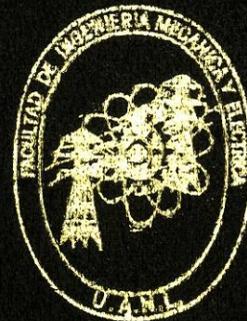


**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON**

**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA**



**MEMORIA PARA EXAMEN PROFESIONAL**

**QUE PARA RECIBIR EL TITULO DE:**

**INGENIERO MECANICO**

**PRESENTA**

**MIGUEL ANGEL ARAMBULA VILLARREAL**

**CURSO: PRUEBAS MECANICAS EN LOS MATERIALES**

**EXPOSITOR: M.C. DANIEL RAMIREZ VILLARREAL**

**CD. UNIVERSITARIA**

**ABRIL DE 1996**

T

TA410

A7

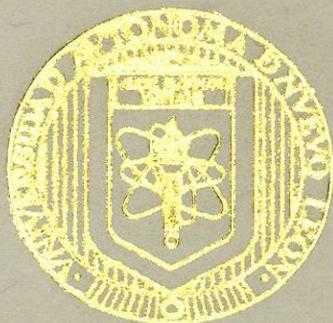
C.1



1080064316

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA



MEMORIA PARA EXAMEN PROFESIONAL

QUE PARA RECIBIR EL TITULO DE:

INGENIERO MECANICO

PRESENTA

MIGUEL ANGEL ARAMBULA VILLARREAL

CURSO: PRUEBAS MECANICAS EN LOS MATERIALES

EXPOSITOR: M.C. DANIEL RAMIREZ VILLARREAL

CD. UNIVERSITARIA

ABRIL DE 1996

TA 410  
A7



Biblioteca Central  
Magna Solidaridad

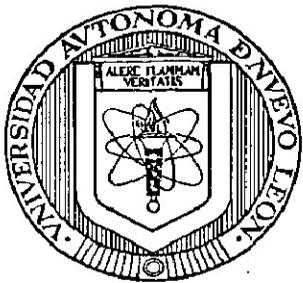
*F. 40-513*



BURO DE RENOVACIONES  
FONDO FONDO  
TESIS LICENCIATURA

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON**

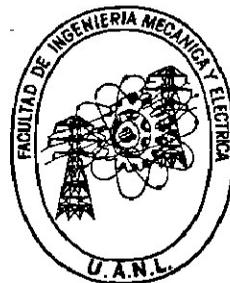
**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA**



**MEMORIA PARA EXAMEN PROFESIONAL**

**QUE PARA RECIBIR EL TITULO DE :**

**INGENIERO MECANICO**



**PRESENTA**

**MIGUEL ANGEL ARAMBULA VILLARREAL**

**CURSO : PRUEBAS MECANICAS EN LOS MATERIALES ( )**

**EXPOSITOR : M.C. DANIEL RAMIREZ VILLARREAL**

**CD. UNIVERSITARIA**

**ABRIL DE 1996**

**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.	29
Bibliografía	31

## 1.- Clasificación de los Materiales

### 1.- Ferrosos:

Aceros :        Ordinarios  
                 Aleados

Fundiciones: Grises: Nodular

                                 Ferrítico

                                 Perlítico

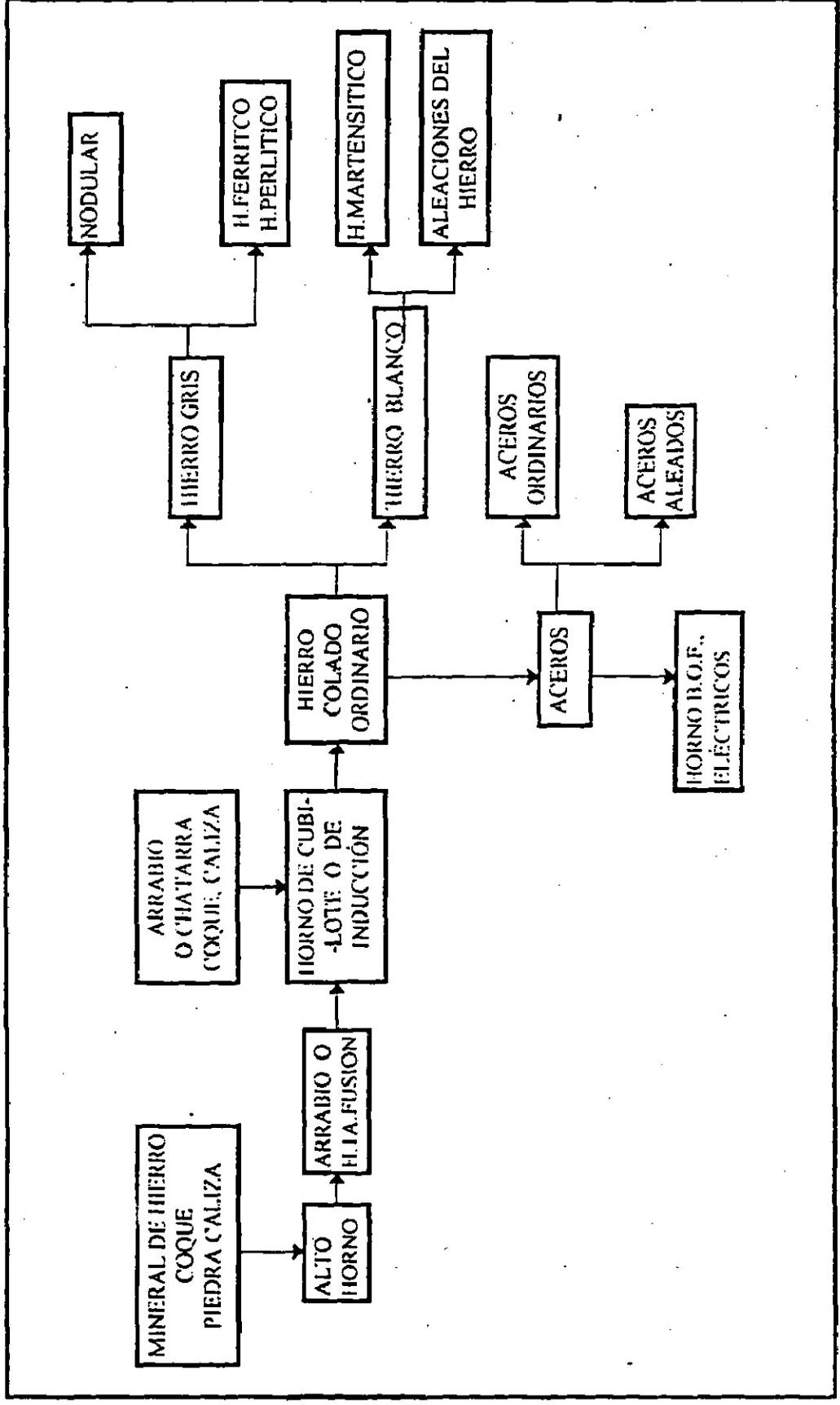
Blancas:        H. Martensíticos  
                                 Especiales Aleaciones

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

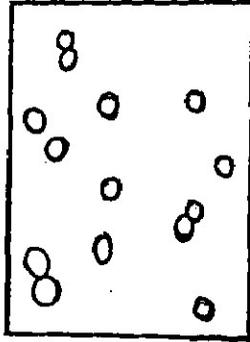


MECANISMOS DE CRISTALIZACIÓN EN LOS METALES

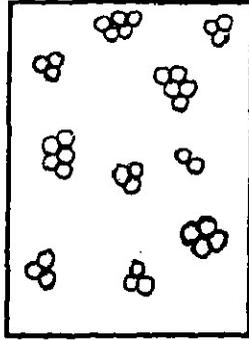
ES EL PROCESO DE TRANSFORMACIÓN DE UN ESTADO LÍQUIDO A UNO SÓLIDO DESARROLLÁNDOSE LOS CRISTALES EN FORMA ORDENADA.

TEMP. ALTA

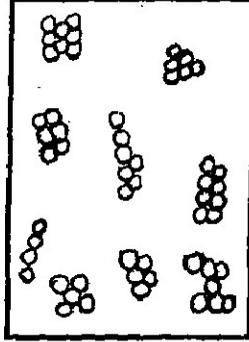
TEMP. NORMAL



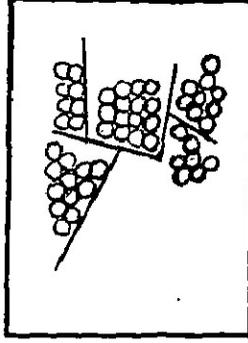
FORMACIÓN DE NÚCLEOS DE ÁTOMOS



FORMACIÓN DE DENDRITAS



CRECIMIENTO DE CRISTALES



FORMACIÓN DE LÍMITES DE GRANO

## 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

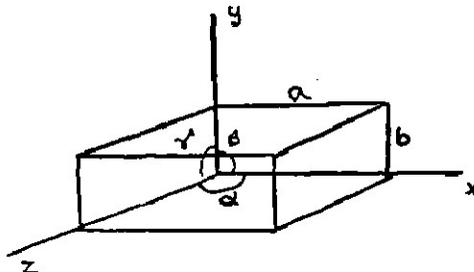
**Tipos de Enlaces**

- \* 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.- 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

