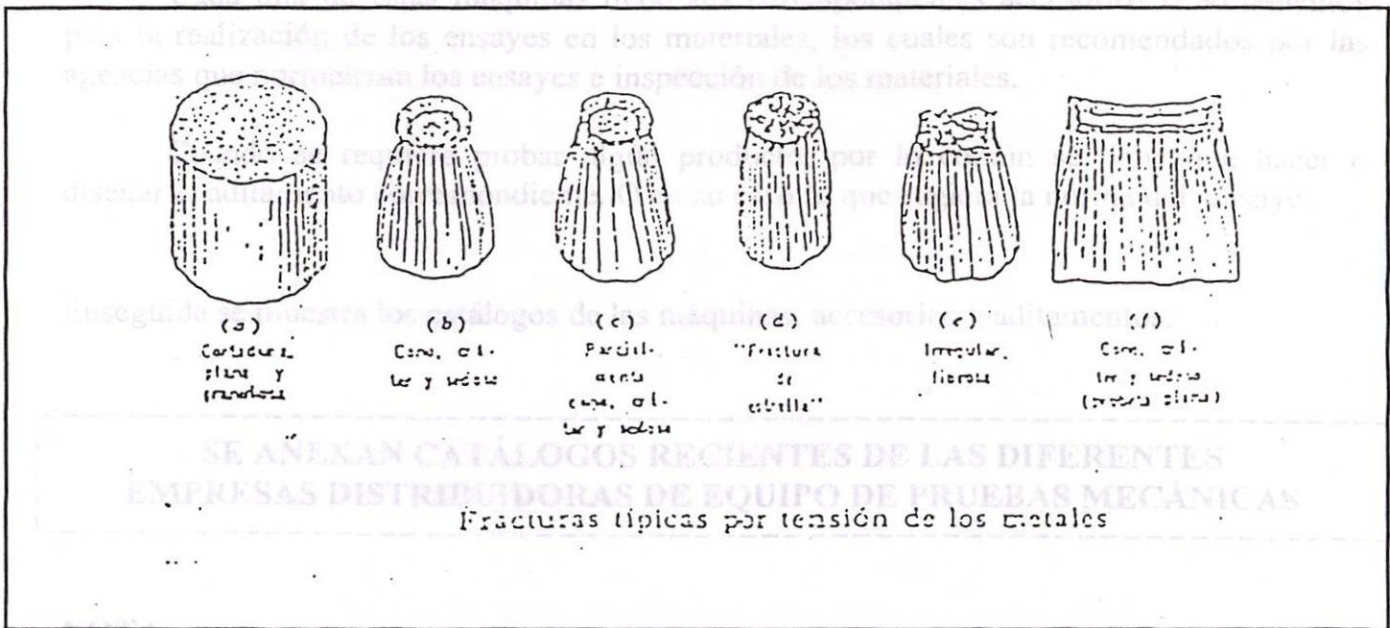


Figura 3.11



#### **4.- Máquinas para Pruebas Mecánicas, Accesorios e Instrumentos de Medición**

### **MÁQUINAS DE PRUEBAS MECÁNICAS**

Las máquinas empleadas para las diferentes pruebas o ensayos en los materiales, en los diversos productos y pruebas experimentales.

- \* Máquina Universal de Pruebas
- \* Máquina de Dureza Rockwell
- \* Máquina de Dureza Brinell
- \* Máquina de Ductilidad en la Mina Metálica
- \* Máquina de Torsión
- \* Máquina de Fatiga

Cada una de estas máquinas tiene sus correspondientes accesorios o aditamentos para la realización de los ensayos en los materiales, los cuales son recomendados por las agencias que normalizan los ensayos e inspección de los materiales.

Cuando se requiere probar algún producto, por lo común se tiene que hacer o diseñar el aditamento correspondiente. O en su caso lo que sugiera la norma del ensayo.

Enseguida se muestra los catálogos de las máquinas, accesorios y aditamentos.

**SE ANEXAN CATÁLOGOS RECIENTES DE LAS DIFERENTES  
EMPRESAS DISTRIBUIDORAS DE EQUIPO DE PRUEBAS MECÁNICAS**

#### **NOTA:**

Estas máquinas deben de estar en buen estado, calibradas y certificadas para su uso, esto dependerá de las recomendaciones que haga el fabricante de las mismas.

## INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN.

Los instrumentos de medición que se requieren para obtener los datos iniciales y finales sobre el espécimen o muestra son:

\* **Calibrador para lecturas de dimensiones lineales de tipo:**

1. Vernier
2. De Carátula
3. Digitales

\* **Cinta métrica o flexómetro**

\* **Calibrador de tipo micrómetros** para la lectura de espesores interiores y exteriores.

\* **Extensómetro** para la medición de desplazamientos lineales de:

1. Carátula
2. Digitales

\* **Indicador de deformación (Puente de Wheatstone).** Considerando los Straingages o medidores de deformación eléctricos que se pegan o instrumentan en la pieza a probar para determinar la deformación punto por punto y en cualquier dirección que se desee o requiera.

\* **Medidor de deformación eléctrico** para colocarlo directamente sobre el material y detectar a través del graficador o en pantalla del monitor de la microcomputadora, si se tiene una máquina programable (autorizada por medio del software) el punto de cedencia del material a probar.

\* **Planímetro:** para la obtención de las áreas de la gráfica de esfuerzo contra deformación para determinar la resiliencia, tenacidad unitarios y pueden ser del tipo:

1. Mecánico
2. De Carátula
3. Digital

### NOTA:

Todos estos instrumentos de medición deben estar en buen estado, calibrados y certificados para su uso al igual que si tienen caducidad verificar su reposición ya que influyen en los resultados de las características dimensionales de la pieza o espécimen, al igual que en las propiedades y características mecánicas del material o producto.

BIBLIOGRAFÍA
--------------

1. ENSAYE E INSPECCIÓN DE LOS MATERIALES.  
AUTOR: DAVIS, TROXELL Y WISKOCIL.  
EDITORIAL: H.A.R.L.A.
  
2. TOMOS DE LA A.S.T.M. PARA LOS METALES POLÍMEROS.
  
3. LA CIENCIA E INGENIERÍA DE LOS MATERIALES  
AUTOR: DONALD ASKELAND.
  
4. POLÍMEROS Y CERÁMICOS.  
MEMORIAS DE SEMINARIO DE POLÍMEROS Y CERÁMICOS.
  
5. CATÁLOGOS MANUALES DE OPERACIÓN DE MÁQUINAS, ACCESORIOS Y  
ADITAMENTOS PARA CADA UNO DE LOS MATERIALES.  
FABRICANTE: TINIUS OLSEN Pa. U.S.A.
  
6. EXPEDIENTE DE PRUEBAS MECÁNICAS A LA INDUSTRIA PARA DIVERSOS  
MATERIALES Y PRODUCTOS.  
REALIZADAS POR: ING. DANIEL RAMÍREZ VILLARREAL A TRAVÉS DE LÓS  
LABORATORIOS DE PRUEBAS MECÁNICAS DE LA F.I.M.E.-U.A.N.L.  
(DESDE 1974 A LA FECHA)
  
7. MATERIALES PARA INGENIERÍA.  
AUTOR: VAN BLACK.



