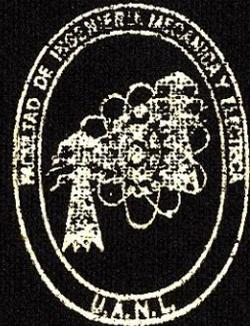


# UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA  
Y ELECTRICA



TRABAJO PARA EXAMEN CON OPCION A TITULO  
DE INGENIERO MECANICO ADMINISTRADOR

PRUEBAS MECANICAS EN LOS MATERIALES

ALEJANDRA CARRILLO LOERA

ASESOR: ING. DANIEL VILLARREAL

SAN NICOLAS DE LOS GARZA, N. L.

ABRIL DE 1996

T

FA410

C372

c.1



1080064342

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA  
Y ELECTRICA



TRABAJO PARA EXAMEN CON OPCION A TITULO  
DE INGENIERO MECANICO ADMINISTRADOR

PRUEBAS MECANICAS EN LOS MATERIALES

ALEJANDRA CARRILLO LOERA

ASESOR: ING. DANIEL VILLARREAL

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

460  
372



Biblioteca Central  
Magna Solidaridad

*F. tesis*



UANL  
FONDO  
TESIS LICENCIATURA

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON**

**FACULTAD DE INGENIERÍA  
MECANICA Y ELECTRICA**

**Trabajo para Examen con Opción a Título  
de Ingeniero Mecánico Administrador**

**PRUEBAS MECANICAS EN LOS MATERIALES**

**Aspirante :  
Alejandra Carrillo Loera**

**Asesor :  
Ing. Daniel Villarreal**

**San Nicolas de los Garza , N.L. Abril de 1996**

## **DEDICATORIA**

**A DIOS :**

Porque su presencia en mi vida y en mi carrera  
me dió la fortaleza y el espíritu para vencer adversidades  
y luchar por mis ideales, que su luz ilumine siempre mi sendero.

**A mis padres :**

**Sr. Ricardo Carrillo Macías  
Sra. Ma. del Socorro Loera de Carrillo**

Que con cariño me animaron y aconsejaron para seguir adelante,  
les doy las gracias porque han estado conmigo en mis triunfos y  
desencantos, también por sus esfuerzos y sacrificios. Aún estoy en  
deuda con ustedes, en mi esfuerzo constante trataré de ofrecerles  
más satisfacciones.

A mis queridos hermanos :

Hoy que se presenta la oportunidad, agradezco a cada uno sus grandes consejos para el cumplimiento de mi anhelo .  
Su apoyo y entusiasmo fueron siempre mi reflejo.

A mis amigos :

A quienes fueron los que hicieros mas llevadera esta larga jornada y de quien siempre tendre los mas hermosos recuerdos , a ellos que son inolvidables.

Al Honorable Jurado

A mis Maestros

A todos y cada uno de ustedes  
por darme lo mejor de su  
conocimiento y esfuerzo.

A ellos reitero mi entero agradecimiento.

# **C O N T E N I D O**

**I. CLASIFICACION DE LOS MATERIALES.**

**II. ESTRUCTURA DE LOS MATERIALES.**

**III. PROPIEDADES Y CARACTERISTICAS MECANICAS EN LOS MATERIALES.**

**IV. MAQUINAS PARA PRUEBAS MECANICAS , ACCESORIOS E INSTRUMENTOS DE MEDICION.**

**V. BIBLIOGRAFIA.**

# I. CLASIFICACION DE LOS MATERIALES

## 1.- FERROSOS :

ACEROS

ORDINARIOS  
ALEADOS

FUNDICIONES

GRISES

NODULAR  
FERRITICO  
PERLITICO

BLANCAS

H. MARTENSITICOS  
ESPECIALES ALEACIONES

## 2.- NO FERROSOS :

COBRE Y SUS ALEACIONES  
ALUMINIO Y SUS ALEACIONES  
NIQUEL , CROMO, ESTANO , ETC.