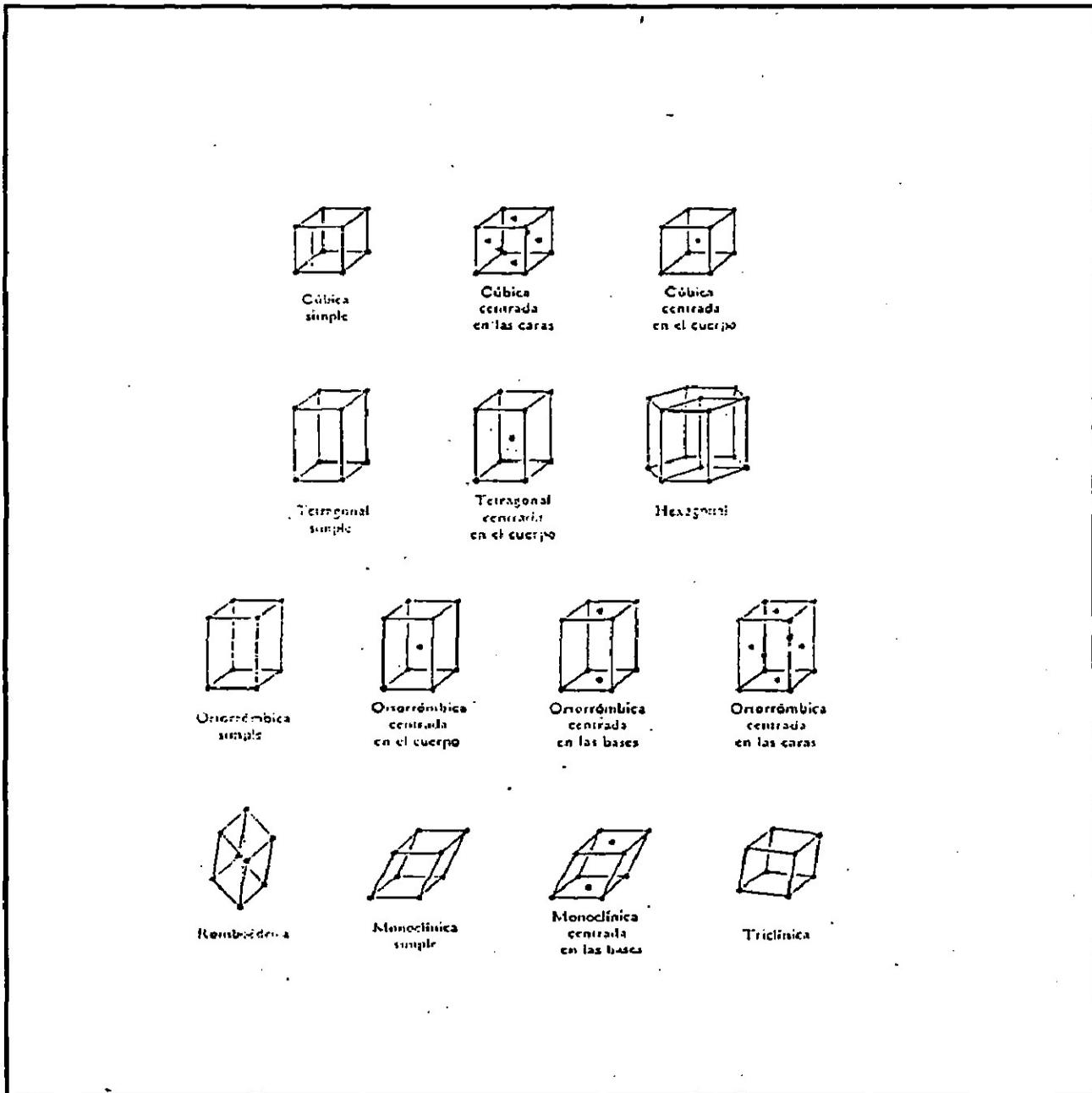
**Defectos o imperfecciones del cristal:**

- ⇒ 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:

UNIDADES REPETITIVAS Y SUS ESTRUCTURAS PARA ALGUNOS DE LOS POLÍMEROS QUE Tienen ESTRUCTURAS DE Cadenas COMPACTAS					
Polímero	Estructura	Repetición de la unidad (Z)	Elongación (%)	Índice de Resistencia (Z)	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )
Polímero (acetato)		1,500-17,000	23-25	370	1.42
Polímero (acetato)		1,000-10,000	50-100	400-500	1.36
Polímero (acetato)		5,000-11,000	110-110	300-400	1.2
Celulosa		2,000-2,000	3-50	200-250	1.50

## 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 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.

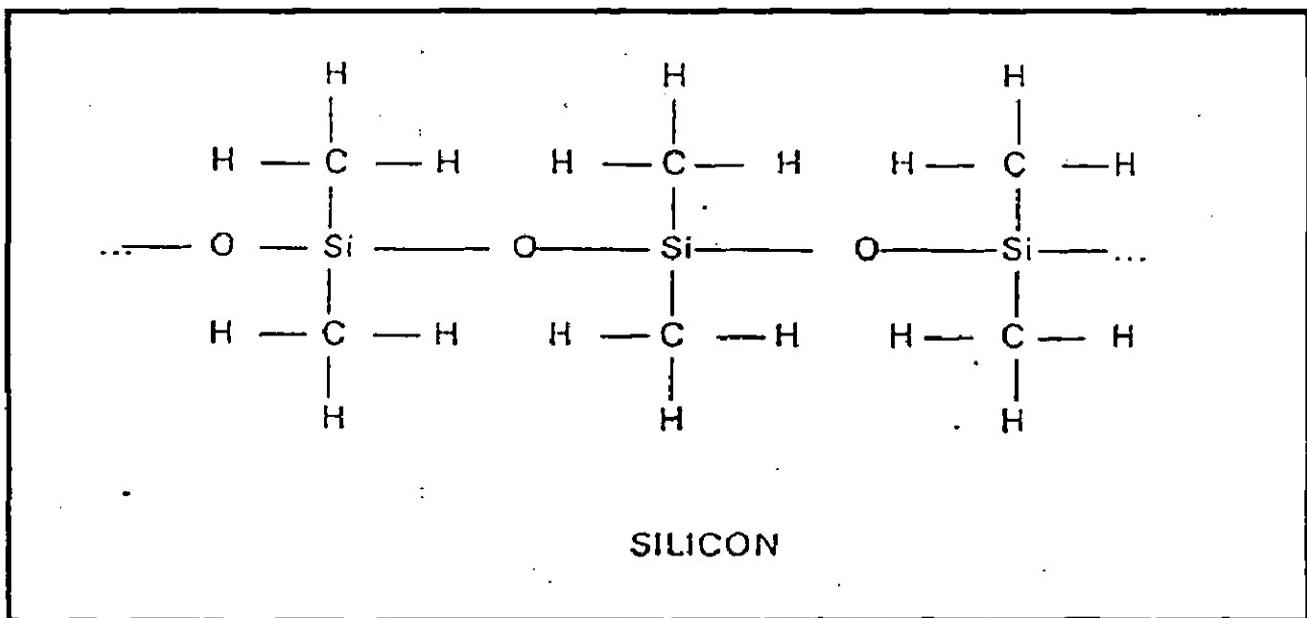
### Clasificación:

**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.



## CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES MECÁNICAS EN LOS MATERIALES

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 PROBETAS
- ⇒ - VELOCIDAD DEL ENSAYO
- ⇒ - TEXTURA DE GRANO Y TIPOS DE FALLAS

- RESISTENCIA MECÁNICA : Esta se mide a través de :

**1.- LIMITE PROPORCIONAL ( $\sigma_{LP}$ ):** 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, que cumple con la ley de Hooke .

**2.- LIMITE ELÁSTICO ( $\sigma_{LE}$ ) :** 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 ( $\sigma_{YP}$ ):** 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 son variables y pequeños y pueden detectarse en las lecturas 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 ensayo hasta la ruptura, ( se observa en la probeta el inicio de la reducción de área en materiales dúctiles).

5.- **ESFUERZO DE RUPTURA APARENTE** ( $\sigma_{rup}$ ) : Es el esfuerzo nominal al ocurrir la falla y se obtiene dividiendo la carga decreciente registrada en la carátura o pantalla de la máquina y el área inicial de la probeta.

6.- **ESFUERZO DE RUPTURA 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 esta.

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.

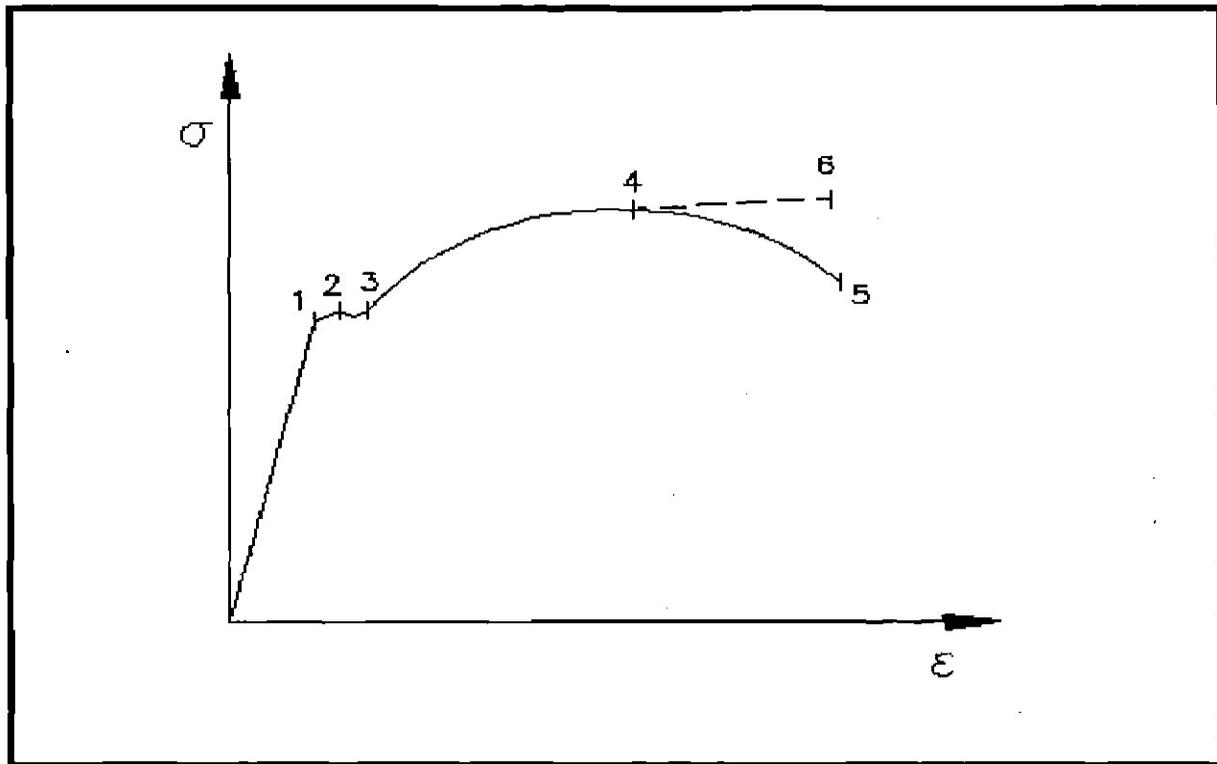


Figura 3.1 Gráfica esfuerzo-deformación, puntos principales.

### 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 lectura de carga o del canal en el display de carga, se puede detectar dicho punto.

