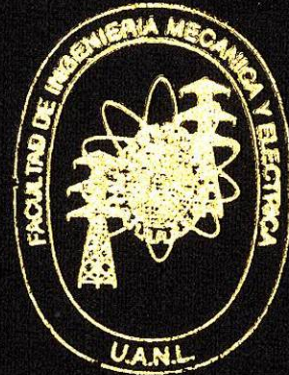
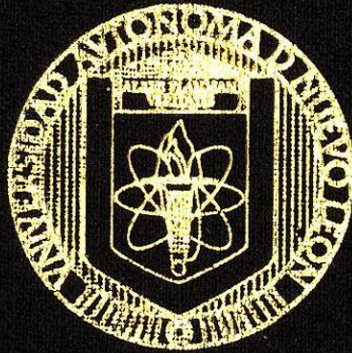


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA



PRUEBAS MECANICAS EN LOS  
MATERIALES

T E S I N A  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO MECANICO METALURGICO

P R E S E N T A  
JOAQUIN ENRIQUE VALDEZ FERNANDEZ

Catedrático: M. EN C. DANIEL RAMIREZ VILLARREAL

CD. UNIVERSITARIA

OCTUBRE, 1997

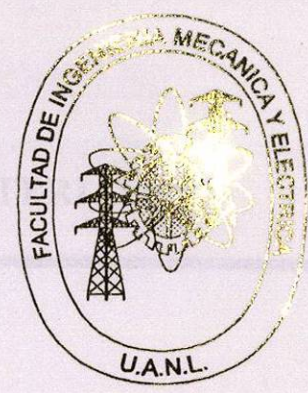
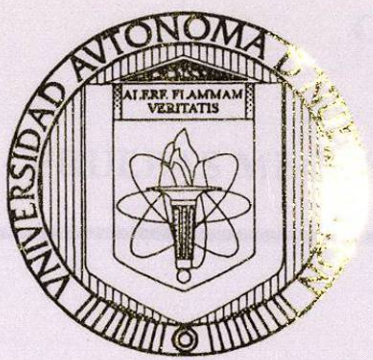
T  
TA410  
V31  
C.1



1080086895



**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON**  
**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA**



**PRUEBAS MECANICAS EN LOS MATERIALES**

**TESINA**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO MECANICO METALURGICO**

**PRESENTA:  
JOAQUIN ENRIQUE VALDEZ FERNANDEZ**

**BIBLI CATEDRATICO: M. EN C. DANIEL RAMIREZ VILLARREAL.**

**CD. UNIVERSITARIA**

**OCTUBRE DE 1997**



✕  
+ A410  
V31



## CURSO-TESIS

### PRUEBAS MECANICAS EN LOS MATERIALES.

INDICE	PAGINA
1.- CLASIFICACION DE LOS MATERIALES	2
2.- ESTRUCTURA DE LOS MATERIALES :	5
⇒ METALES	
⇒ POLIMEROS	
3.- PROPIEDADES Y CARACTERISTICAS MECANICAS BASICAS.	16
4.- MAQUINAS, ACCESORIOS, ADITAMENTOS E INSTRUMENTOS DE MEDICION.	30
5.- REALIZACION DE LOS ENSAYES ESTATICOS DE TENSION, COMPRESION, CORTE DIRECTO, FLEXION, DUREZA Y DUCTILIDAD.	50
ANEXOS:	
TABLAS ,GRAFICAS , MONGRAMAS, DE CARACTERISTICAS Y PROPIEDADES MECANICAS DE LOS MATERIALES.	
BIBLIOGRAFIA	51

## 1.-CLASIFICACION DE LOS MATERIALES

### 1.- FERROSOS:

ACEROS :            ORDINARIOS  
                      ALEADOS

FUNDICIONES:    GRISES            NODULAR  
  FERRITICO  
  PERLITICO

BLANCAS:        H. MARTENSITICOS

ALEACIONES ESPECIALES

2.- NO-FERROSOS:    COBRE Y SUS ALEACIONES  
                                  ALUMINIO Y SUS ALEACIONES  
                                  NIQUEL,CROMO,ESTAÑO,ETC,

