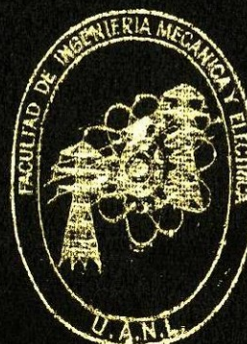


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA  
Y ELECTRICA



MEMORIA PARA EXAMEN PROFESIONAL  
DE LA CARRERA DE INGENIERO MECANICO  
ADMINISTRADOR

PRESENTA

SIMITRIO CARREON SALAIS

CURSO

PRUEBAS MECANICAS EN LOS MATERIALES  
EXPOSITOR: ING. DANIEL RAMIREZ VILLARREAL

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

T

TA410

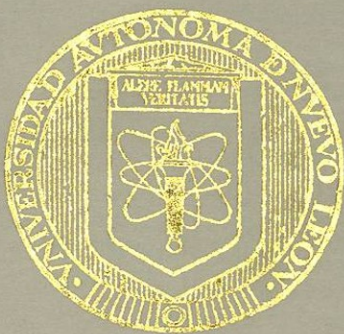
C37

C.1



1080064336

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA  
Y ELECTRICA



MEMORIA PARA EXAMEN PROFESIONAL  
DE LA CARRERA DE INGENIERO MECANICO  
ADMINISTRADOR

PRESENTA

SIMITRIO CARREON SALAIS

CURSO

PRUEBAS MECANICAS EN LOS MATERIALES  
EXPOSITOR: ING. DANIEL RAMIREZ VILLARREAL

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

T  
TA 4 L O  
C 37



Biblioteca Central  
Magna Solidaridad

*F. tesis*

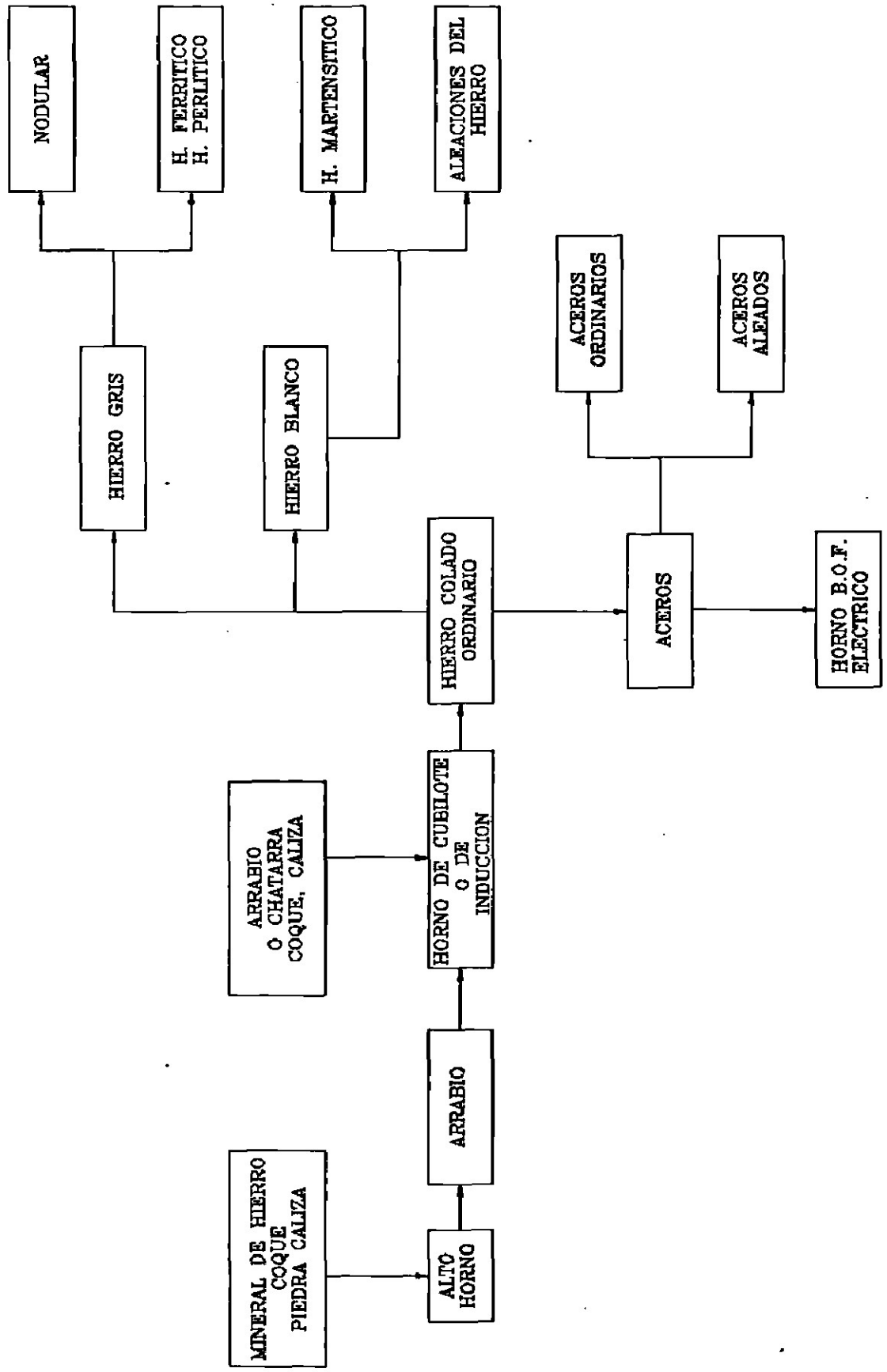


FONDO  
TESIS LICENCIATURA

**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	

DIAGRAMA DE OBTENCION DEL HIERRO Y EL ACERO



## 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



## 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

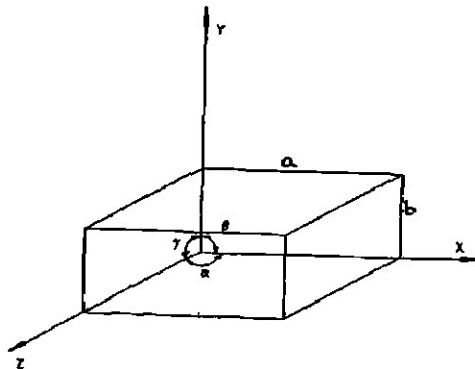
**Tipos de Enlaces**

- \* 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

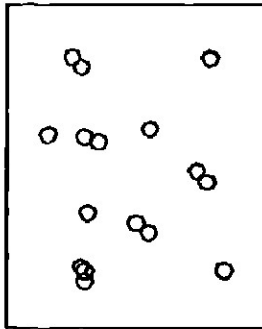


## MECANISMOS DE CRISTALIZACION EN LOS METALES.

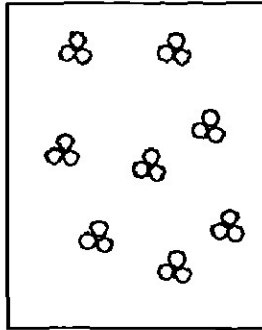
ES EL PROCESO DE TRANSFORMACION DE UN ESTADO LIQUIDO A UNO SOLIDO DESARROLLANDOSE LOS CRISTALES EN FORMA ORDENADA.