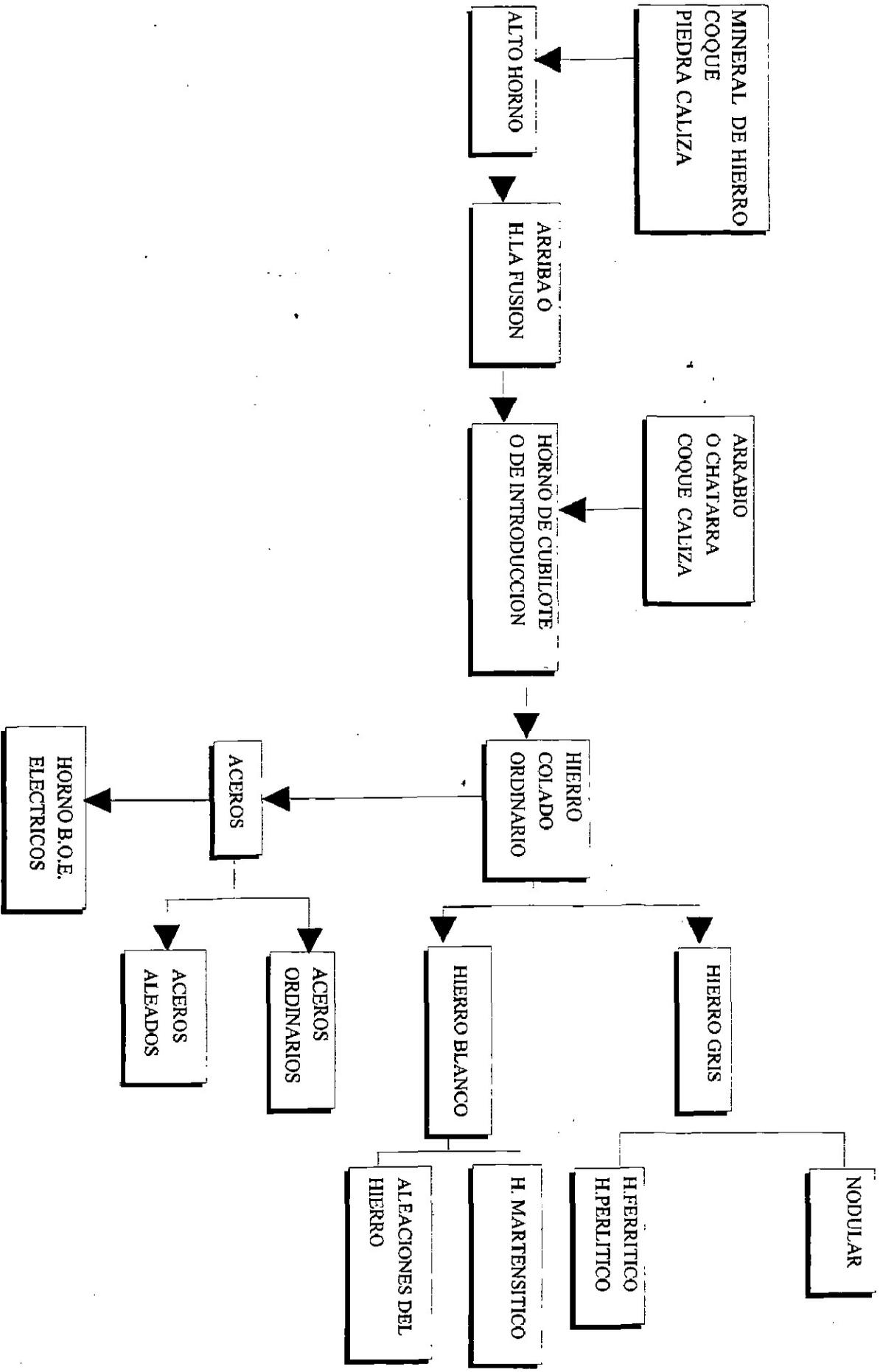
## 3.- ORGANICOS :

MADERA  
POLIMEROS  
ELASTOMEROS

## 4.- INORGANICOS:

FIBRAS COMPUESTAS  
CERAMICOS  
VIDRIOS  
MINERALES

# DIAGRAMA DE OBTENCION DEL HIERRO Y DEL ACERO

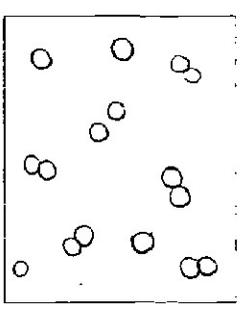


# MECANISMO DE CRISTALIZACION DE LOS METALES

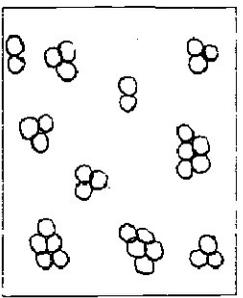
ES EL PROCESO DE TRANSFORMACION DE UN ESTADO LIQUIDO A UNO SOLIDO DESARROLLANDOSE LOS CRISTALES EN FORMA ORDENADA.

TEMPERATURA ALTA

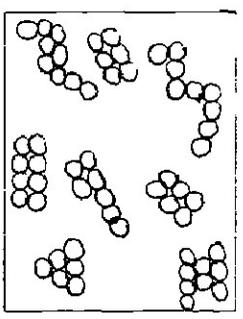
TEMPERATURA NORMAL



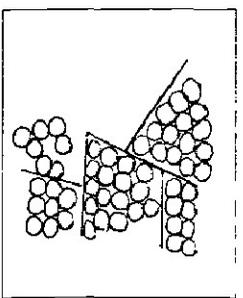
FORMACION DE NUCLEOS DE ATOMOS



FORMACION DE DENDRITAS



CRECIMIENTO DE CRISTALES



FORMACION DE LIMITES DE GRANO

## II. ESTRUCTURA DE LOS MATERIALES.

PARA METALES :

Su estructura esta compuesta de agrupamiento de atomos.

ESTADO DE LOS MATERIALES EN LA OBTENCION DE UN METAL

- Gaseosos
- Liquidos
- Solidos

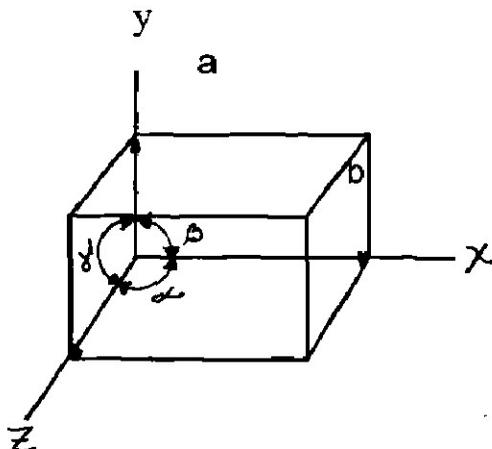
TIPOS DE ENLACES :

- Ionico
- Metalico
- Covalente
- Vander Walls
- Puente de Hidrogeno

RED O ESTRUCTURA CRISTALINA : Agrupacion de atomos en forma ordenada denominadas celdillas especilaes.