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

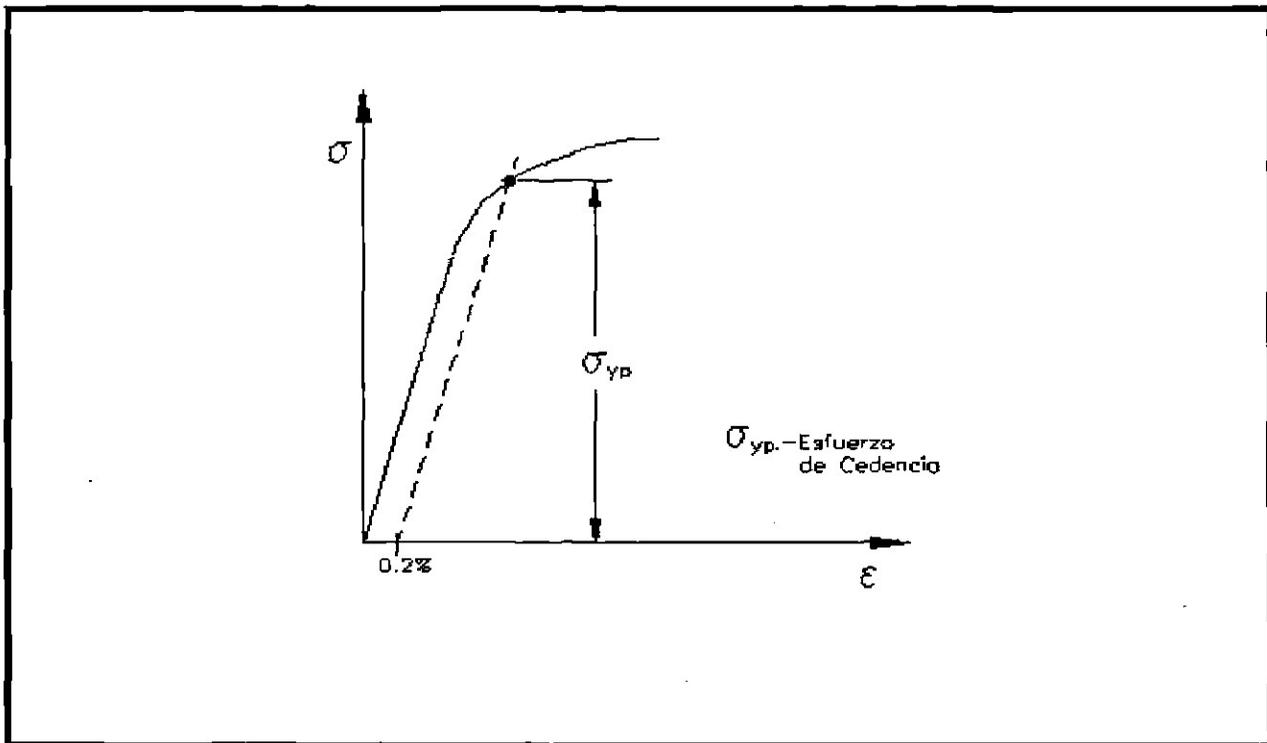


Figura 3.2 Determinación del punto de cedencia o límite proporcional.

### ZONAS 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 ruptura aparente.

Se emplea en el diseño de elementos de máquinas, productos, y estructuras que deben absorber grandes cantidades de energía mecánica (ejemplo: e.cinetica o potencial). Estas zonas se muestran en la figura 3.3.

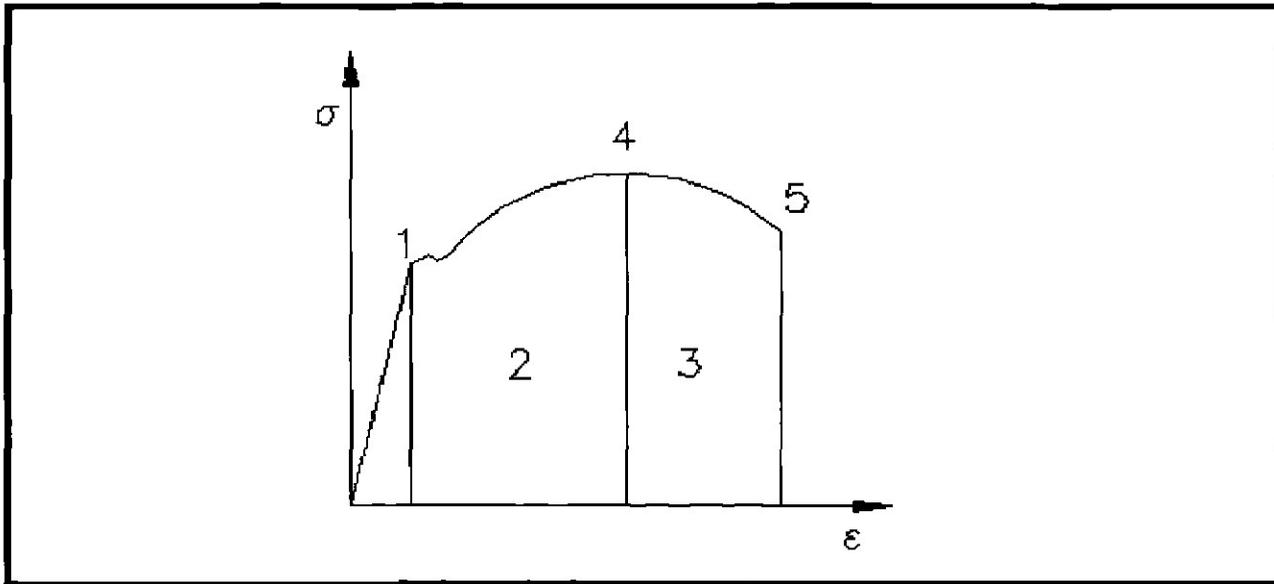


Figura 3.3 Principales zonas en la gráfica esfuerzo-deformación.

## DUCTILIDAD

**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 a través de :

### 1.- Para el ensayo de tensión:

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

$$\% \text{ elongacion} = \frac{L_f - L_0}{L_0} \times 100$$

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

$$\% \text{ de reduccion de area} = \frac{A_0 - A_f}{A_0} \times 100$$

### 2.- Para el ensayo de compresión:

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

$$\% \text{ de aumento de area} = \frac{A_f - A_o}{A_o} \times 100$$

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

$$\% \text{ reduccion de longitud} = \frac{L_o - L_f}{L_o} \times 100$$

Se recomienda que los materiales que tengan un % de Elongación, % de Reducción de Área, % de Aumento de Área y % de Reducción de longitud, mayor de 5%, se les consideren dúctiles. Ver figura 3.4.

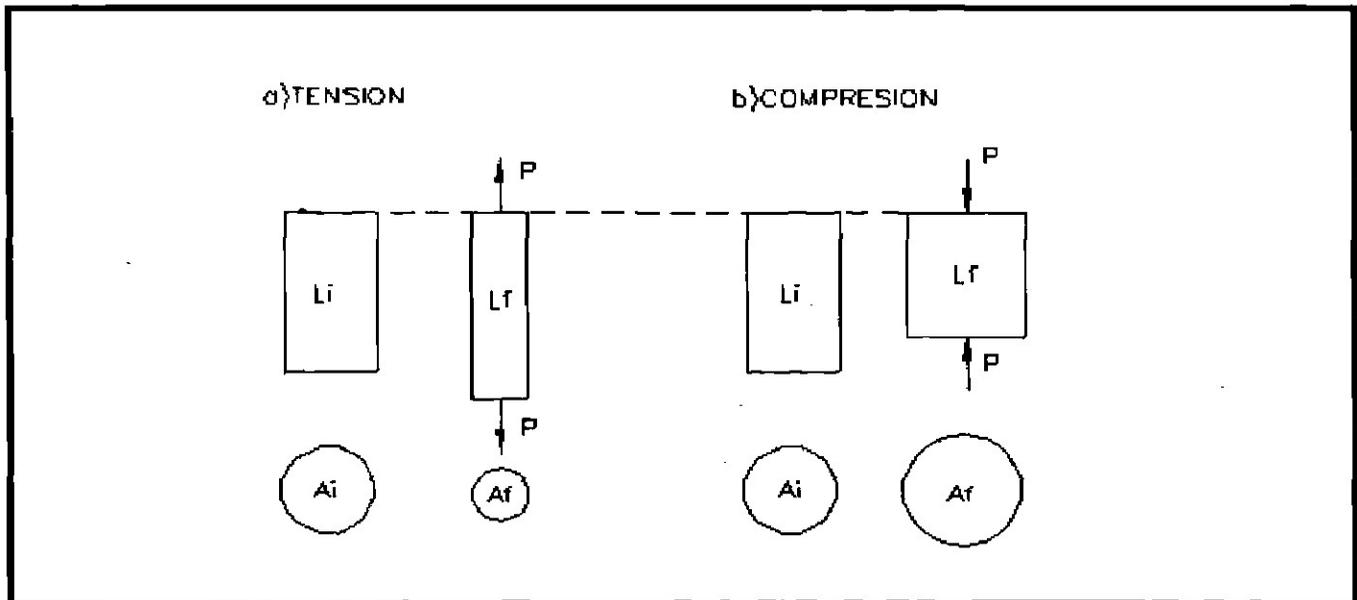


Figura 3.4 Alargamiento y acortamiento del material.

**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

$$E = \text{tg}\theta = \frac{\Delta\sigma}{\Delta\varepsilon} = \frac{(\sigma_1 - \sigma_2)}{(\varepsilon_2 - \varepsilon_1)}, \text{ (kg/cm}^2, \text{ lb/plg}^2, \text{ N/mm}^2\text{)}$$

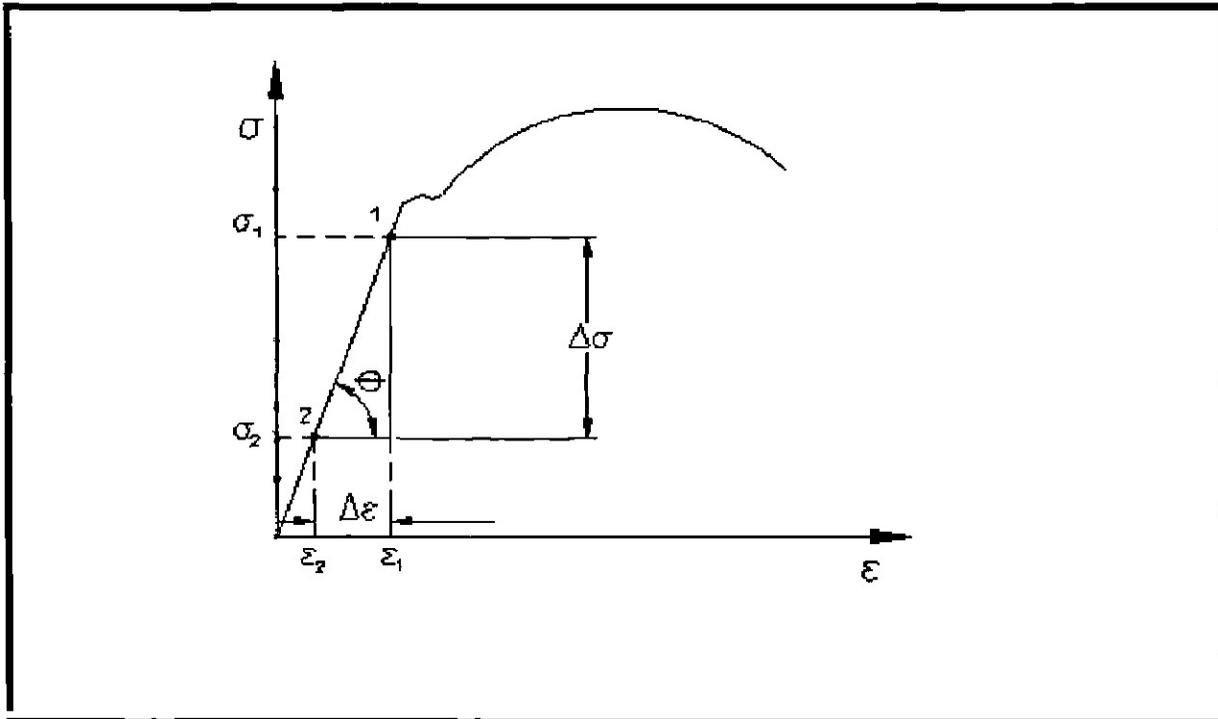


Figura 3.5 Obtención del módulo elástico

MATERIAL	MODULO ELÁSTICO ( E )		
	$\times 10^6 \text{ (Kg / cm}^2\text{)}$	( GPa )	$10^6 \times \text{(Lb / plg}^2\text{)}$
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