TEMP. ALTA

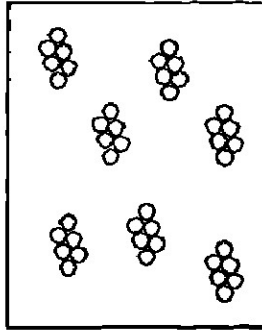
TEMP. NORMAL



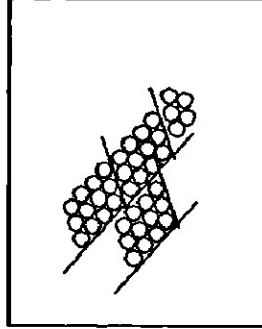
FORMACION DE NUCLEOS DE ATOMOS



FORMACION DE DENTRITAS



CRECIMIENTO DE CRISTALES.



FORMACION DE LIMITES DE GRANO.

## 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.- Ortorrómbico

- 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

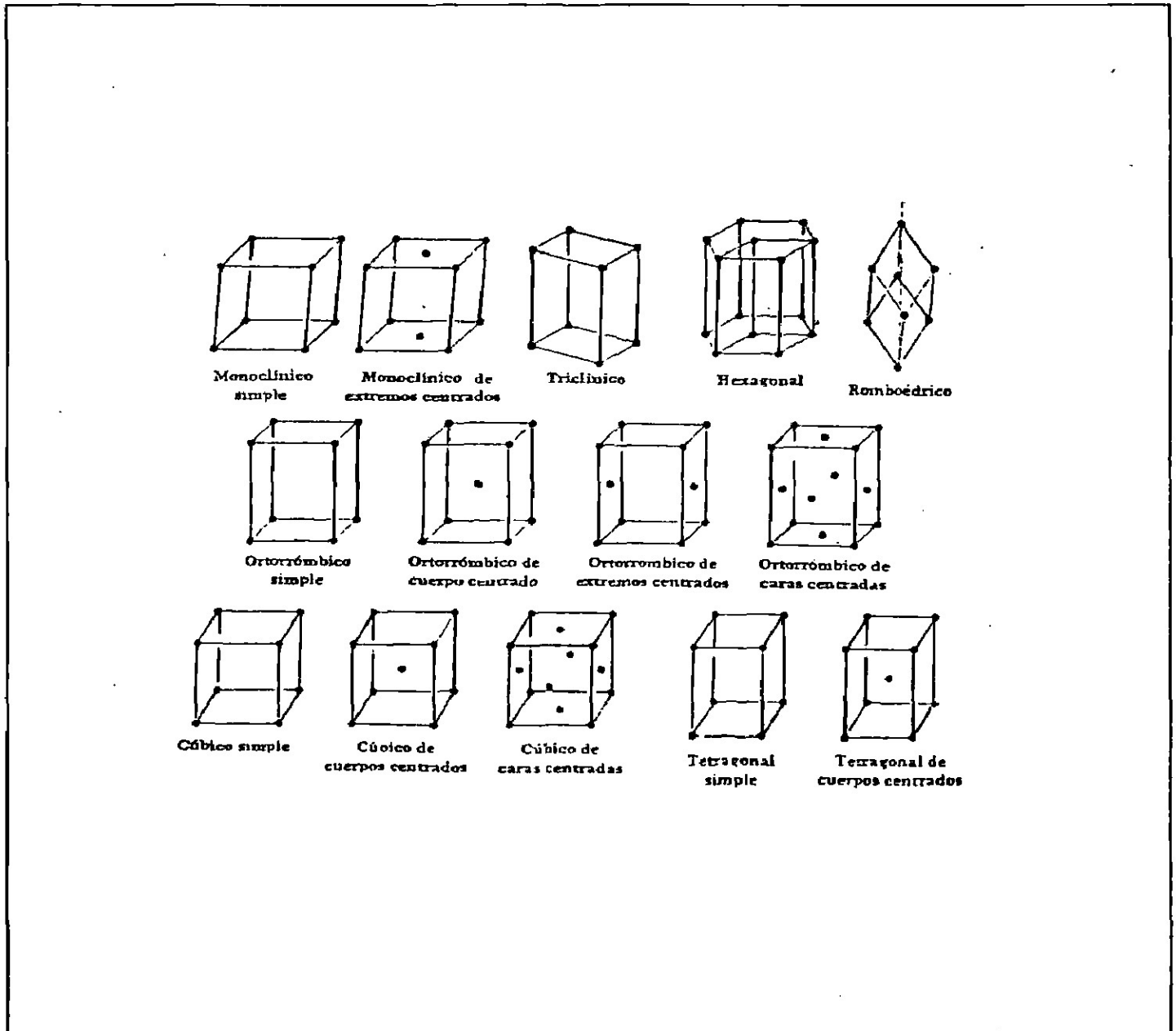
**Defectos o imperfecciones del cristal:**

- ⇒ 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**



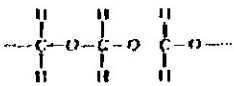
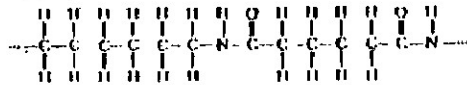
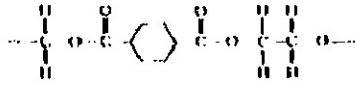
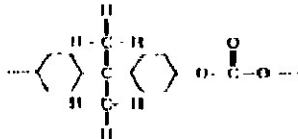
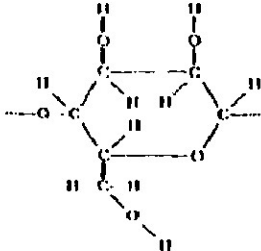
Los siete sistemas de estructura cristalina y las 14 redes de Bravais

## ESTRUCTURA DE LOS POLÍMEROS

Son macromoléculas orgánicas que a través de un enlace químico forman el monómero ( o unidad monomérica), el cual se repetirá millones de veces en cadenas lineales o cruzadas para finalmente constituir un polímero.

Ejemplo:

TABLA 12-3 Unidades repetitivas y propiedades para termoplásticos típicos que tienen estructuras de cadena complicadas

Polímero	Estructura	Resistencia a la tracción (psi)	Elongación (%)	Alcance de elasticidad (psi)	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )
Polietileno (acetil)		9,500 - 12,000	25 - 75	920	1.42
Poliamida (nylon)		11,000 - 12,000	60 - 300	400 - 500	1.14
Políster (plástico)		8,000 - 10,500	50 - 300	400 - 600	1.30
Policarbonato		9,000 - 11,000	110 - 150	300 - 100	1.2
Celulosa		2,000 - 8,000	5 - 50	200 - 250	1.30