3.- ORGANICOS:      MADERA  
                                  POLIMEROS  
                                  ELASTOMEROS

4.- INORGANICOS:    FIBRAS COMPUESTAS  
                                  CERAMICOS  
                                  VIDRIOS  
                                  MINERALES



# DIAGRAMA DE OBTENCION DEL HIERRO Y EL ACERO

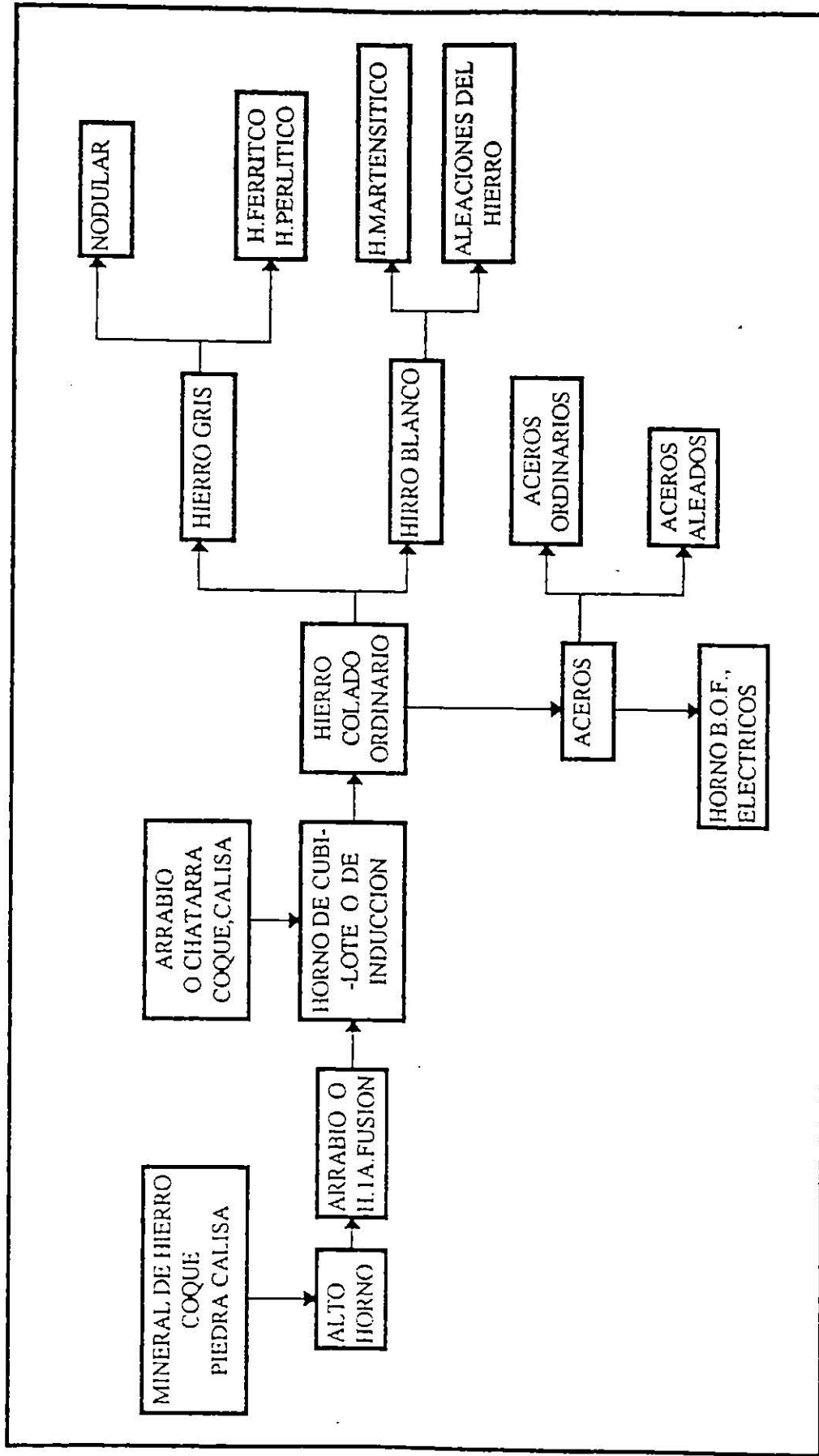


Fig 1-1 Diagrama de obtención del hierro y acero