**RESILIENCIA 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 el límite proporcional (  $\sigma$  ), y representa el área (  $A_1$  ) bajo la pendiente de la gráfica  $\sigma$  VS  $\varepsilon$  mostrada en la figura 3.6.

$$R.E.U. = A_1 = \frac{1}{2} \sigma \varepsilon \text{ ( Kg -cm / cm}^3\text{)}$$

Si el Volumen inicial es  $V_0 = A_0 L_0 \text{ ( cm}^3\text{)}$

$$\text{RESILIENCIA ELÁSTICA TOTAL (R.E.T.)} = (\text{R.E.U.}) (V_0) = \left(\frac{1}{2} \sigma \epsilon\right) (V_0) \quad (\text{Kg-cm})$$

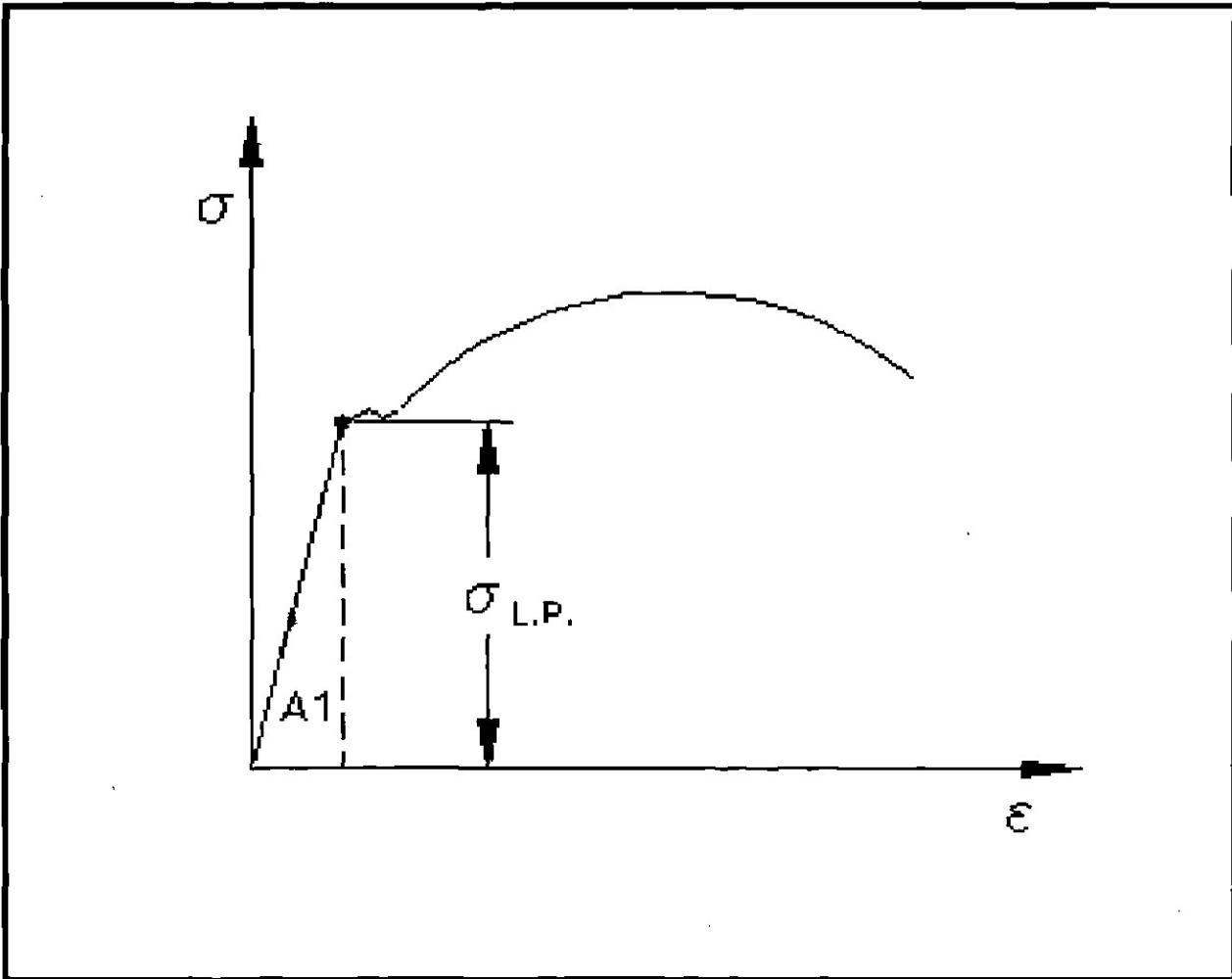


Figura 3.6 Obtención de la resiliencia elástica.

**TENACIDAD:** Es la propiedad que tienen los materiales de absorber energía hasta el punto de ruptura.

Representa el área total bajo la gráfica esfuerzo -deformación, esta se puede medir a través de seccionar el área total bajo la gráfica 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.

$$\text{TENACIDAD UNITARIA (T.U.)} = \text{ÁREA TOTAL} = \frac{1}{2} (\sigma_{YP} + \sigma_{max}) \epsilon_{max} \quad (\text{Kg - cm} / \text{cm}^3)$$

Si el volumen inicial  $(V_0) = A_0 L_0 \text{ (cm}^3\text{)}$

$$\text{TENACIDAD TOTAL (T.T.)} = (\text{T.U.})(V_0) \quad (\text{Kg} - \text{cm})$$

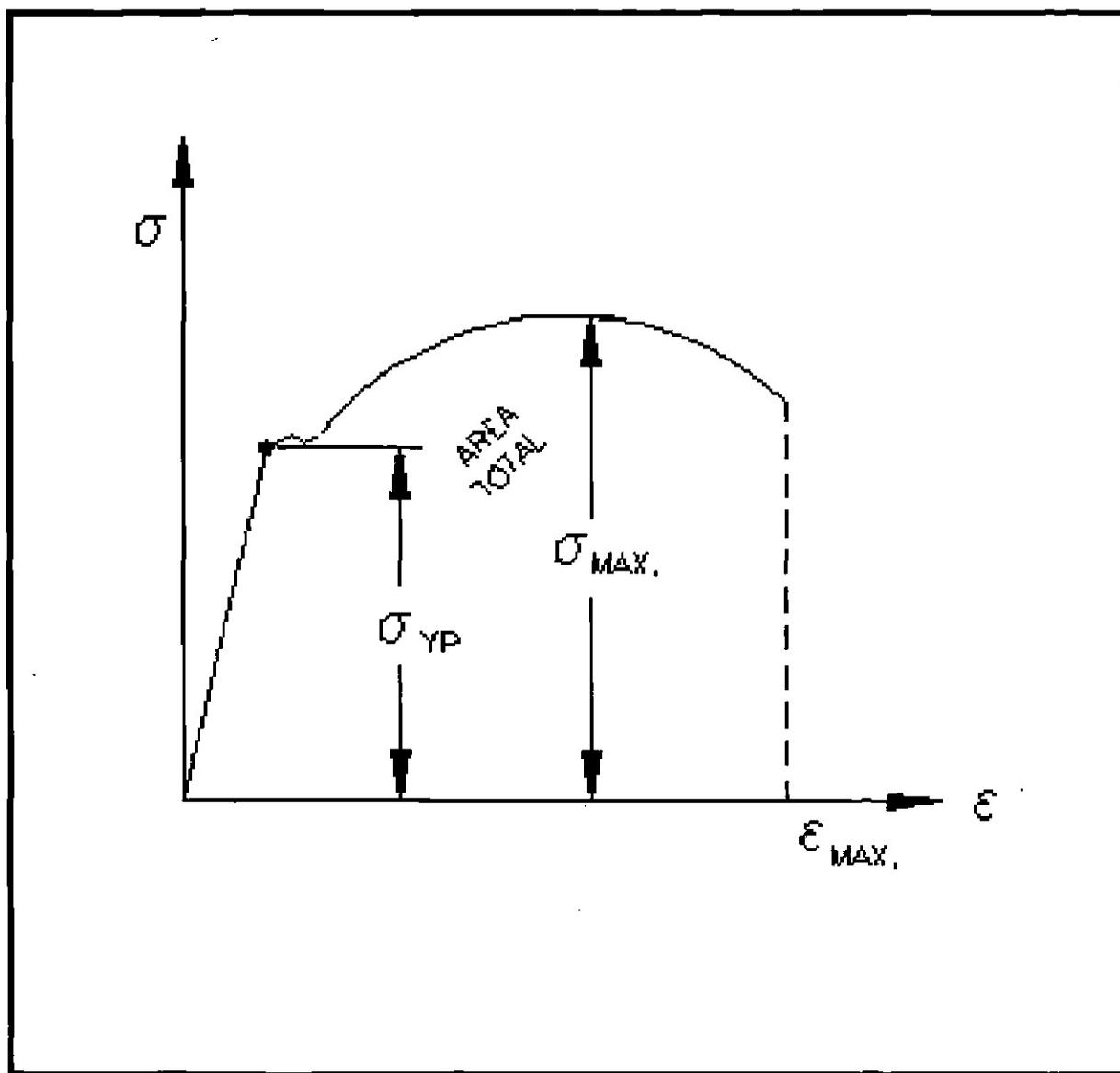


Figura 3.7 Obtención de la tenacidad.