CARACTERISTICAS DE LA RED :

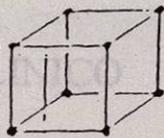
- Sus logitudes (  $a, b, c$  )
- Sus angulos (  $\gamma, \beta, \alpha$  )



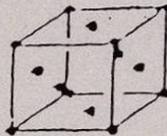
# LOS SISTEMAS CRISTALINOS

## REDES ESPACIALES O TIPOS DE ESTRUCTURAS CRISTALINAS

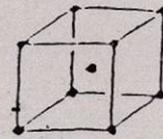
I.- Simple  
2.- De extremos centrados



Cúbica simple



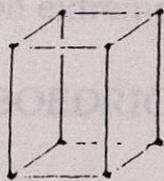
Cúbica centrada en las caras



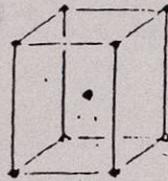
Cúbica centrada en el cuerpo

II.- TRICLINICO

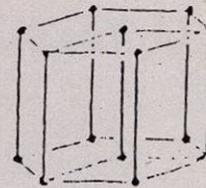
1.- Simple



Tetragonal simple



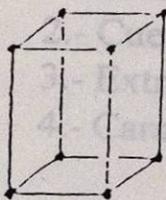
Tetragonal centrada en el cuerpo



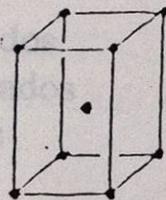
Hexagonal

IV.- ROMBOIDAL

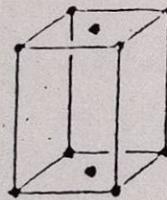
1.- Simple



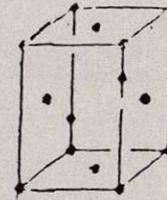
Ortorrómbica simple



Ortorrómbica centrada en el cuerpo



Ortorrómbica centrada en las bases

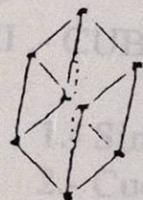


Ortorrómbica centrada en las caras

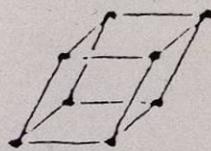
VI.- TETRAGONAL

1.- Simple

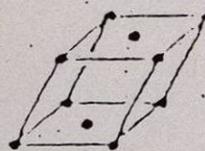
2.- Cuerpos Centrados



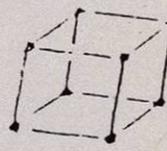
Romboédrica



Monoclínica simple



Monoclínica centrada en las bases



Triclinica

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

# LOS SISTEMAS CRISTALINOS

## I.- MONOCLINICO

- 1.- Simple
- 2.- De extremos centrados

## II.- TRICLINICO

- 1.- Simple

## III.- HEXAGONAL

- 1.- Con extremos centrados

## IV.- ROMBOEDRICO

- 1.- Simple

## V.- ORTORROMBICO

- 1.- Simple
- 2.- Cuerpos centrados
- 3.- Extremos centrados
- 4.- Caras centradas

## VI.- TETRAGONAL

- 1.- Simple
- 2.- Cuerpos Centrados

## VII.- CUBICO

- 1.- Simple
- 2.- Cuerpos Centrados
- 3.- Caras Centradas

## **LOS SISTEMAS CRISTALINOS MAS COMUNES SON :**

- CUBICO
- HEXAGONAL
- TETRAGONAL
- ORTORROMBICO
- ROMBOEDRICO

Nota : Estos sistemas son para los metales.

## **DEFECTOS O IMPERFECCIONES DEL CRISTAL**

- VACANCIAS
- INTERSTICOS
- DISLOCACIONES ( BORDE Y HELICOIDALES )

POLIFORMISMO O ALOTROPIA : ES CUANDO EL MATERIAL SE PRESENTA EN VARIAS FORMAS

## **ESTRUCTURA DE LOS POLIMEROS**

Son macro moléculas orgánicas que a través de un enlace químico forman el monómero ( o unidad monomérica ) el cual se repite millones de veces en cadenas lineales o cruzadas para finalmente construir un polímero.

## **CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS POLIMEROS :**

- Ligeros
- Resistentes a la corrosion
- Aislantes electricos
- Baja resistencia a la tension
- No usados en temperaturas altas
- Muy usuales

## **CLASIFICACION DE LOS POLIMEROS**

### **I.- SEGUN SU MECANISMO DE POLIMERIZACION :**

A ) . POLIMEROS POR ADICION : Son cadenas formadas por enlaces covalentes de las moleculas.

B ) . POLIMEROS POR CONDENSACION : Se producen cuando se unen dos o mas tipos de moleculas mediante una reaccion quimica que libera agua.

### **II. POR SU ESTRUCTURA :**

A ) . POLIMEROS LINEALES : Son cadenas largas de moleculas que son formadas por una reaccion de adiccion o condensacion.

B ) . POLIMEROS DE RED : Son estructuras reticulares tridimensionales . Producidos mediante un proceso de enlaces cruzados que implica una reaccion de adiccion o condensacion.

### **III. SEGUN SU COMPORTAMIENTO :**

A ) . POLIMEROS TERMOPLASTICOS : Son polimeros de estructura lineal que se comportan de manera plastica a elevadas temperaturas y pueden ser conformados a temperaturas.

B ) . POLIMEROS TERMOESTABLES : Son de red o estructura tridimensional reticulado por lo que se consideran rigidos y no se ablanda cuando se calientan. Se forman por reaccion de condensacion . No se pueden reprocesar debido a que parte de las moleculas salen del material.