## PÓLÍMEROS

### 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 unen 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.

**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.

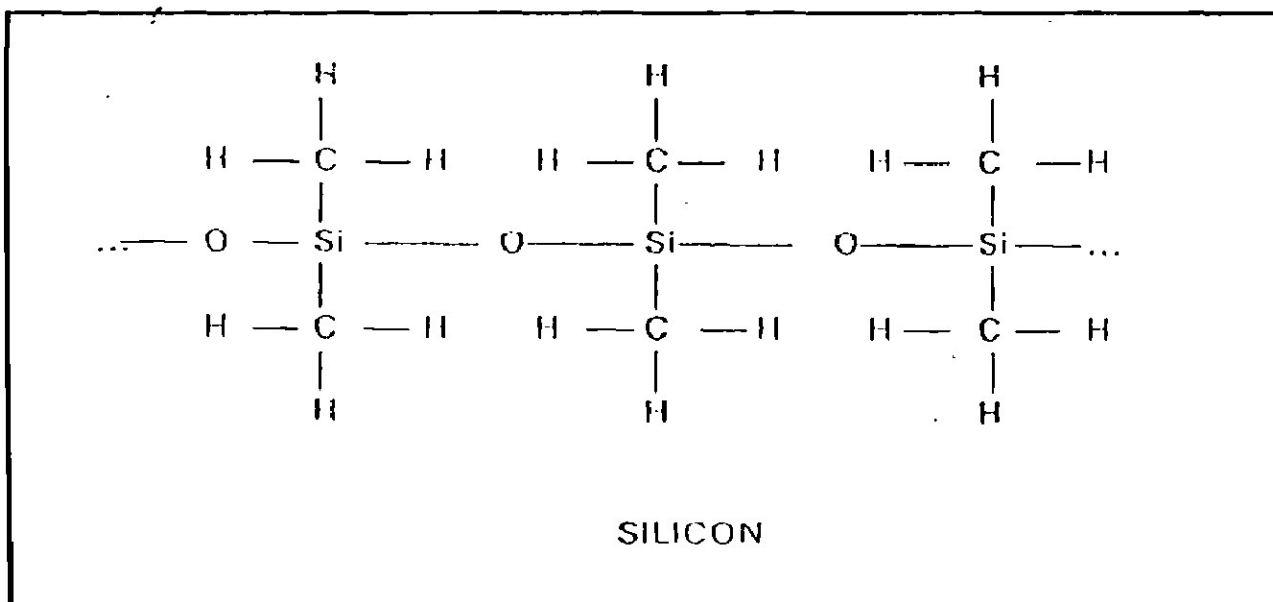
### Clasificación:

**Naturales:** Asbestos  
Fibras de carbono o de grafito obtenidas por extrusión.

**Artificiales:** Fibra de vidrio  
Silicones

## ELASTOMEROS

**Elastómero (caucho o hules):** es una cadena polimérica que se encuentra enrollada debido 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 en los Materiales

**OBJETIVO DE LA PRÁCTICA:** es el de conocer la manera de obtener las características y propiedades mecánicas básicas.

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

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

**Resilencia Mecánica:** es la oposición que ofrece el material a través de su fuerza interna (molecular) a la fuerza o carga aplicada.

**Esta se mide a través de:**

1.- **Límite Proporcional ( $\sigma_{L.P.}$ ):** es el mayor esfuerzo que un material es capaz de desarrollar sin perder la proporcionalidad entre esfuerzo y deformación, es decir, que representará el último punto en la pendiente de la gráfica, cumpliendo con la ley de hooke.

2.- **Límite Elástico ( $\sigma_{L.E.}$ ):** 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 ( $\sigma_{y.p.}$ ):** es el esfuerzo al cual ocurre un aumento de deformación para cero incremento de esfuerzo.

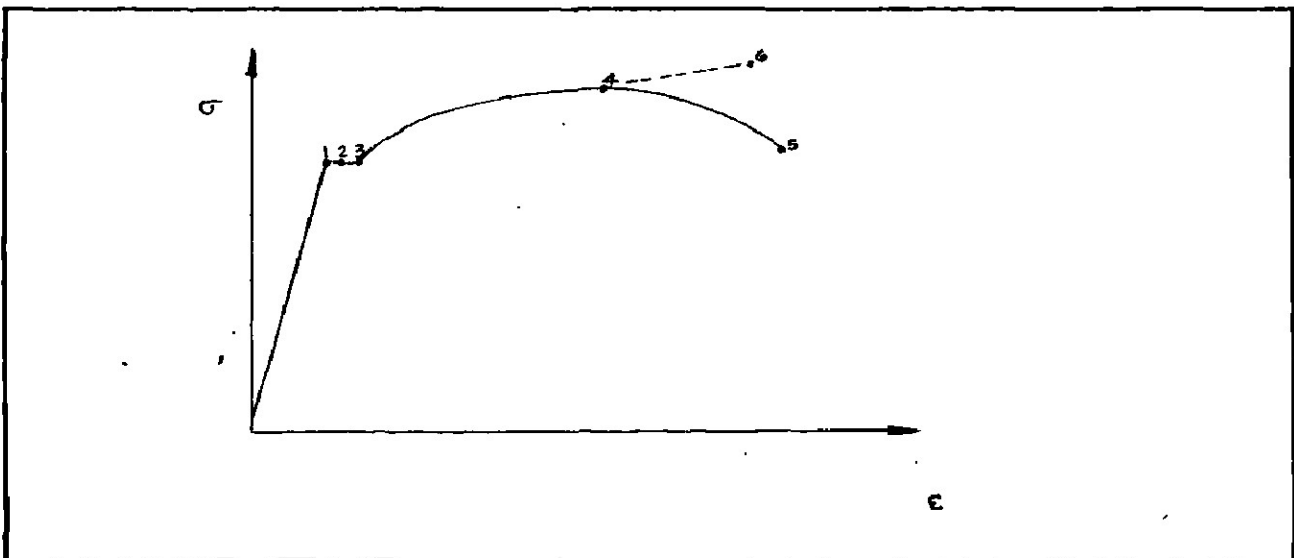
En este punto cede el material a los defectos de cristal (vacancias, intersticios y dislocaciones) por lo que provoca el desplazamiento molecular (deformación) sin oponerse a la fuerza aplicada por lo que los incrementos de carga en la máquina de pruebas para algunos materiales.

**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 la reducción de área en materiales dúctiles).

**5.- Esfuerzo de Roptura ( $\sigma_{RUP.}$ ):** es el esfuerzo nominal al ocurrir 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 ( $\sigma_{RUP.}$ ):** 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 o de falla, ya que el laminado del metal causa el desarrollo de una compleja distribución de esfuerzos.



### OBTENCIÓN DEL PUNTO DE CEDENCIA:

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 en 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, se puede detectar dicho punto en máquina universal.