**ESTÁNDAR DE PROBETAS PARA TENSIÓN**

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

Las formas dimensionales de las probetas dependen de las asignaciones que estipule las normas o estándares referidas por las agencias de ensaye e inspección en los materiales y productos ( como la A.S.T.M., A.S.M.E. , D.I.N.,I.S.O. etc.)

La porción central 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 3.8.

El tramo de calibración es el marcado según estándar, sobre el cual se miden las lecturas iniciales y finales de diámetro. 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

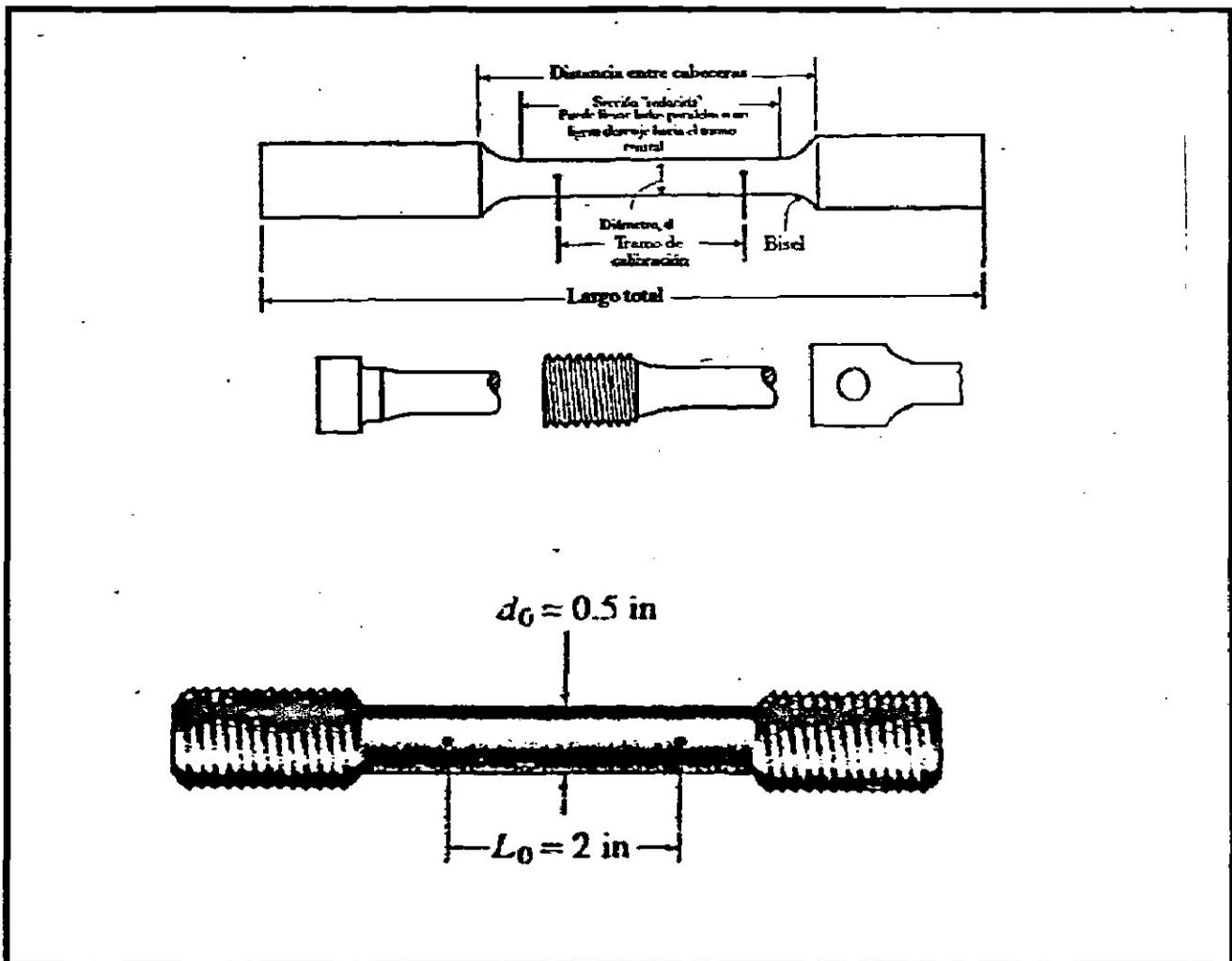


Figura 3.8 Tipos de cabeceras y tramo de calibración.

Una probeta debe ser simétrica con respecto a un eje longitudinal para evitar la flexión durante la aplicación de la carga ver (figura 3.9). La longitud de la sección reducida depende de la clase de material y de las mediciones que se tomen.

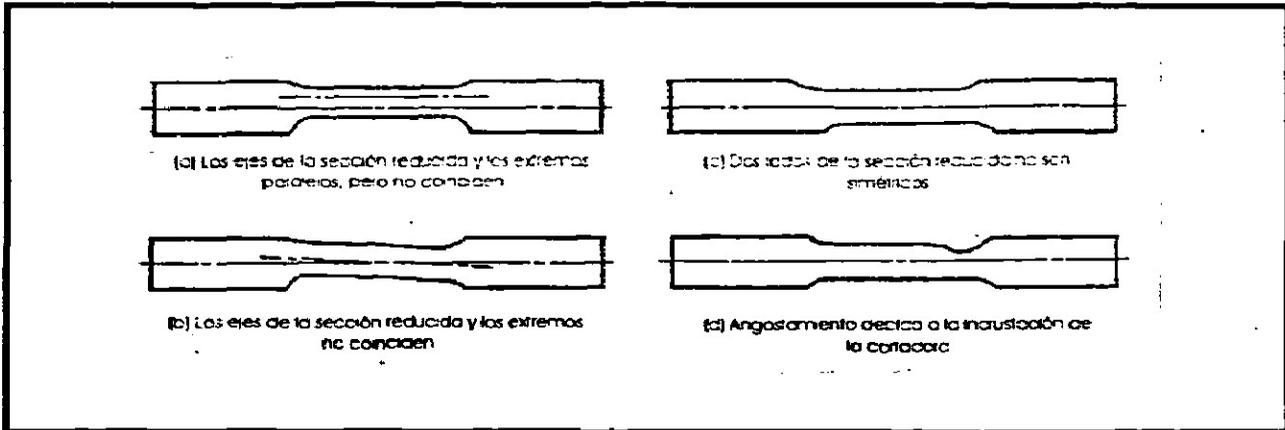


Figura 3.9 Defectos de maquinado en probetas.

En las siguientes figuras 3.10, 3.11, 3.12 se muestran los diferentes estándares para los ensayos estáticos de tensión en materiales.

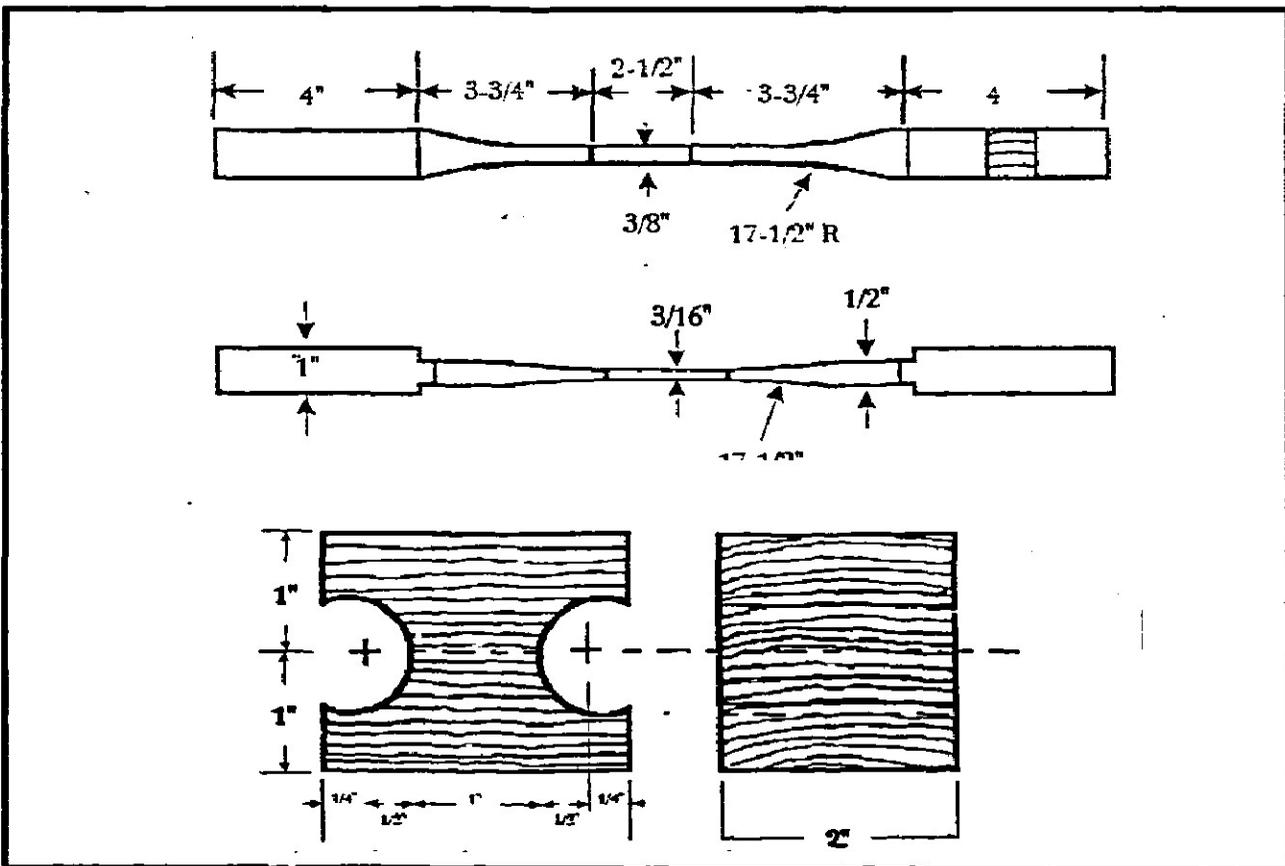
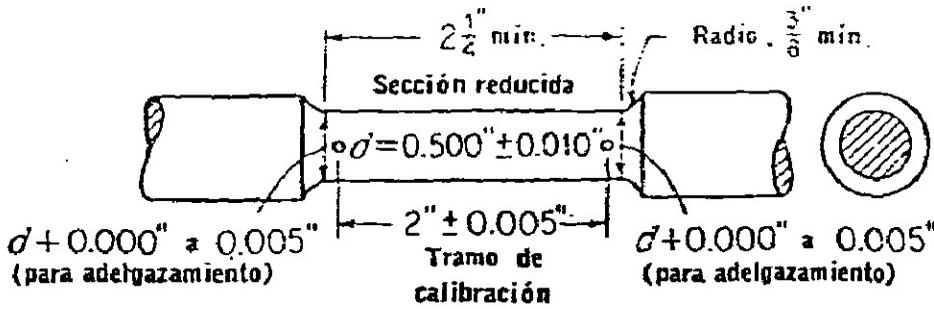