### **IV . SEGUN SU GRADO DE POLIMERIZACION :**

A ) . HOMOPOLIMEROS ( Un solo tipo )

B ) . COPOLIMEROS ( Dos o mas tipos )

C ) . OLIGOPOLIMEROS ( Pocos monomeros )

D ) . POLIMEROS

### **V . SEGUN SU NATURALEZA :**

A ) . NATURALES ( Lino , Seda , Asbestos , Celulosa )

B ) . ARTIFICIALES O SINTETICOS ( Rayon , Nitrato de Celulosa )

### **VI. SEGUN SU ORIGEN :**

A ) . VEGETALES ( Algodon , Celulosa )

B ) . ANIMALES ( Pelo )

C ) . MINERALES ( Asbesto , Fibra de Vidrio )

## POLIMEROS INORGANICOS :

Son macromoleculas que se construyen de cadenas que no contienen atomos de carbono.

Se clasifican en Naturales y Artificiales.

NATURALES : Asbesto

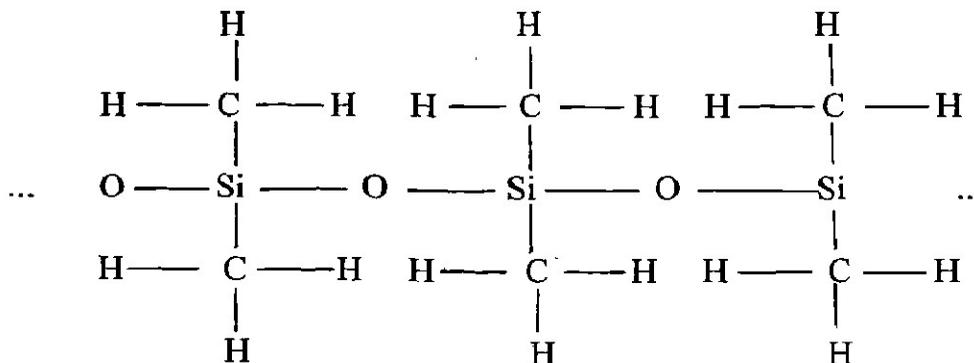
Fibra de Carbon o de Grrafito obtenida por extrusion.

ARTIFICIALES : Fibra de Vidrio

Silicones

## ELASTOMEROS :

Conocidos tambien como Caucho o Hules , es una cadena polimerica que se encuentra enrollada debido al arreglo de los enlaces . Por lo que al aplicarle una fuerza se alarga al desenrollarse las cadenas lineales . Deslizandose unas sobre otras y provocando una combinacion de deformaciones plastica y elastica . Tiene un comportamiento intermedio y la capacidad de deformarse elasticamente en alto grado sin cambiar de forma.



**SILICON**

### **III . PROPIEDADES Y CARACTERISTICAS MECANICAS EN LOS MATERIALES**

**OBJETIVO DE LA PRACTICA** : El objetivo que se busca es el de obtener las característica y propiedades basicas en los materiales .

**TEORIA** : Basandonos en un ensayo elastico de tension y su grafica de comportamiento esfuerzo contra deformacion unitaria , obtendremos las siguientes caracteristicas y propiedades mecanicas basicas en los materiales , como son :

- Resistencia Mecanica
- Ductilidad
- Rigidez
- Resiliencia
- Tenacidad
- Estandares de probetas
- Velocidad del ensayo
- Textura de grano y tipos de fallas.

#### **RESISTENCIA MECANICA :**

Es la oposicion que ofrece el material a traves de su fuerza interna ( molecular ) a la fuerza o carga aplicada.

Esta se mide a traves de :

**1.- LIMITE PROPORCIONAL ( $\sigma_{L.P.}$ )** .- Es el mayor esfuerzo que un material es capaz de desarrollar sin perder la proporcionalidad entre esfuerzo y deformacion , es decir , que representara el ultimo punto en la pendiente de la grafica , cumpliendo con la Ley de Hook.

**2.- LIMITE ELASTICO ( $\sigma_{L.E.}$ )** .- Es el mayor esfuerzo que un material es capaz de desarrollar sin que ocurra la deformacion permanente al retirar el esfuerzo , la determinacion de este limite elastico , no es practico y rara vez se realiza.

**3.- RESISTENCIA A LA CEDENCIA ( $\sigma_{Y.P.}$ )** .- Es el esfuerzo al cual ocurre un aumento de deformacion para cero incremento de esfuerzo .

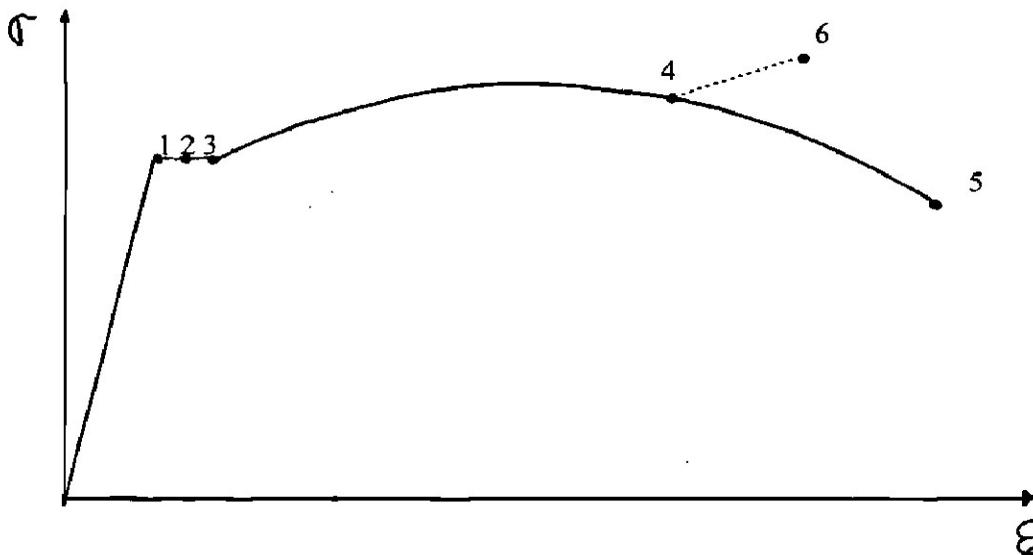
En este punto cede el material a los defectos del cristal ( vacancias , intersticios y dislocaciones ) por lo que provoca el desplazamiento molecular ( deformacion ) sin oponerse a la fuerza aplicada por lo que los incrementos de carga son variables y pequenos los cuales pueden detectarse en las lecturas de carga en la maquina de pruebas para algunos materiales.