MECANISMOS DE CRISTALIZACION EN LOS METALES

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

TEMP. ALTA

TEMP. NORMAL

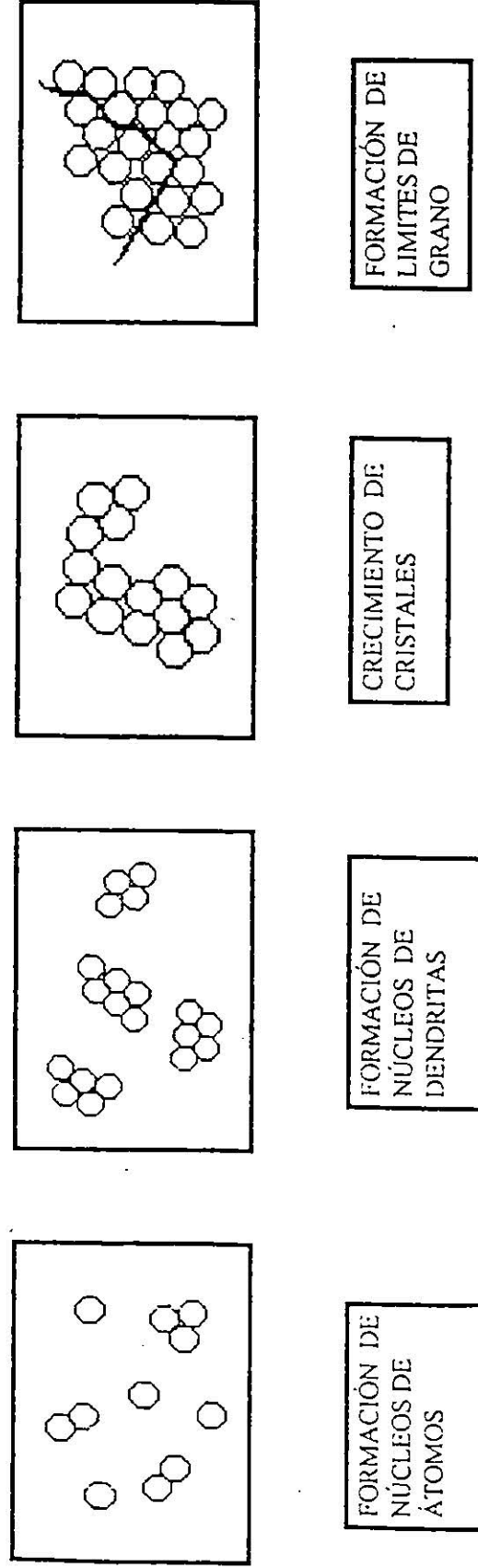


Fig. 1-2 Mecanismo de Cristalización

## 2.-ESTRUCTURA DE LOS MATERIALES.

PARA METALES : SU ESTRUCTURA ESTA COMPUESTA POR AGRUPAMIENTO DE ATOMOS EN TRES DIMENSIONES.

ESTADOS DE LA MATERIA 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 ESPACIALES.