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

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

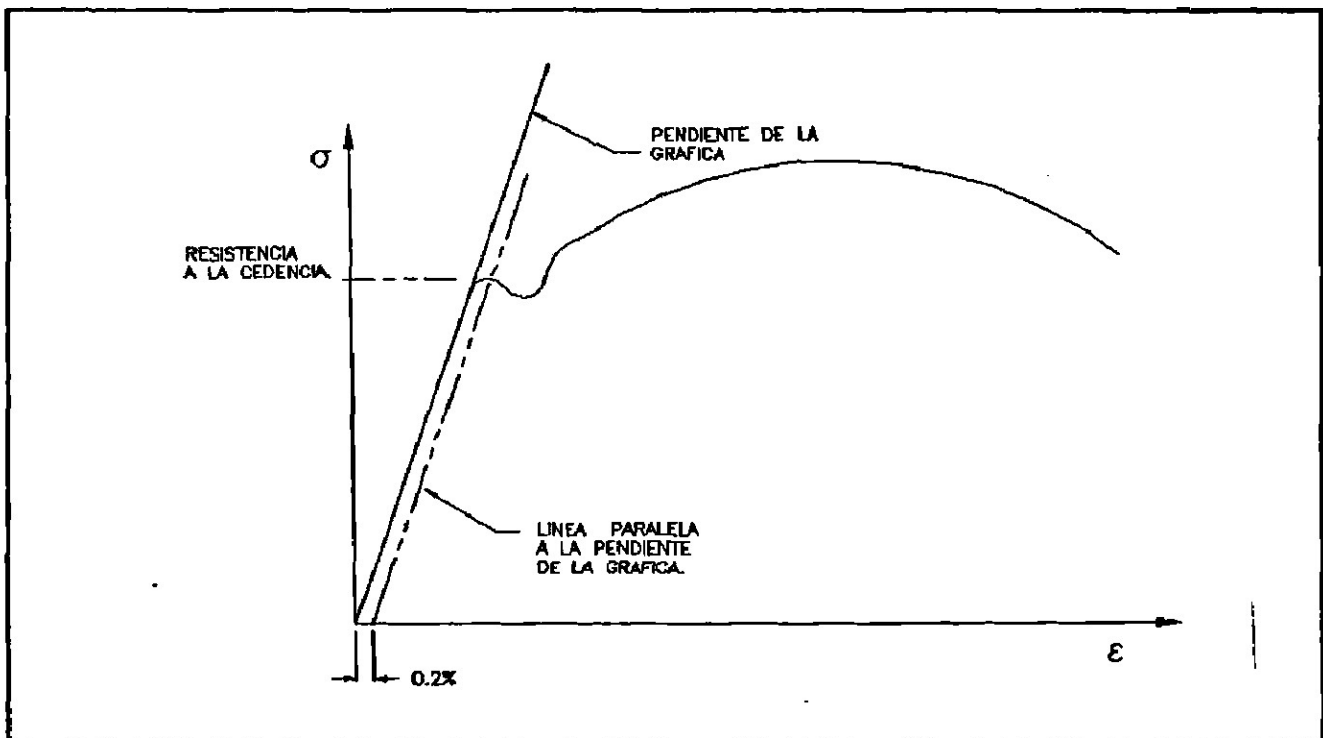


Figura 3.2

## ZONAS EN LA GRAFICA:

1.- **Zona Elastica:** se considera desde el origen hasta el punto limite proporcional. Se emplea en el diseño de elementos de maquinas y estructuras.

2.- **Zona Plastica:** se considera desde el punto de cedencia hasta el punto de esfuerzo maximo.

Se emplea para darle forma al material por ejemplo los procesos de mecanizado (torneado, troquelado, doblado, extruido etc.), laminados (en caliente y en frio). Esta zona se divide: en zona de cedencia y zona de endurecimiento por deformacion.

3.- **Zona Hiperplastica:** se considera en algunos materiales desde el punto de esfuerzo maximo hasta el punto de ruptura aparente.

Se emplea en el diseño de elementos de maquinas, productos y estructuras que deben absorber grandes cantidades de energia mecanica (energia cinetica o potencial).

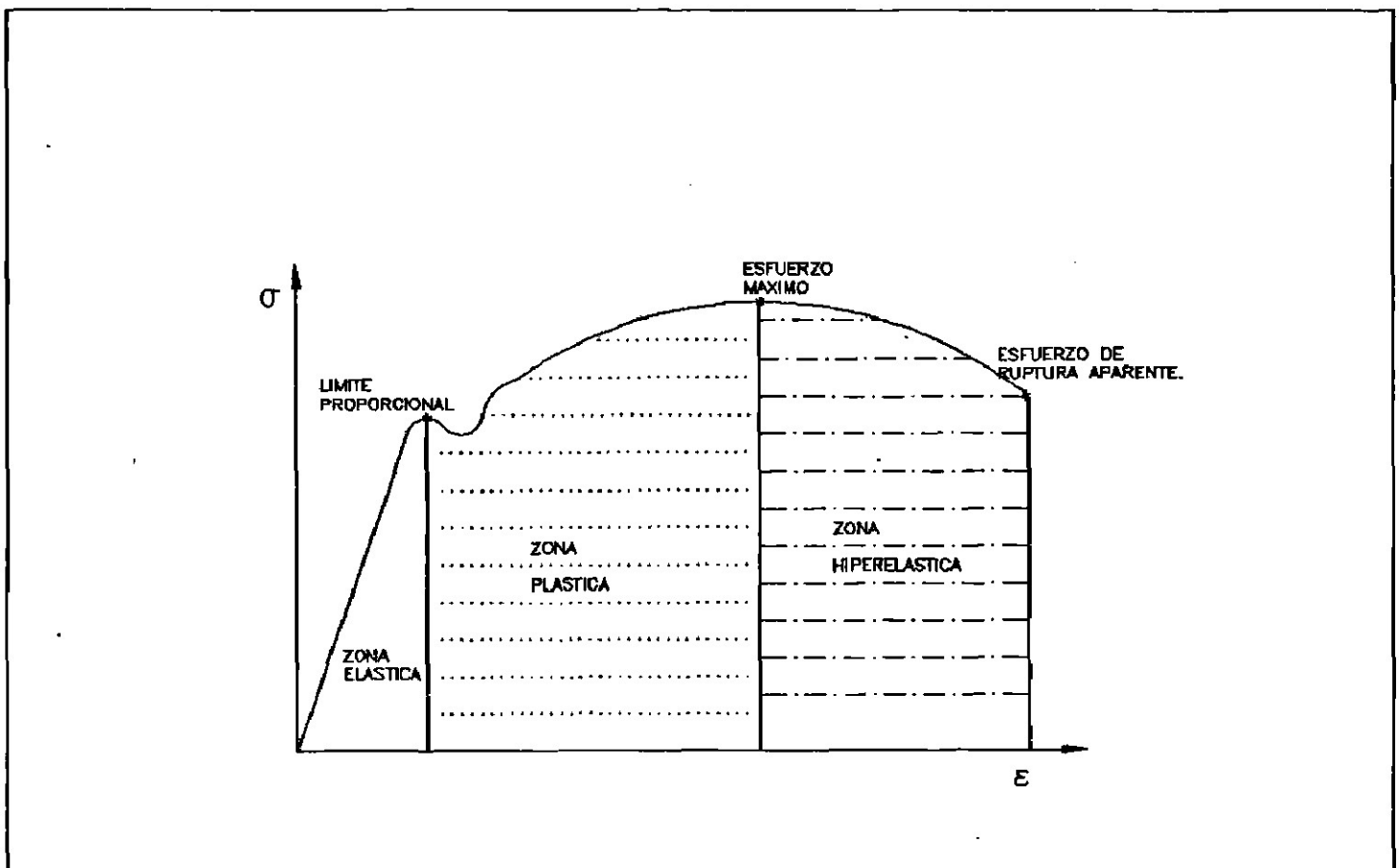


Figura 3.3

## DUCTILIDAD

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

## FRAGILIDAD

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

### Estas propiedades son medidas:

#### \* Para el Ensayo de Tensión a través de:

-% de **Elongación**: se obtiene midiendo la longitud inicial ( $L_0$ ) y la final ( $L_f$ ) de la probeta y luego sustituyendo en la ecuación:

$$\% \text{ Elong.} = (L_f - L_0) / L_0 \times 100$$

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

$$\% \text{ de Reducción de Area} = (A_0 - A_f) / A_0 \times 100$$

#### \* Para el Ensayo de Compresión a través de:

-% de **Aumento de Area**: se obtiene midiendo los diámetros inicial y final, calculando el área respectiva y sustituyendo en la ecuación:

$$\% \text{ de Aumento de Area} = (A_f - A_0) / A_0 \times 100$$

- % de **Reducción de Longitud**: se obtiene midiendo la longitud inicial y final de la probeta y sustituyendo en la ecuación:

$$\% \text{ de Reducción de Longitud} = (L_0 - L_f) / L_0 \times 100$$

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.