**4.- RESISTENCIA MAXIMA ( $\sigma_{Max}$ )** .- Es el esfuerzo maximo que puede desarrollar el material debido a la carga aplicada durante un ensaye hasta la ruptura ( Se observa en la probeta el inicio de la reduccion del area en materiales ductiles ).

**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 caratula o pantalla de la maquina y el area 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 area real que disminuye conforme esta se aplica.

Este esfuerzo es improbable sobre la seccion critica o de falla , ya que el laminado del metal causa el desarrollo de una compleja distribucion de esfuerzos.



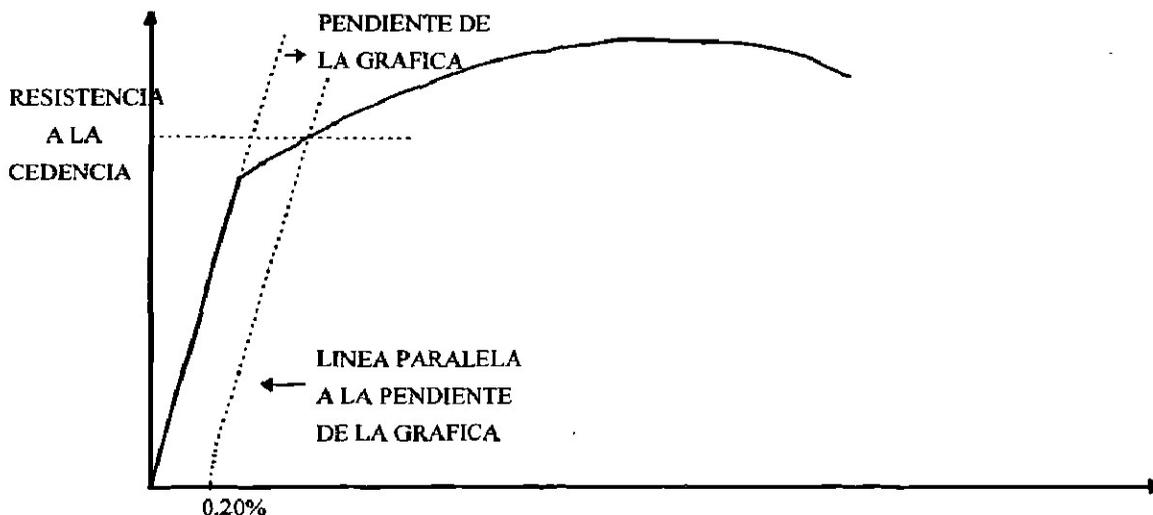
## OBTENCION DEL PUNTO DE CEDENCIA :

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

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

El metodo para determinar el punto de cedencia se le conoce como el metodo " OFFSET " o desplazamiento.

El metodo consiste en trazar una linea o recta paralela a la pendiente de la grafica a partir de un valor de deformacion unitaria de 0.001 , 0.002 , 0.003 in / in . Que representa 0.1 % , 0.2 % , 0.3% de deformacion unitaria. El valor mas usual es el 0.2 % . Ver figura 3.2



**Figura 3.2**

## ZONAS EN LA GRAFICA

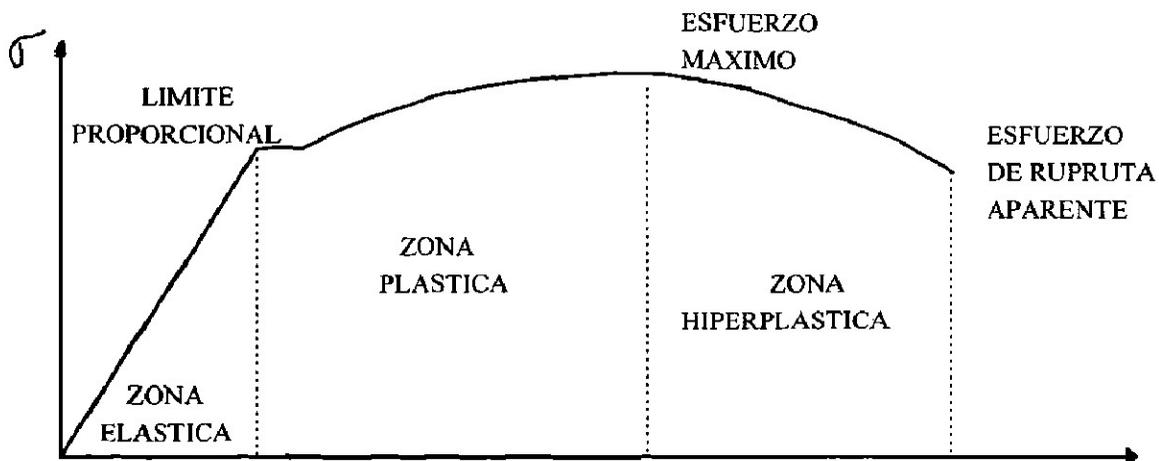
**1.- ZONA ELASTICA** : Se considera desde el origen hasta el punto limite proporcional , se emplea en el diseno de maquinas y estructuras .