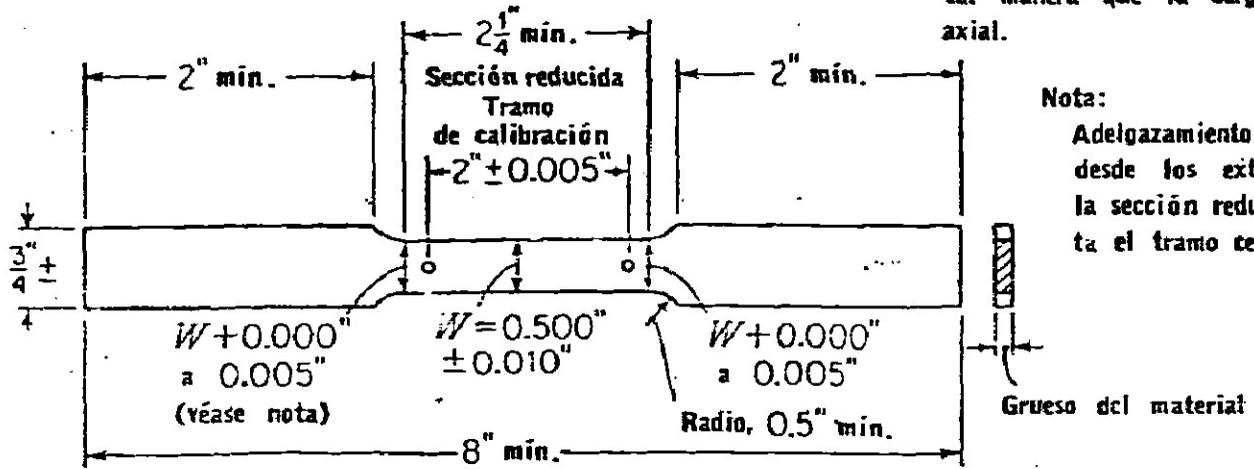
Figura 3.10 Estándares según la A.S.T.M. para ensayos de tensión en madera



(a) Probeta redonda estándar con tramo de calibración de 2 plg

Nota:

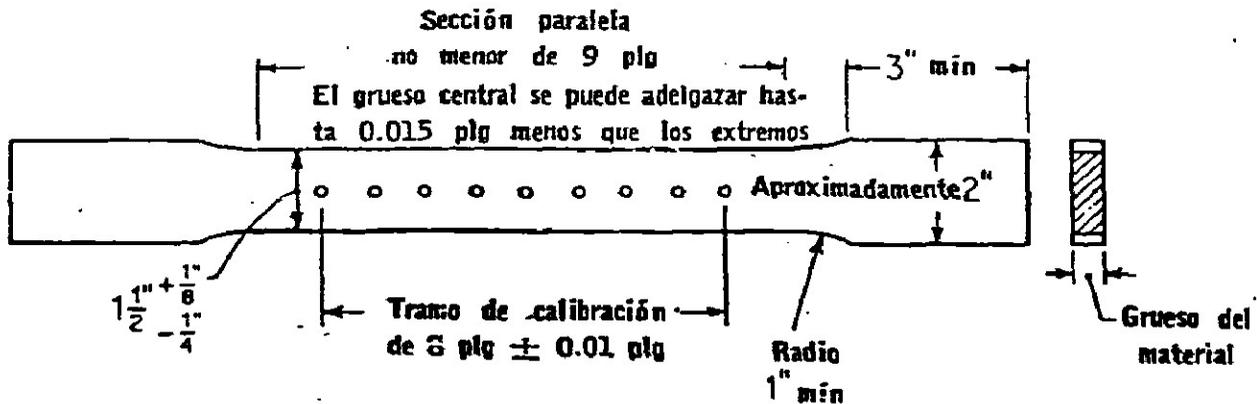
El tramo de calibración, la sección paralela o adelgazada y los biselados serán como se indica, pero los extremos pueden ser de cualquier forma para ajustar en los sujetadores de la máquina de ensaye, de tal manera que la carga sea axial.



(b) Probeta rectangular estándar con tramo de calibración de 2 plg para ensaye de metales en forma de placa, lámina, etc. con grueso de 0.005 a 5/8 plg.

Nota:

Adelgazamiento gradual desde los extremos de la sección reducida hasta el tramo central.



(c) Probeta rectangular estándar con tramo de calibración de 8 plg, para ensaye de metales en forma de placa, lámina, etc. con gruesos de 3/16 plg o más.

Figura 3.11 Estándar A.S.T.M. E-8, A 370 para ensayos estáticos de tensión en metales dúctiles.

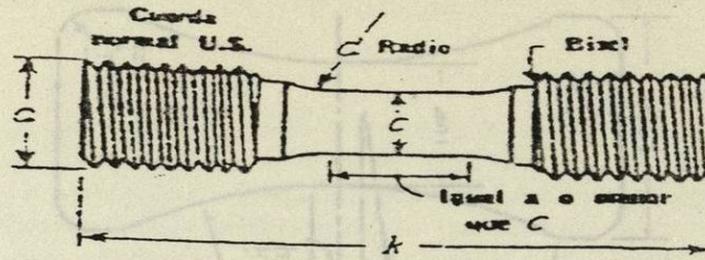


TABLA DE DIMENSIONES DE PROBETAS , EN PULGADAS.

Dimensión	Probeta A	Probeta B	Probeta C
a	0.750	1.125	1.125
C	0.500	0.750	1.250
d, min	1.00	1.00	2.00
K, min	3.75	4.00	6.375

Figura 3.12a Estándar para hierro fundido A.S.T.M. E-8 , A 48

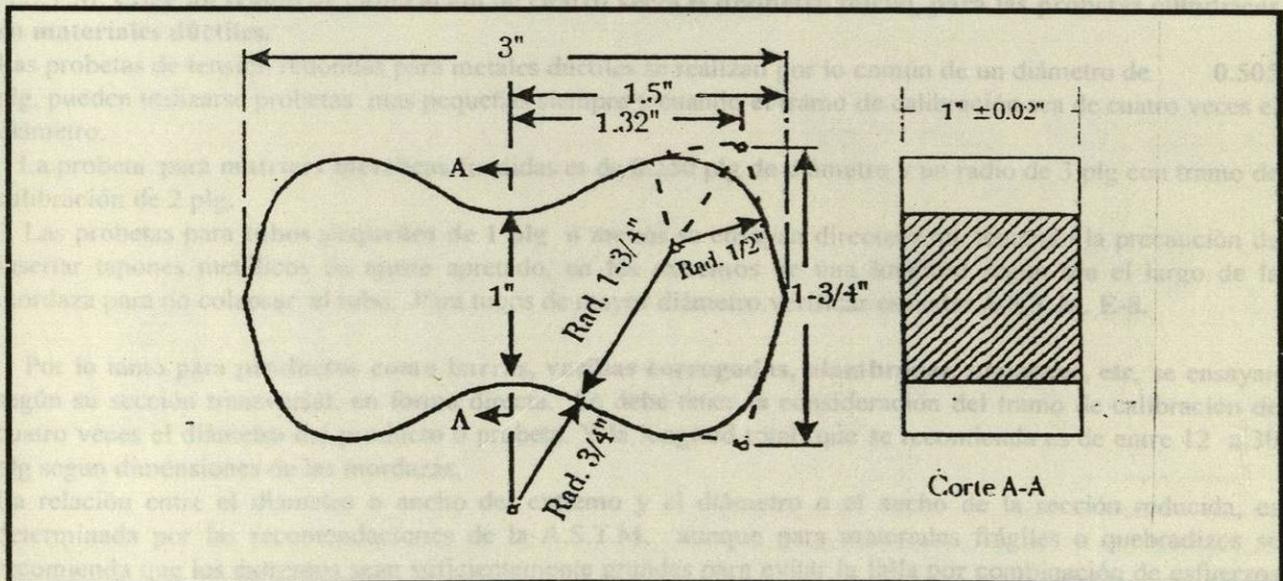


Figura 3.12b Estándar A.S.T.M. C150, C190 , para concreto y cemento portland

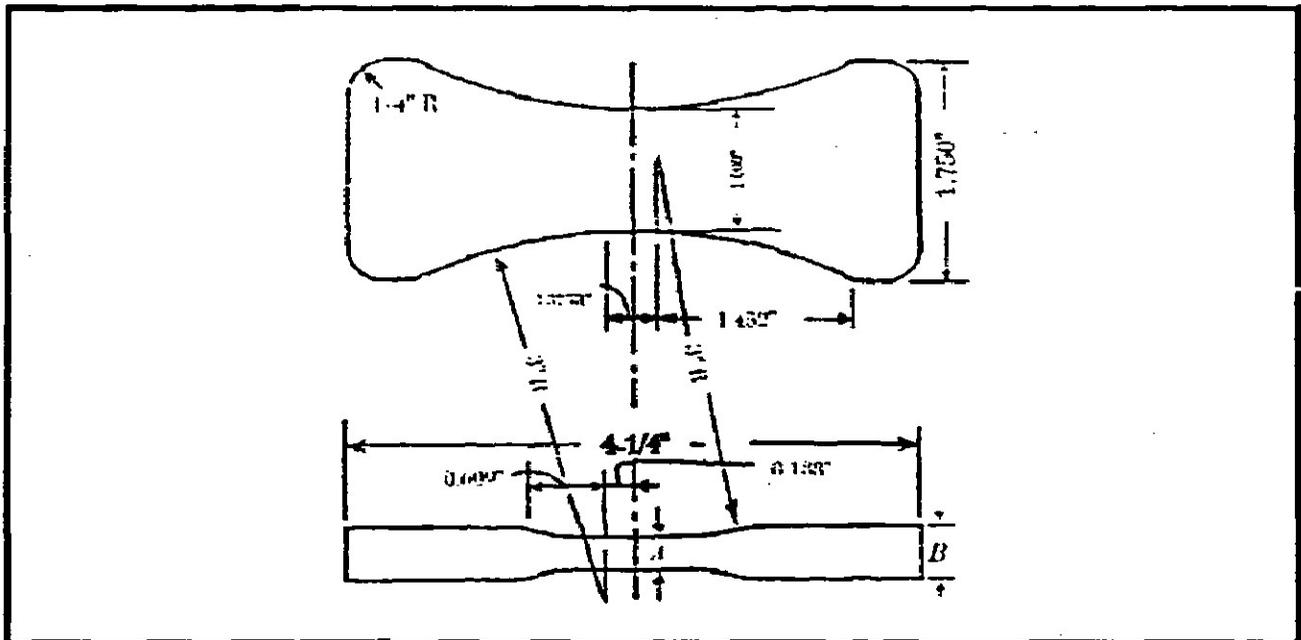


Figura 3.12c Estándar A.S.T.M. D 651, para materiales eléctricos moldeados.