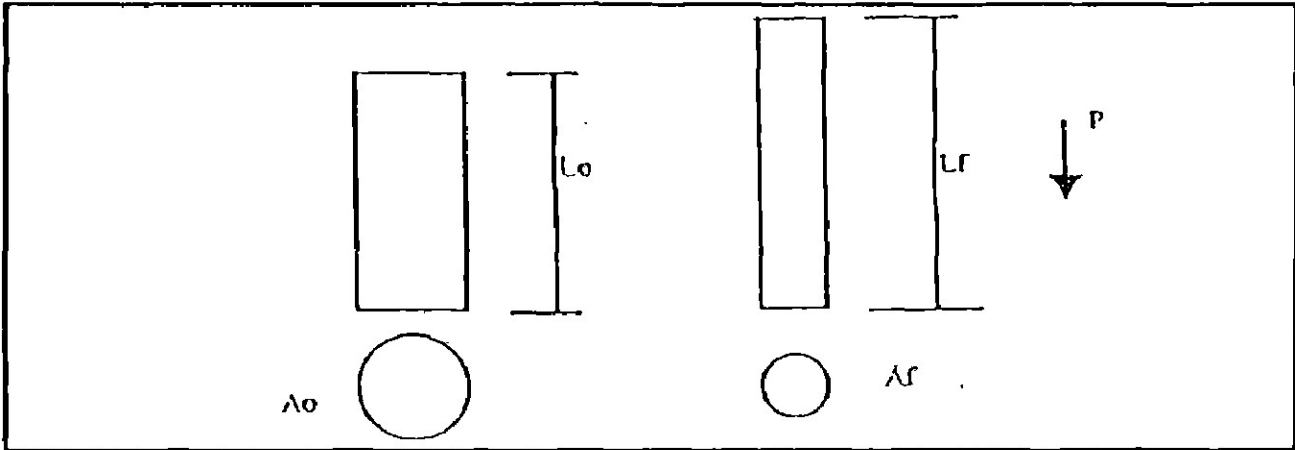


Figura 3.4

**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 como se muestra en la figura 3.5

$$E = \text{Tg } \theta = \Delta\sigma / \Delta\varepsilon = (\sigma_2 - \sigma_1) / (\varepsilon_2 - \varepsilon_1)$$

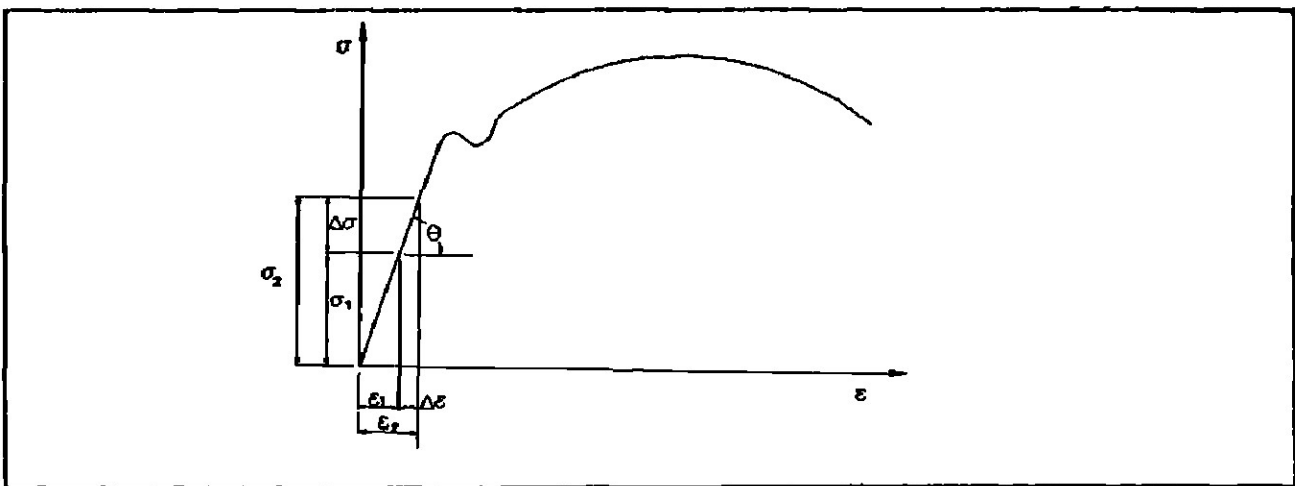


Figura 3.5

Material	Modulo Elástico (E)			
	#	X10 <sup>6</sup> (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

Valores promedio de modulo de elasticidad de algunos materiales  
Tabla 1.1

### RESILENCIA ELÁSTICA:

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

Otras definiciones son: una medida de la resistencia a la energía elástica.

La resiliencia elástica unitaria (R.E.U.) o módulo de resiliencia: es la energía almacenada por unidad de volumen en límite elástico o proporcional; y representa el área (A1) bajo la pendiente de la gráfica  $\sigma$  vs  $\epsilon$  mostrada en la figura 3.6.

$$REU = A1 = \sigma_{LP}^2 / 2\epsilon_{LP} \text{ (kg - cm / cm}^3\text{)}$$

$$\text{Volumen Inicial (V}_0\text{)} = A_0 \times L_0 \text{ (cm}^3\text{)}$$

$$\text{Resiliencia Elástica Total (RET)} = REU \times V_0.$$

$$RET = \sigma_{LP}^2 / 2\epsilon_{LP} \times V_0 \text{ (kg - cm)}$$

L.P.: Límite proporcional.