**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 diseno 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 microscópica .

Estas propiedades son medidas para ensayos e. de Tensión a través de :

- **% DE ELONGACION** : Se obtiene midiendo la longitud inicial (  $L_o$  ) y la final (  $L_f$  ) de la probeta y luego sustituyéndola en la ecuación :

$$\% \text{ DE ELONGACION} = ( L_f - L_o ) / L_o \times 100$$

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

$$\% \text{ DE REDUCCION DE AREA} = ( A_o - A_f ) / A_o \times 100$$

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:

$$\% \text{ DE AUMENTO DE AREA} = ( A_f - A_o ) / A_o \times 100$$

- **% DE REDUCCION DE LONGITUD** : Se obtiene mediante la longitud inicial y final de la probeta y sustituyendo la ecuación :

$$\% \text{ DE REDUCCION DE LONGITUD} = ( L_o - L_f ) / L_o \times 100$$

Se recomienda que los materiales que tengan un % de elongacion, % de reduccion de area , % de aumento de area , % de reduccion de longitud , mayor del 5 % , para que se consideren ductiles.

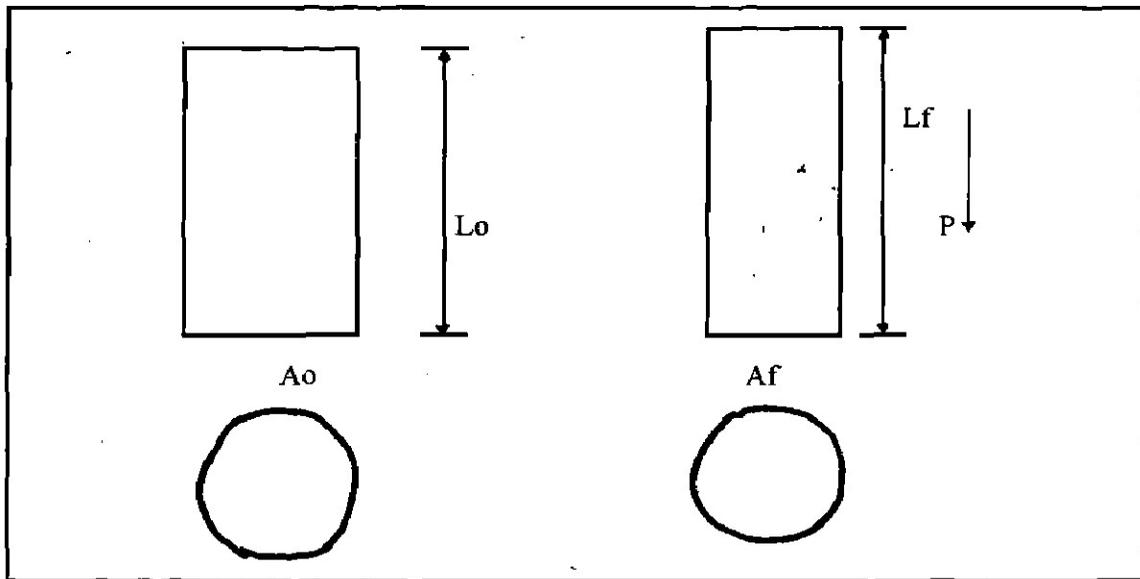


Figura 3.4

**RIGIDEZ** : Es el esfuerzo requerido para producir una deformacion dada. Se mide : a través de la obtencion del modulo de elasticidad para carga axial ( E ) y representa la tangente de la pendiente en la grafica de esfuerzo contra deformacion , este modulo se puede obtener considerando dos puntos sobre la pendiente y realizando un triangulo como se muestra en la figura 3.5

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

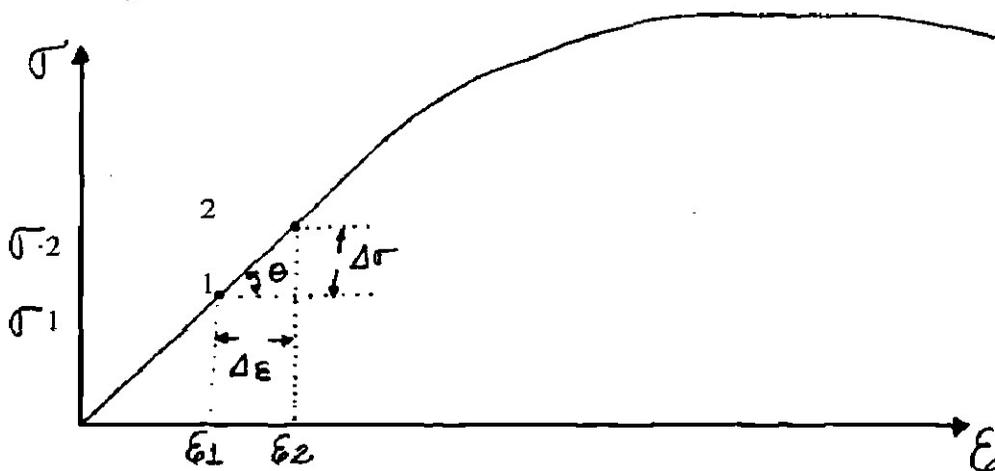


Figura 3.5

MATERIAL #	MODULO ELSTICO ( E )		
	X 10 ( Kg/cm )	( MPa )	10 X / IN )
ACERO ORDINARIO	2.1	200	30
ALUMINIO	0.705	70	10
LATON	0.98	100	11
HIERRO COLADO	1.05	120	11.6
MADERA	0.09	183	1.2
CONCRETO	0.25	500	3.5
PLASTICO	0.56	116	0.8

Valores promedio de modulo de elasticidad de algunos materiales  
TABLA 1.1.