CARACTERISTICAS DE LA RED :

- ♦ SUS LONGITUDES
- ♦ SUS ANGULOS

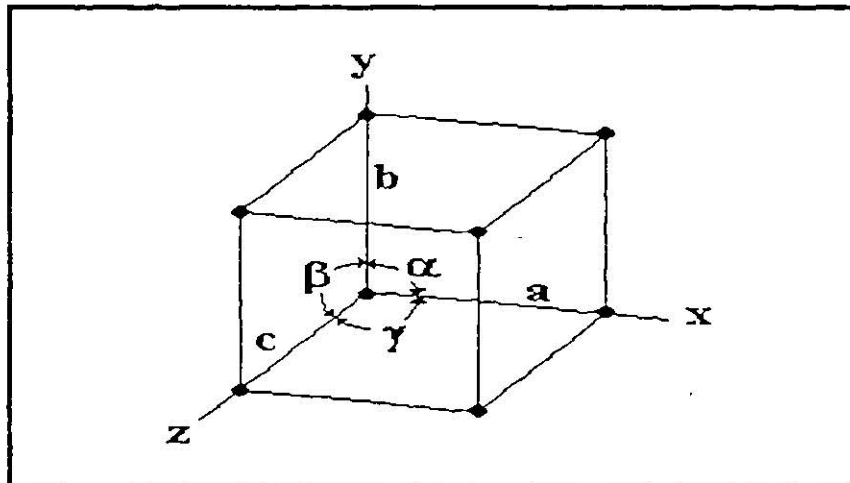


Fig. 2-1 Red Espacial.

## LOS SIETE SISTEMAS CRISTALINOS

- 1.- MONOCLINICO
  - a) SIMPLE
  - b) DE EXTREMOS CENTRADOS
- 2.- TRICLINICO
  - c) SIMPLE
- 3.- HEXAGONAL
  - d) CON EXTREMOS CENTRADOS
- 4.- ROMBOHEDRICO
  - e) SIMPLE
- 5.- ORTORROMBICO
  - f) SIMPLE
  - g) CUERPO CENTRADO
  - h) EXTREMOS CENTRADOS
  - i) CARAS CENTRADAS
- 6.- TETRAGONAL
  - j) SIMPLE
  - k) CUERPO CENTRADO
- 7.- CUBICO
  - l) SIMPLE
  - m) CUERPOS CENTRADOS
  - n) CARAS CENTRADAS

## LOS SISTEMAS DE CRISTALIZACION MAS COMUNES SON :

- ⇒ CUBICO \*
- ⇒ HEXAGONAL \*
- ⇒ TETRAGONAL
- ⇒ ORTORROMBICO
- ⇒ ROMBOEDRICO

\* EN METALES

## DEFECTOS O IMPERFECCIONES DEL CRISTAL

- ⇒ VACANCIAS
- ⇒ INTERSTICIOS
- ⇒ DISLOCACIONES ( BORDE Y HELICOIDALES)