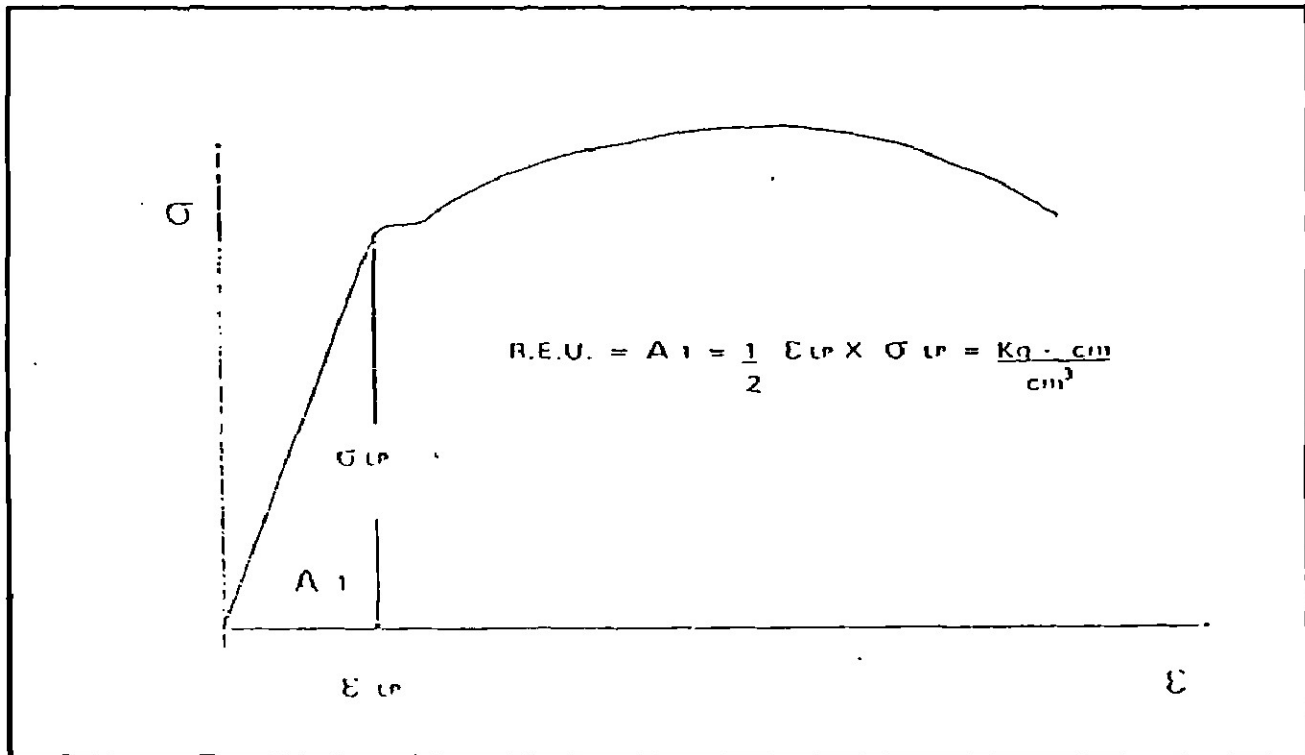


Figura 3.6

**TENACIDAD:**

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

Representa el área total bajo la gráfica esfuerzo-deformación, esta se puede medir a través de seccionar el área en áreas regulares y sumarlas, o con el planímetro, que es un instrumento para determinar el área de una gráfica. Al seguir el contorno de la misma.

El valor así obtenido será la tenacidad unitaria.

**Tenacidad Unitaria (TU) = Area total**

$$TU = (\sigma_{\max} + \sigma_{YP}) \epsilon_{\max} / 2 \text{ (kg - cm / cm}^3\text{)}$$

$$\text{Volumen Inicial (Vo)} = A_0 \times L_0 \text{ (cm}^3\text{)}$$

**Tenacidad Total (TT) = TU x Vo (kg - cm)**

YP (Yield Point): Punto de cedencia.

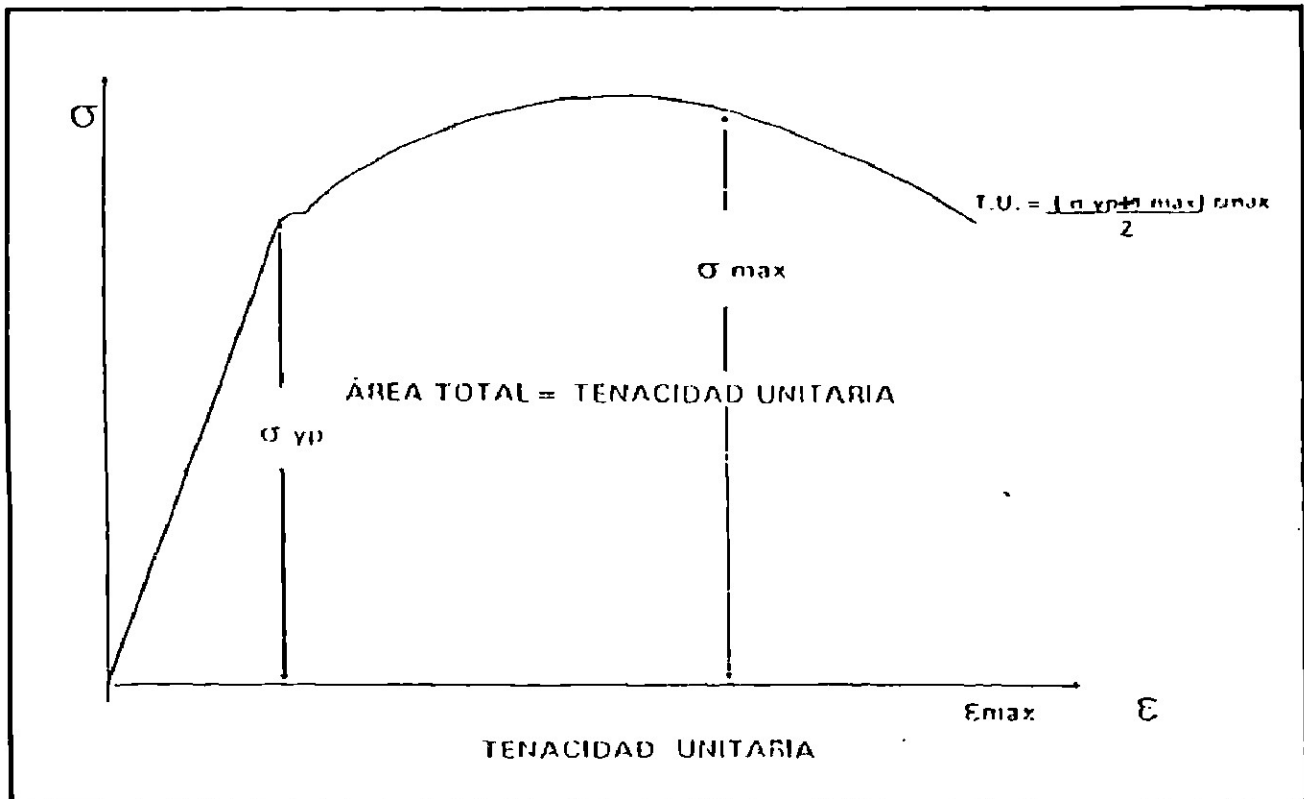


Figura 3.6a

### ESTANDAR DE PROBETAS PARA TENSIÓN:

Las probetas para ensayos de tensión se realizan de diferentes formas la sección transversal del espécimen puede ser redonda, rectangular 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 una sección donde los esfuerzos no resulten afectados por los aditamentos de sujeción (ver figura 3.7).