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

Los estándares para las pruebas mecánicas tanto destructivas como no destructivas se editan en tomos o textos, y en compact disk por si la máquina es integrada con computadora con CD ROM y multimedia.

La longitud de la sección reducida depende de la clase de material a ensayar y de las mediciones a leer. El tramo de calibración es siempre un poco menor que las distancias entre las cabeceras. Por ejemplo la A.S.T.M. exige un tramo de calibración de cuatro veces el diámetro inicial, para las probetas cilíndricas en materiales dúctiles.

Las probetas de tensión redondas para metales dúctiles se realizan por lo común de un diámetro de 0.505 plg, pueden utilizarse probetas mas pequeñas siempre y cuando el tramo de calibración sea de cuatro veces el diámetro.

La probeta para matrices metálicas fundidas es de 0.250 plg de diámetro y un radio de 3 plg con tramo de calibración de 2 plg.

Las probetas para tubos pequeños de 1 plg o menos se ensayan directamente teniendo la precaución de insertar taponés metálicos de ajuste apretado, en los extremos de una longitud según sea el largo de la mordaza para no colapsar el tubo. Para tubos de mayor diámetro verificar estándar A.S.T.M. E-8.

Por lo tanto para productos como barras, varillas corrugadas, alambres, etc, se ensayan según su sección transversal, en forma directa. Se debe tener la consideración del tramo de calibración de cuatro veces el diámetro del producto o probeta. Y la longitud total que se recomienda es de entre 12 a 30 plg según dimensiones de las mordazas.

La relación entre el diámetro o ancho del extremo y el diámetro o el ancho de la sección reducida, es determinada por las recomendaciones de la A.S.T.M. aunque para materiales frágiles o quebradizos se recomienda que los extremos sean suficientemente grandes para evitar la falla por combinación de esfuerzos en las mordazas. Una probeta debe ser simétrica con respecto a su eje longitudinal, para evitar la flexión al aplicársele carga.

**DISPOSITIVOS DE MONTAJE :**

La función de los dispositivos de montaje es la de transmitir la carga desde los puentes de la máquina de pruebas hasta la probeta. El requerimiento esencial del dispositivo de montaje es de que la carga sea transmitida axialmente a la probeta. por lo que deben estar alineadas las mordazas durante el ensayo para evitar la flexión u otro efecto de carga, y no debe aflojarse. Las mordazas del tipo cuña son las mas usuales, sus caras deben ser ásperas o estriadas para reducir el deslizamiento en la probeta plana o cilíndrica, estas se diferencian por la forma interior una es plana y la otra en forma de "v". La alineación se realiza por medio de placas o laines o alineadores de tal forma que el eje de la probeta coincida con el centro de los puentes de la máquina. Se recomienda que las mordazas tengan una película pequeña de grasa sobre las partes posteriores, para que despues del ensayo no se aprieten o "atoren" la probeta fracturada. En la siguiente figura 3.13 se ilustran los tipos de aditamentos de sujeción y su forma correcta de usarse.

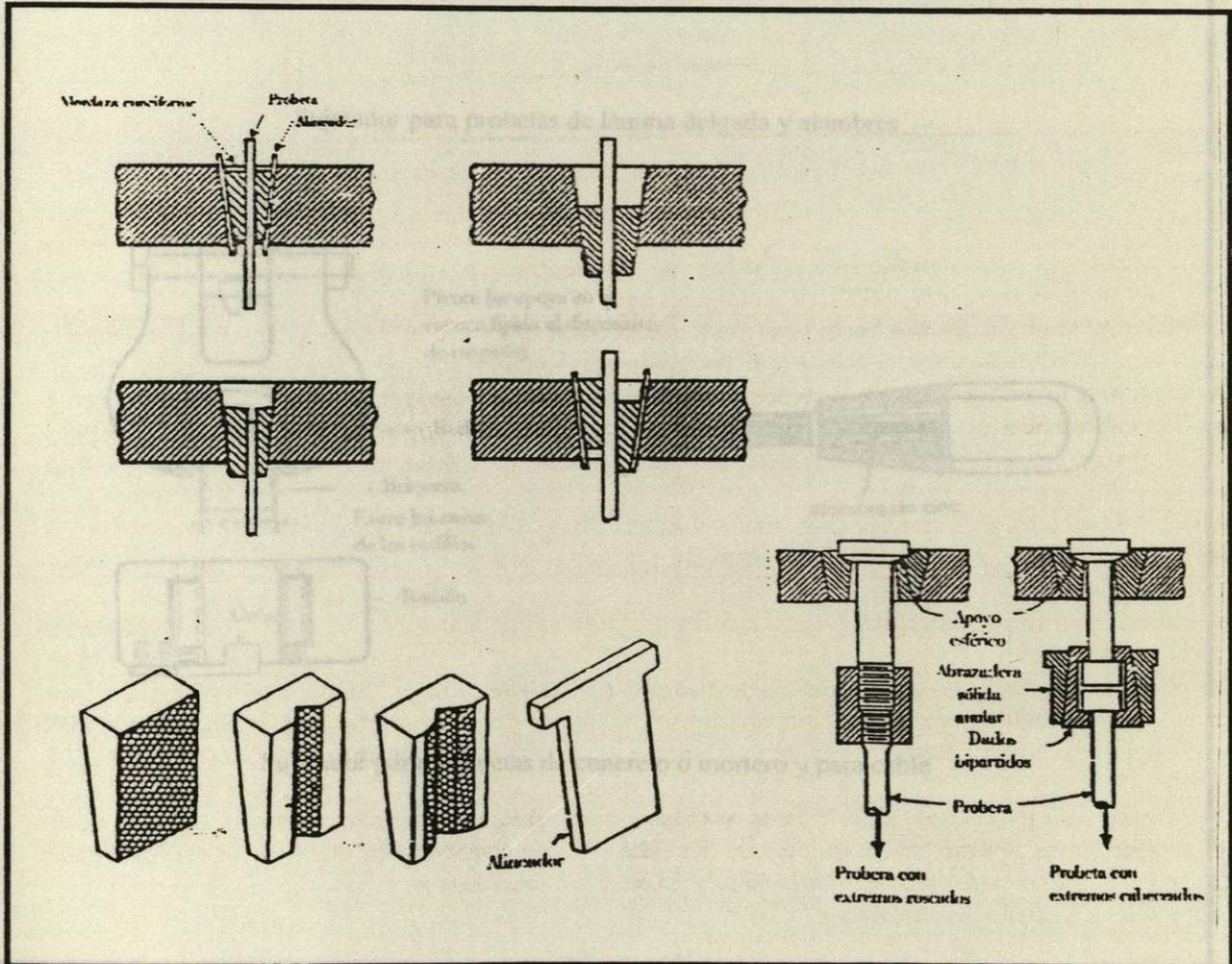
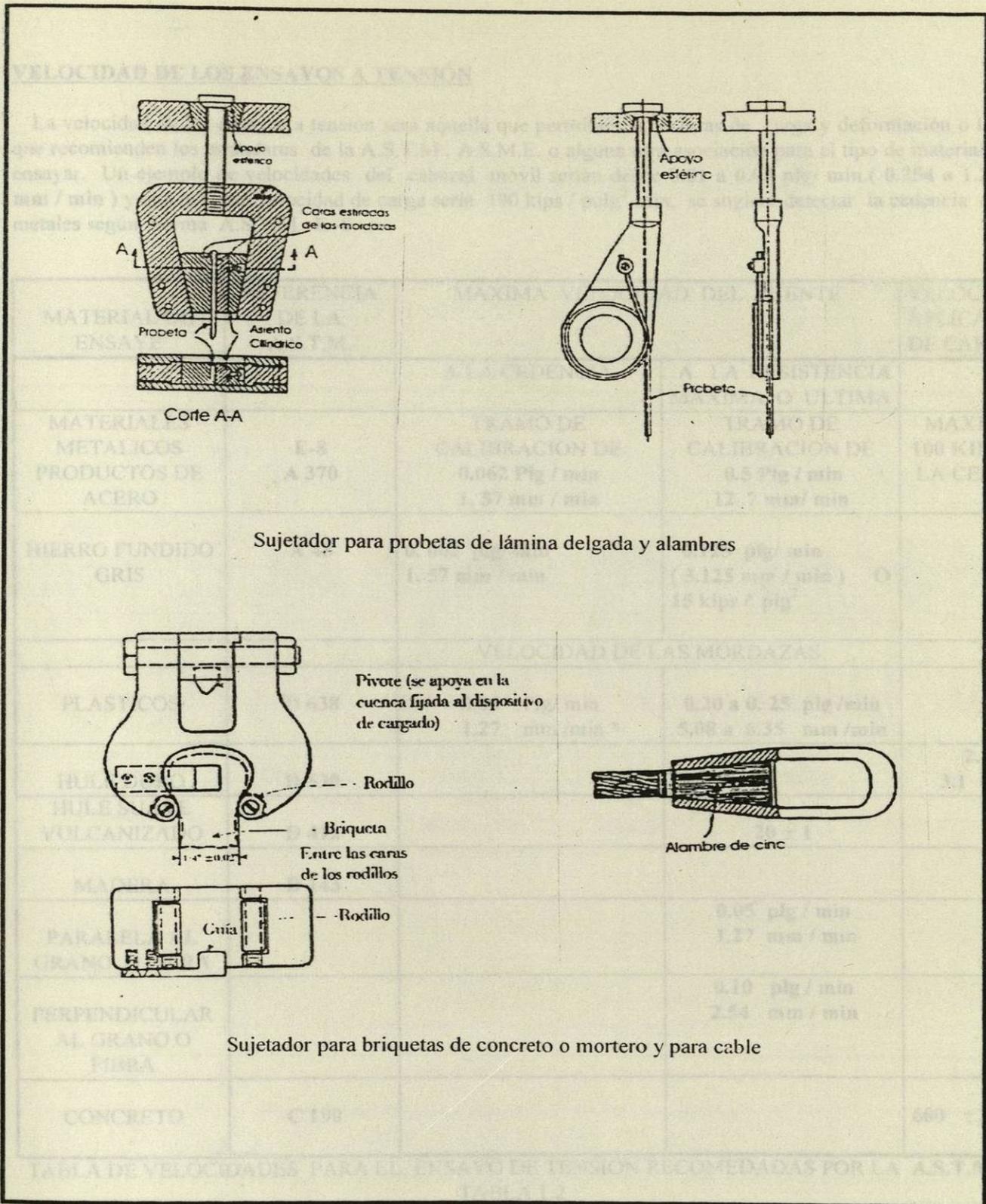


Figura 3.13a Tipos de aditamentos para ensayos de tension



**VELOCIDAD DE LOS ENSAYOS A TENSIÓN**

La velocidad de los ensayos a tensión será aquella que permitan las lecturas de carga y deformación o las que recomienden los estándares de la A.S.T.M., A.S.M.E. 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. ( 0.254 a 1.27 mm / min ) y una máxima velocidad de carga sería 100 kips / pulg<sup>2</sup>-min, se sugiere detectar la cedencia en metales según norma A.S.T.M. E -8.