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

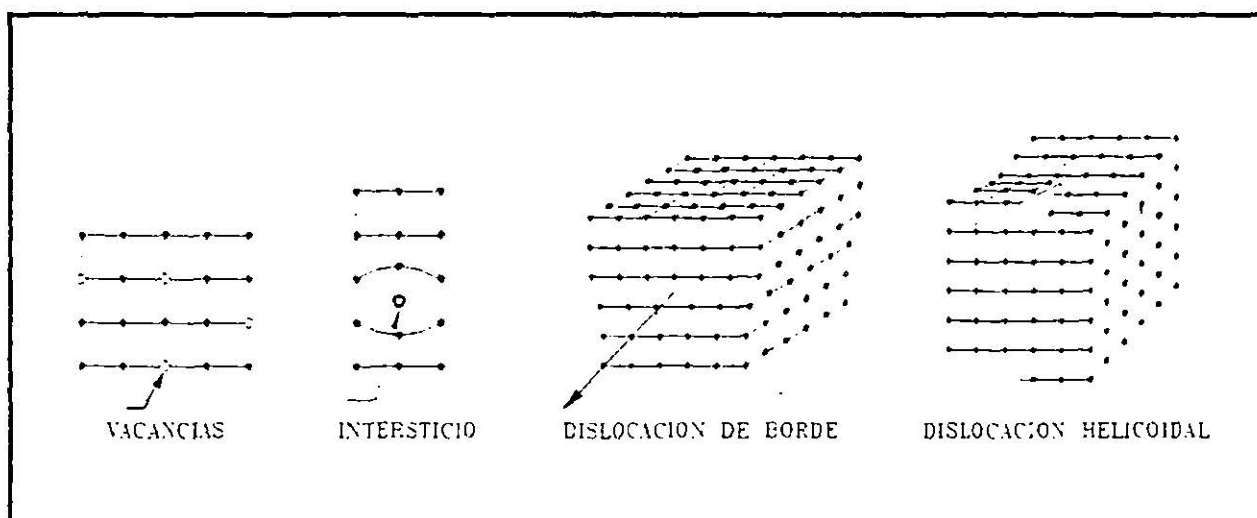


Fig. 2-2 Defecto o Imperfecciones del cristal

**REDES ESPACIALES O TIPOS DE ESTRUCTURAS CRISTALINAS**

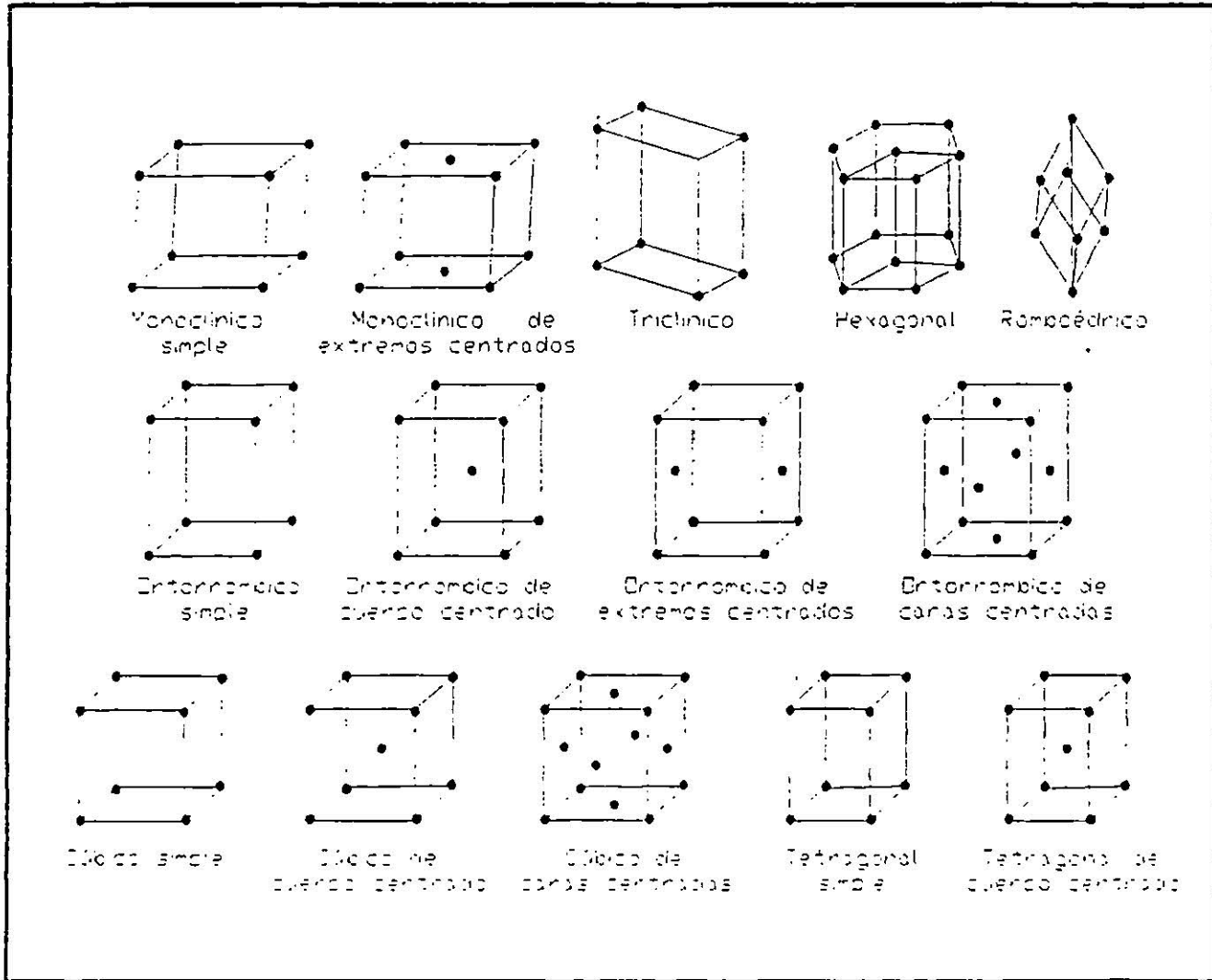


Fig. 2-3 Tipos de redes espaciales.

**ESTRUCTURA DE LOS POLIMEROS**

SON MACROMOLECULAS ORGANICAS QUE A TRAVES DE UN ENLACE QUIMICO FORMAN EL MONOMERO (O UNIDAD MONOMERICA) EL CUAL SE REPETIRA MILLONES DE VECES EN CADENAS LINEALES O CRUZADAS PARA FINALMENTE CONSTITUIR UN POLIMERO

EJEMPLO :