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

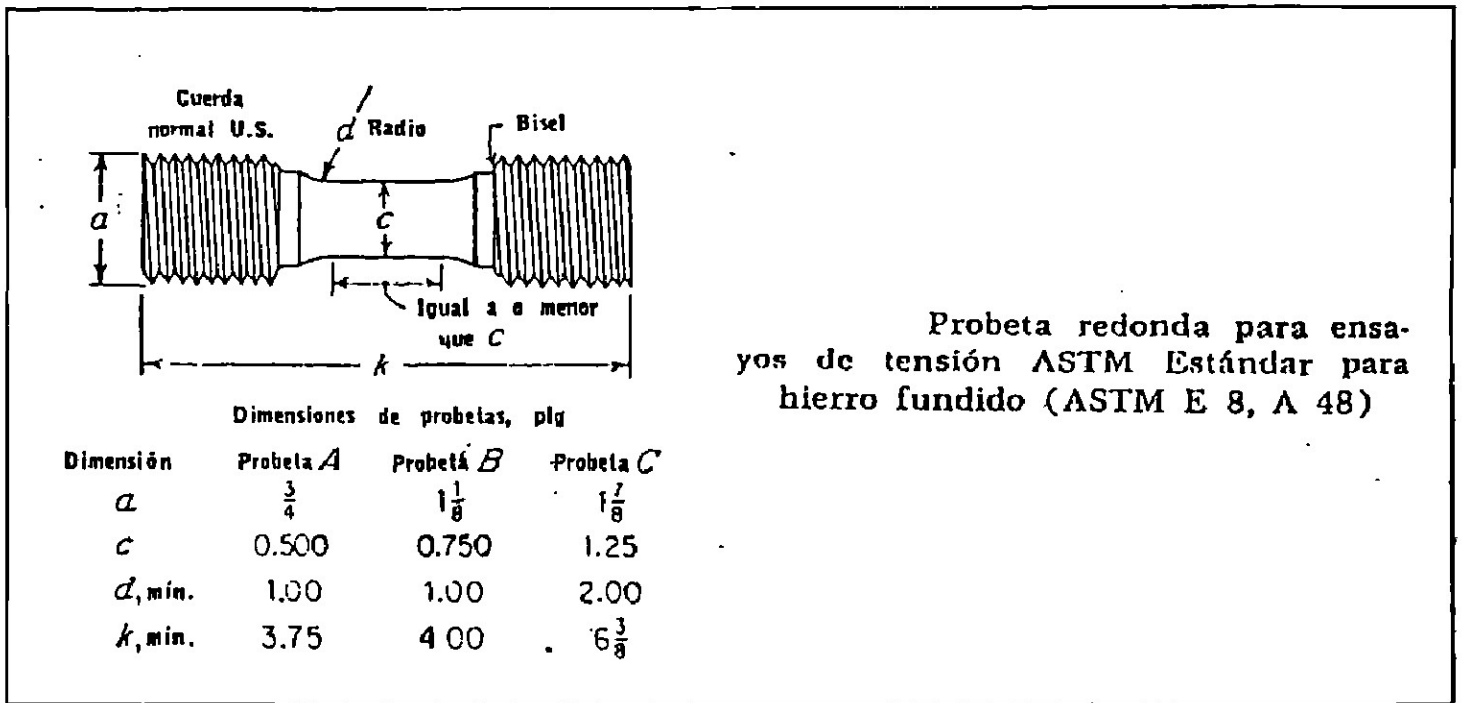


Figura 3.7

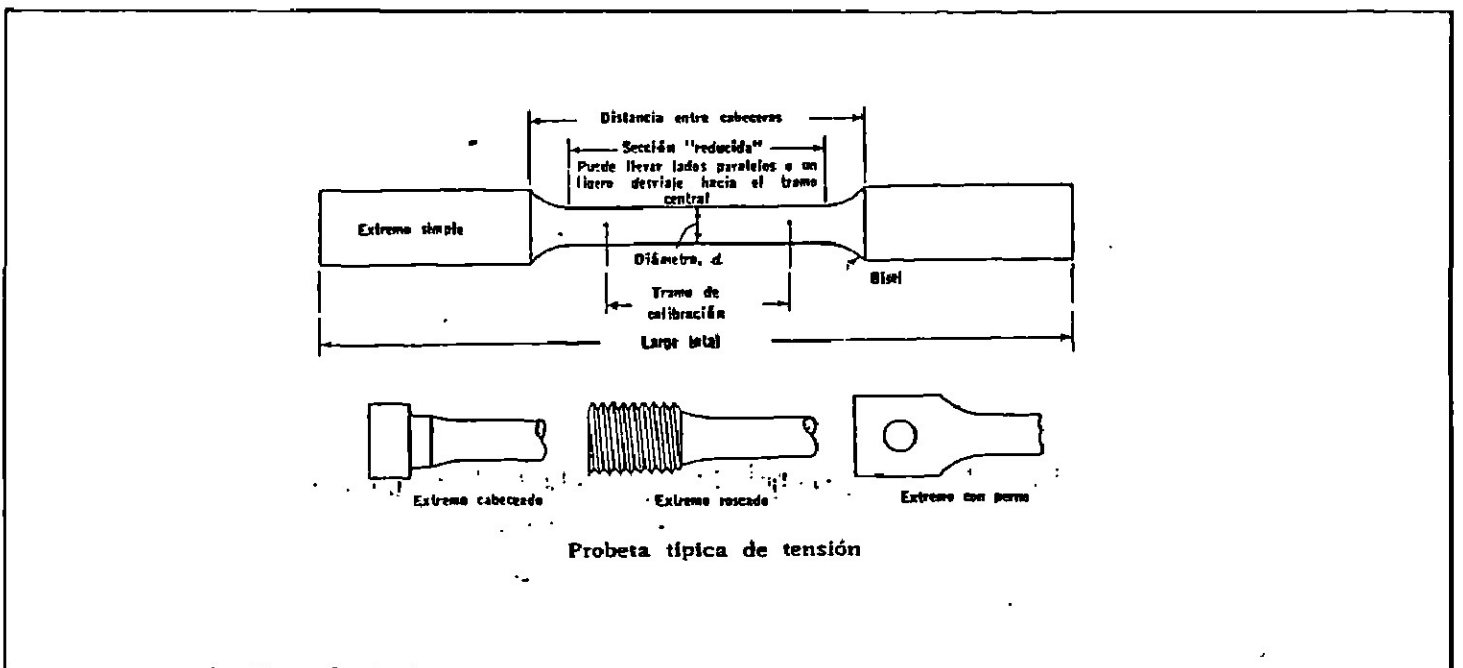


Figura 3.8

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 la carga ( ver figura 3.8 ), 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 staticos de tensión.