MATERIAL DE ENSAYE	REFERENCIA DE LA A.S.T.M.	MAXIMA VELOCIDAD DEL PUENTE		VELOCIDA DE APLICACION DE CARGA
		A LA CEDENCIA	A LA RESISTENCIA MAXIMA O ULTIMA	
MATERIALES METALICOS PRODUCTOS DE ACERO	E-8 A 370	TRAMO DE CALIBRACION DE 0.062 Plg / min 1.57 mm / min	TRAMO DE CALIBRACION DE 0.5 Plg / min 12.7 mm / min	MAXIMO DE 100 KIPS/Plg <sup>2</sup> A LA CEDENCIA
HIERRO FUNDIDO GRIS	A 48	0.062 plg/ min 1.57 mm / min	0.125 plg/ min ( 3.125 mm / min ) O 15 kips / plg <sup>2</sup>	
VELOCIDAD DE LAS MORDAZAS				
PLASTICOS	D 638	0.05 Plg/ min 1.27 mm / min *	0.20 a 0.25 plg / min 5.08 a 6.35 mm / min	
HULE DURO	D 530			2.9 a 3.1 lb / seg
HULE SUAVE VULCANIZADO	D 412		20 ± 1	
MADERA	D 143			
PARALELA AL GRANO O FIBRA			0.05 plg / min 1.27 mm / min	
PERPENDICULAR AL GRANO O FIBRA			0.10 plg / min 2.54 mm / min	
CONCRETO	C 190			600 ±25 lb / min

TABLA DE VELOCIDADES PARA EL ENSAYO DE TENSION RECOMEDADAS POR LA A.S.T.M.  
TABLA 1.2

**TEXTURA DE GRANO Y TIPOS DE FRACTURA :**

Las fracturas se pueden clasificar en cuanto a forma, textura y color. Los tipos de fracturas son cono, cráter, 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.3.14 .

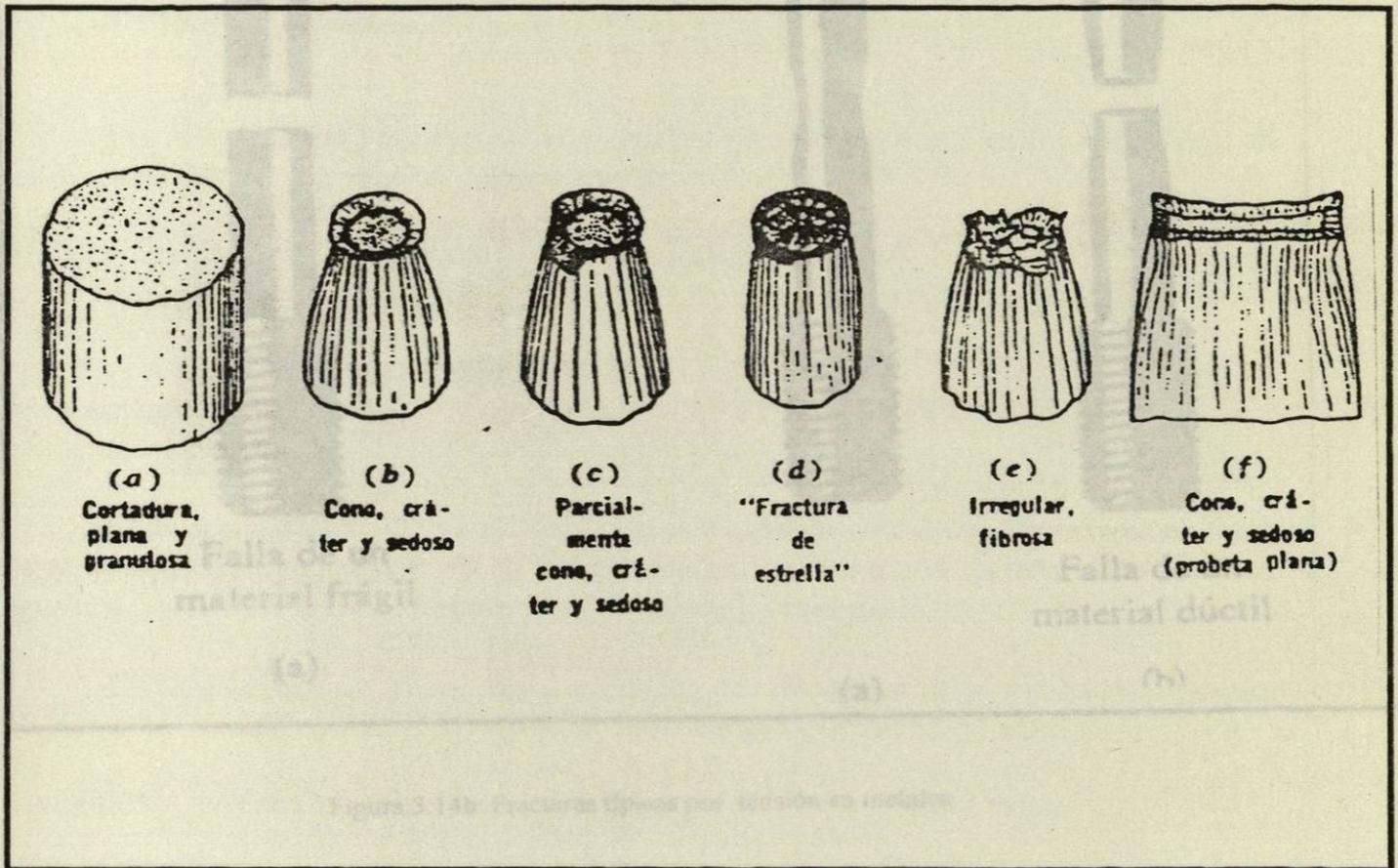
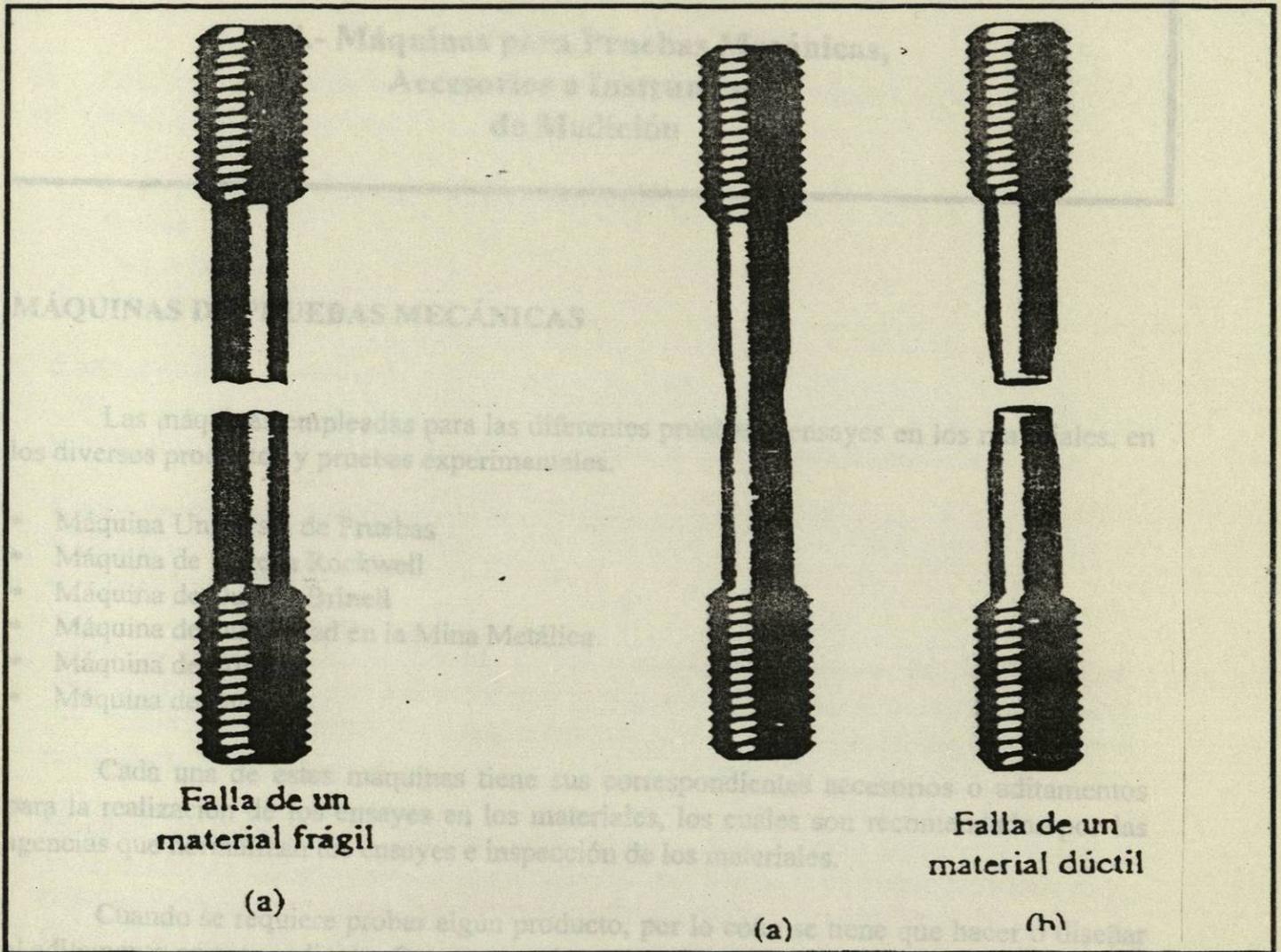


Figura.3.14a Fracturas típicas por tensión en metales.



Enseguida se muestra Figura.3.14b Fracturas típicas por tensión en metales.

SE ANEXAN CATALOGOS RECIENTES DE LAS DIFERENTES.  
EMPRESAS DISTRIBUIDORAS DE EQUIPO DE PRUEBAS MECANICAS

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.

#### **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

### BIBLIOGRAFÍA

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.**
- \* **Extensometro 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 MÉCANICAS 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.

T  
A  
C