**RESILIENCIA ELASTICA** : 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 modulo de resiliencia ) : Es la energía almacenada por unidad de volumen en el límite elástico proporcional . Y representa el área ( A1 ) bajo la pendiente de la gráfica contra e mostrada en la figura 3.6.

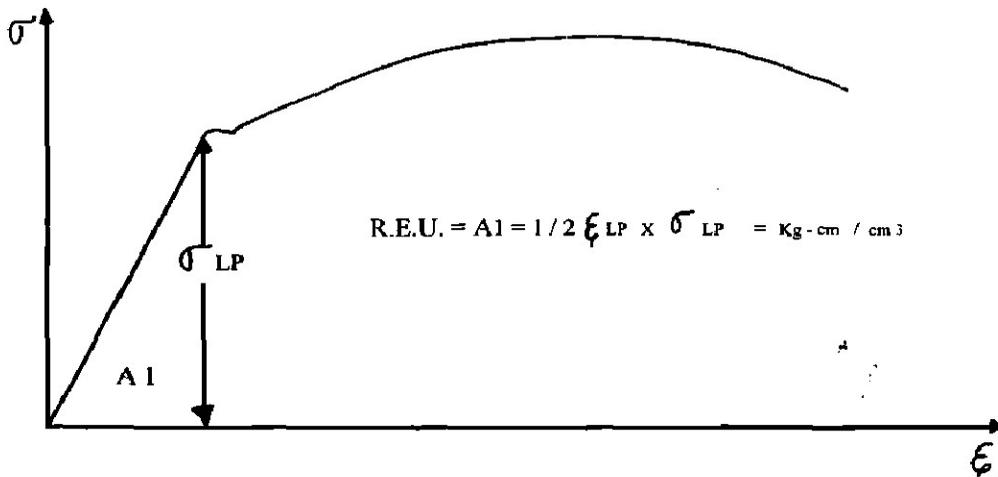
$$R.E.U. = A 1 = \frac{L_P}{2} L_P \text{ ( Kg - cm / cm }^3 \text{ )}$$

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

$$RESILIENCIA ELASTICA TOTAL ( R.E.T. ) = R.E.U. \times V_0$$

$$R.E.U. = \frac{L_P}{2} L_P \times V_0 \text{ ( Kg - cm )}$$

L.P. LIMITE PROPORCIONAL



**Figura 3.6**

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

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

El valor así obtenido será la tenacidad unitaria.

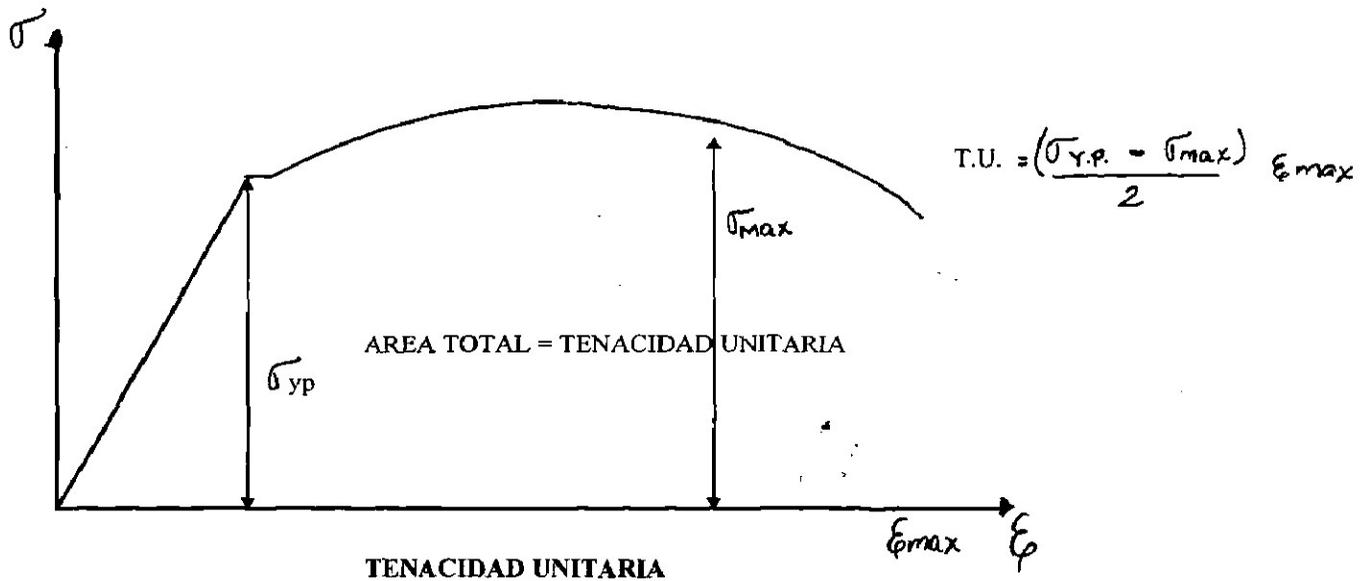
TENACIDAD UNITARIA ( T.U. ) = AREA TOTAL

$$T.U. = (\sigma_{max} - \sigma_{YP}) \epsilon_{max} / 2 \quad (\text{Kg} - \text{cm} / \text{cm}^3)$$

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

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

YP - YIELD POINT : PUNTO DE CEDENCIA



**Figura 3.6 a**

### ESTANDAR DE PROBETAS PARA TENSION :

Las probetas para ensayos de tension se realizan de diferentes formas , la seccion transversal del especimen puede ser redonda, rectangular o irregular segun sea el caso .