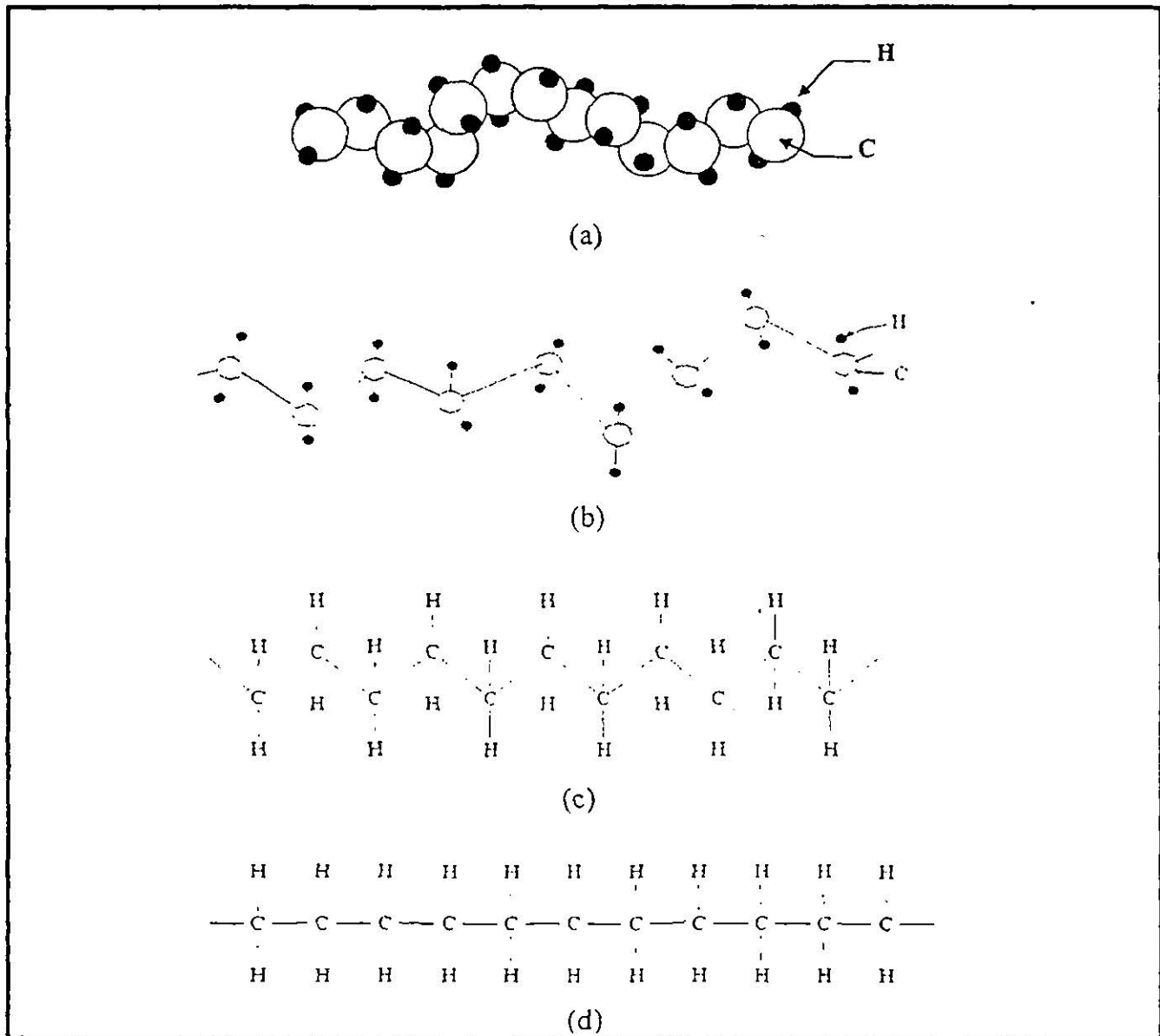


FIG. 2-4 Cuatro formas de representar la estructura del polietileno. (a) Modelo sólido tridimensional, (b) modelo "espacial" tridimensional, (c) modelo bidimensional que muestra la forma de la cadena polimérica, y (d) modelo bidimensional simple.

**CARACTERISTICAS GENERALES:**

LIGEROS  
RESISTENTES A LA CORROSION  
AISLANTES ELECTRICOS  
BAJA RESISTENCIA A LA TENSION  
NO USADOS EN TEMPERATURAS ALTAS.  
MUY USUAL.

**CLASIFICACION DE LOS POLIMEROS:****• SEGUN SU MECANISMO DE POLIMERIZACION :**

**POLIMEROS POR ADICION:** SON CADENAS FORMADAS POR ENLACE COVALENTE DE LAS MOLECULAS.

**POLIMEROS POR CONDENSACION:** SE PRODUCEN CUANDO SE UNEN DOS O MAS TIPOS DE MOLECULAS MEDIANTE UNA REACCION QUIMICA QUE LIBERA AGUA.

**• SEGUN SU ESTRUCTURA :**

**POLIMEROS LINEALES :** SON CADENAS LARGAS DE MOLECULAS QUE SON FORMADAS POR UNA REACCION DE ADICION O CONDENSACION.

**POLIMEROS DE RED :** SON ESTRUCTURAS RETICULARES TRIDIMENSIONAL PRODUCIDAS MEDIANTE UN PROCESO DE ENLACES CRUZADOS QUE IMPLICA UNA REACCION DE ADICION O CONDENSACION.



- **SEGUN SU COMPORTAMIENTO:**

**POLIMEROS TERMOPLASTICOS :** SON POLIMEROS DE ESTRUCTURA LINEAL. QUE SE COMPORTAN DE MANERA PLASTICA A ELEVADAS TEMPERATURAS Y PUEDEN SER CONFORMADOS A TEMPERATURAS. ELEVADAS , ENFRIADOS Y LUEGO RECALENTADOS Y CONFORMADOS.

**POLIMEROS TERMOESTABLES O TERMOFIJOS:** SON DE RED O ESTRUCTURA TRIDIMENSIONAL RETICULADO POR LO QUE SE CONSIDERAN RIGIDOS Y NO SE ABLANDAN CUANDO SE CALIENTAN. SE FORMAN POR REACCION DE CONDENSACION NO SE PUEDEN REPROCESAR DEBIDO A QUE PARTE DE LAS MOLECULAS SALEN DEL MATERIAL.