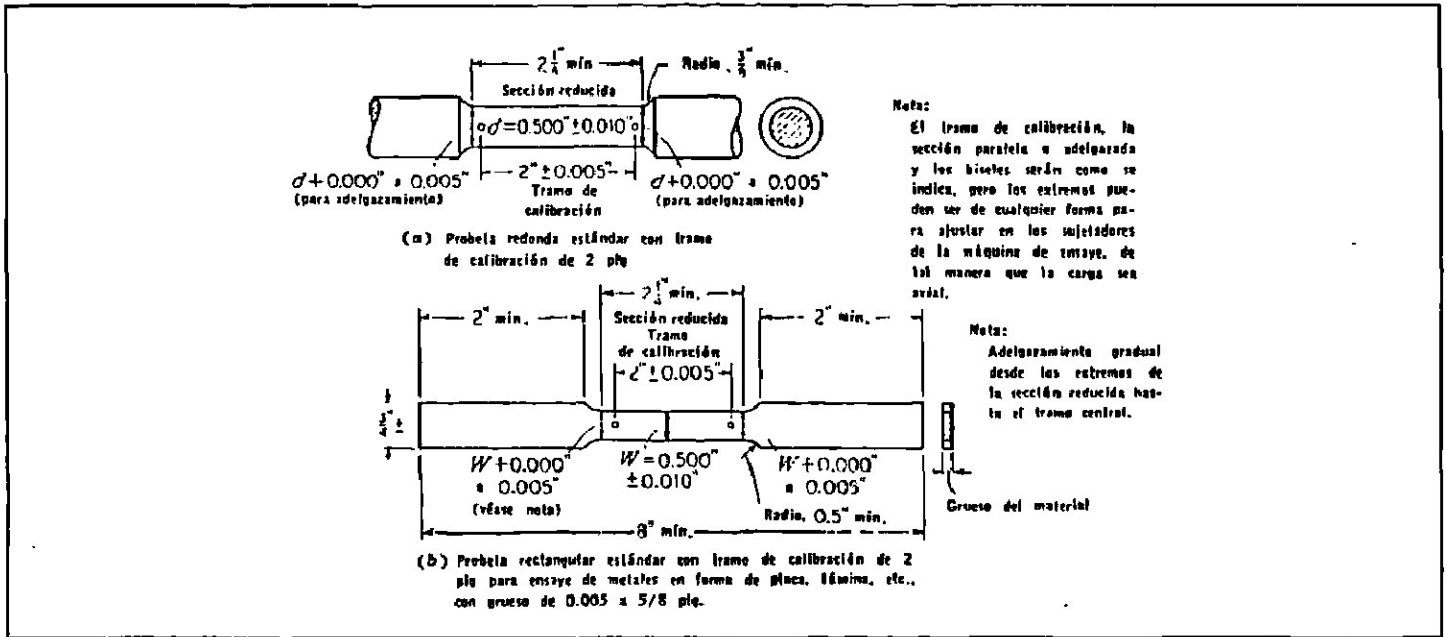


Figura 3.9

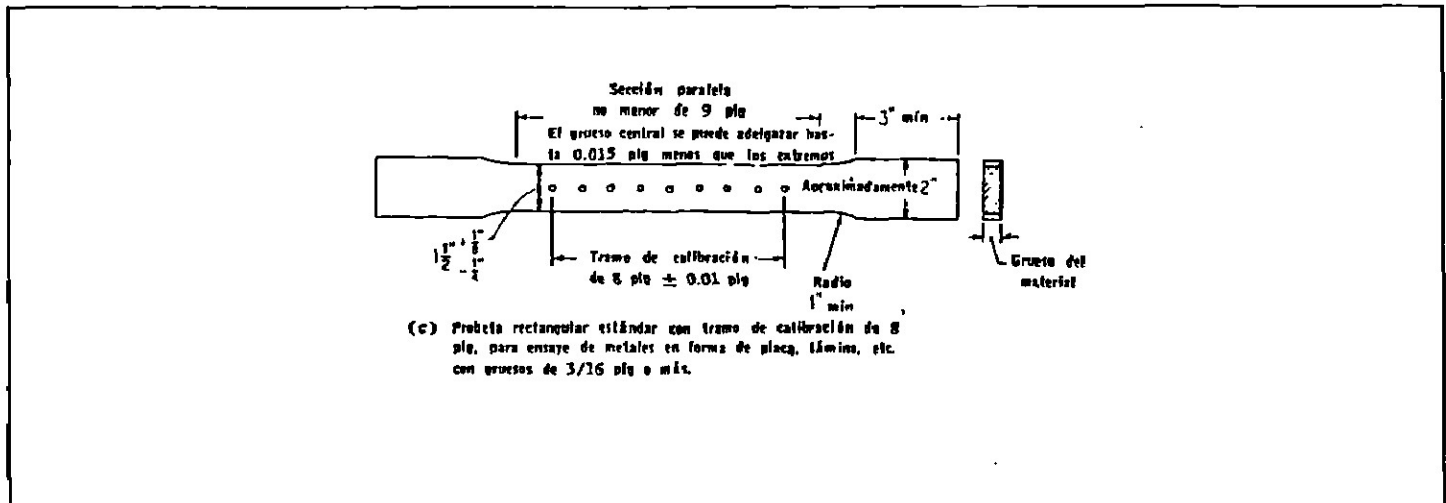


Figura 3.10

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 EN ENSAYOS DE TENSIÓN

La velocidad de los ensayos a tensión serán aquellas que permitan las lecturas de carga y deformación o las que recomienden los estándares de la ASTM, ASME o alguna otra asociación. Para el tipo de material a ensayar, un ejemplo de velocidades del cabezal móvil serían 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 y color de tipos de fracturas más comunes son cono-crater, parcialmente cono y crater, planas e irregulares y las que puedan definirse al momento de la fractura del espécimen los tipos de texturas son sedosa, grano fino, grano grueso, granular fibrosa, estillable, cristalina, vidriosa y mate y las que puedan determinarse al inspeccionar la sección transversal de la pieza (ver figura 3.11).

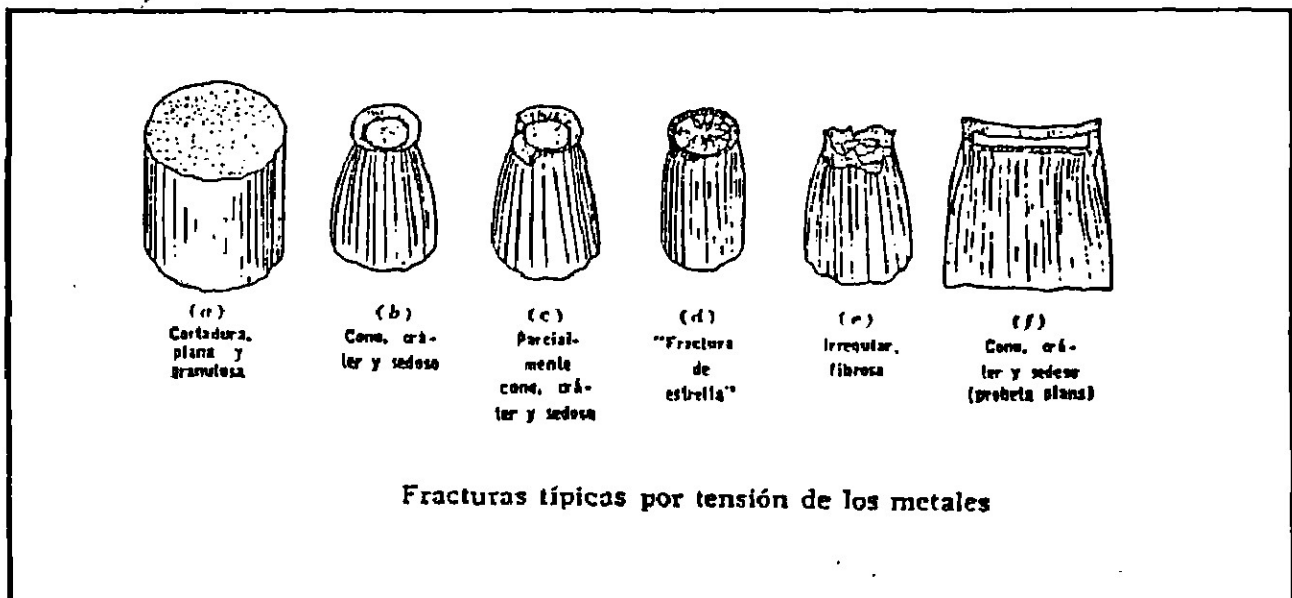


Figura 3.11

#### **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 CATALOGOS 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 micrometros 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 se 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 (automatizada 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 INSPECCION 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 MÉCICAS A LA INDUSTRIA PARA DIVERSOS MATERIALES Y PRODUCTOS.  
REALIZADAS POR: ING. DANIEL RAMÍREZ VLL. A TRAVES DE LOS 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.