Las formas dimensionales d elas probetas depende de las asignaciones que estipule las normas referidad por las agencias de ensaye e inspeccion de los materiales y productos.

La porcion central del tramo recto es de seccion menor que los extremos para provocar que la falla ocurra en una seccion donde los esfuerzos no resulten afectados por los aditamentos de sujecion.

El tramo de calibracion es el marcado segun estandar sobre el cual se miden las lecturas de longitud final y diametro final .Los extremos de las probetas redondas y rectangulares pueden ser simples , cabeceados o roscados, los extremos simples deben ser largos para adaptarse a algun tipo de mordaza cuneiforme o plana.

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. La longitud de la sección reducida depende de la clase de material y de las mediciones que se tomen.

Otros estándares para polimeros o plasticos se encuentran en la signacion de la ASTM D 412 , hasta D 530 , hasta D 638 , para concreto ASTM C 190 para materiales electricos ASTM D 651 , etc .

### **VELOCIDAD DE LOS ENSAYOS A TENSION**

La velocidad de los ensayos a tension seran aquellas que permitan las lecturas de carga y deformacion o las que recomiendan los estándares de la ASTM , ASME o alguna otra asociacion . Para el tipo de material a ensayar, un ejemplo de velocidades del cabezal movil serian desde 0.01 a 0.05 plg / min y una maxima velocidad de carga seria : 100 kips / pulg 2 - min se sugiere detectar la cedencia en metales segun ASTM 8 .

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

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

## **IV . MAQUINAS PARA PRUEBAS MECANICAS ACCESORIOS E INSTRUMENTOS DE MEDICION**

### **MAQUINAS DE PRUEBAS MECANICAS**

Las maquinas empleadas para las diferentes pruebas o ensayos en los materiales, en los diversos productos y pruebas experimentales son :

- MAQUINA UNIVERSAL DE PRUEBAS
- MAQUINA DE DUREZA ROCKWELL
- MAQUINA DE DUREZA BRINELL
- MAQUINA DE DUTILIDAD EN LAMINA METALICA
- MAQUINA DE TORSION
- MAQUINA DE FATIGA

Cada una de estas maquinas tiene sus correspondientes accesorios o aditamentos para la realizacion de los ensayos de los materiales los cuales son recomendados por las agencias que normalizan los ensayos e inspeccion de los materiales .

Cuando se requiere probar algun producto ,por lo comun se tiene que hacer o realizar el aditamento corresponente, o en su caso lo que sugiere la norma del ensaye.

NOTA : Estas maquinas deben de estar en buen estado , calibradas y certificadas para su uso , esto dependera de las recomendaciones que haga el fabricante de las mismas.

## **INSTRUMENTOS DE MEDICION**

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

### **1. CALIBRADOR PARA LECTURAS DE DIMENSIONES LINEALES DE TIPO :**

- VERNIER
- DE CARATULA
- DIGITALES

### **2. CINTA METRICA O FLEXOMETRO .**

**3. CALIBRADOR DE TIPO MICROMETROS :** para la lectura de espesores interiores, ext.

**4. EXTENSIOMETRO :** para la medicion de desplazamientos lineales de:

- CARATULA
- DIGITALES

### **5. INDICADOR DE DEFORMACION (PUENTE DE WHEATSTONE)**

Considerando los Straingages o medidores de deformacion electricos que se pegan o instrumentan en la pieza a probar para determinar la deformacion punto por punto y cualquier direccion que se desea o requiera.

### **6. MEDIDOR DE DEFORMACION ELECTRICA .**

Para colocarlo directamente sobre el material y detectar a traves del graficador o en pantalla del monitor de la microcomputadora si se tiene una maquina programable ( automatizada por medio del software ) el punto de cedencia del material a probar.

## **7. PLANIMETRO**

Para la obtencion de las areas de la grafica de esfuerzo contra deformacion para determinar la resiliencia , tenacidad unitario y pueden ser del tipo :

- MECANICO
- DE CARATULA
- DIGITAL

NOTA : Todos estos instrumentos de medicion deben estar en buen estado , calibrados y certificados para su uso al igual que si tienen caducidad verificar su reposicion ya que influyen en los resultados de las características dimensionales de la pieza o especimen , al igual que en las propiedades y caracteisticas mecanicas del material o producto .

## **BIBLIOGRAFIA**

1. ENSAYE E INSPECCION DE LOS MATERIALES

AUTOR : DAVIS , TROXELL Y WISKOCIL

EDITORIA : H.A.R.L.A.

2. TOMOS DE LA A.S.T.M. PARA METALES Y POLIMEROS

3. LA CIENCIA E INGENIERIA DE LOS MATERIALES

AUTOR : DONALD R. ASKELAND

4. POLIMEROS Y CERAMICOS

MEMORIAS DE SEMINARIO DE POLIMEROS Y CERAMICOS

5. CATALOGOS MANUALES DE OPERACION DE MAQUINAS ,  
ACCESORIOS Y

ADITAMENTOS PARA CADA UNO DE LOS ENSAYES.

FABRICANTE : TINIUS OLSEN Pa . U.S.A.

6. EXPEDIENTE DE PRUEBAS MECANICAS A LA INDUSTRIA PARA  
DIVEROS

MATERIALES Y PRODUCTOS.

REALIZADAS POR :ING. DANIEL RAMIREZ V. A TRAVES DE LOS  
LABORATORIOS

DE PRUEBAS MECANICAS DE LA F.I.M.E. - U.A.N.L. ( DESDE 1974  
A LA FECHA )

7. MATERIALES PARA INGENIERIA

AUTOR : VAN BLACK