- **SEGUN SU GRADO DE POLIMERIZACION :**

- ⇒ HOMOPOLIMEROS( UN SOLO TIPO)
- ⇒ COPOLIMEROS(DOS O MAS TIPOS)
- ⇒ OLIGOPOLIMEROS(POCOS MONOMEROS)
- ⇒ POLIMEROS.

- **SEGUN SU NATURALEZA :**

- ⇒ NATURALES ( LINO , SEDA ASBESTOS, CELULOSA )
- ⇒ ARTIFICIALES O SINTETICOS ( RAYON NITRATO DE CELULOSA).
- ⇒ SEGUN SU ORIGEN :
- ⇒ VEGETALES(ALGODON,CELULOSA ETC.,)
- ⇒ ANIMALES(PELOS)
- ⇒ MINERALES(ASBESTOS,FIBRA DE VIDRIO).

**POLIMEROS INORGANICOS :**

SON MACROMOLECULAS QUE SE CONSTITUYEN DE CADENAS QUE NO CONTIENEN ATOMOS DE CARBONO.

SE CLASIFICAN EN NATURALES Y ARTIFICIALES.:

**NATURALES :** ASBESTOS  
FIBRAS DE CARBONO O DE GRAFITO OBTENIDAS POR EXTRUSION.

**ARTIFICIALES :** FIBRA DE VIDRIO  
SILICONES.

**ELASTOMEROS**

**ELASTOMERO.**(CAUCHO O HULES) ES UNA CADENA POLIMERICA QUE SE ENCUENTRA ENROLLADA DEBIDO AL ARREGLO CIS DE LOS ENLACES. POR LO QUE AL APLICARSE UNA FUERZA SE ALARGA AL DESEENROLLARSE LAS CADENAS LINEALES. DESLIZÁNDOSE UNAS SOBRE OTRAS Y PROVOCANDO UNA COMBINACION DE DEFORMACION PLASTICA Y ELASTICA. TIENEN UN COMPORTAMIENTO INTERMEDIO Y LA CAPACIDAD DE DEFORMARSE ELASTICAMENTE EN ALTO GRADO SIN CAMBIAR DE FORMA.



**TABLA 2-1 UNIDADES REPETITIVAS Y PROPIEDADES DE ALGUNOS ELASTOMEROS (Continuación)**

Polímero	Estructura	Resistencia a la tensión (psi)	Elongación (%)	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )
Butadieno-estireno (caucho BS o SBR)	$\left[ \begin{array}{cccc} \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \\   &   &   &   \\ \text{---C} & \text{---C} & \text{=C} & \text{---C} \\   & &   &   \\ \text{H} & & \text{H} & \text{H} \end{array} \right]_n \text{---} \left[ \begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\   &   \\ \text{---C} & \text{---C} \text{---} \\   &   \\ \text{H} & \text{C}_6\text{H}_5 \end{array} \right]$	600-3000	600-2000	1.00
Butadieno-acrilonitrilo	$\left[ \begin{array}{cccc} \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \\   &   &   &   \\ \text{---C} & \text{---C} & \text{=C} & \text{---C} \\   & &   &   \\ \text{H} & & \text{H} & \text{H} \end{array} \right]_n \text{---} \left[ \begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\   &   \\ \text{---C} & \text{---C} \text{---} \\   &   \\ \text{H} & \text{C} \equiv \text{N} \end{array} \right]$	700	400	1.00
Silicón	$\text{---O---} \begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H-C-H} \\   \\ \text{Si} \\   \\ \text{H-C-H} \\   \\ \text{H} \end{array} \text{---O---} \begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H-C-H} \\   \\ \text{Si} \\   \\ \text{H-C-H} \\   \\ \text{H} \end{array} \text{---O---} \begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H-C-H} \\   \\ \text{Si} \\   \\ \text{H-C-H} \\   \\ \text{H} \end{array} \text{---}$	350-1000	100-700	1.50

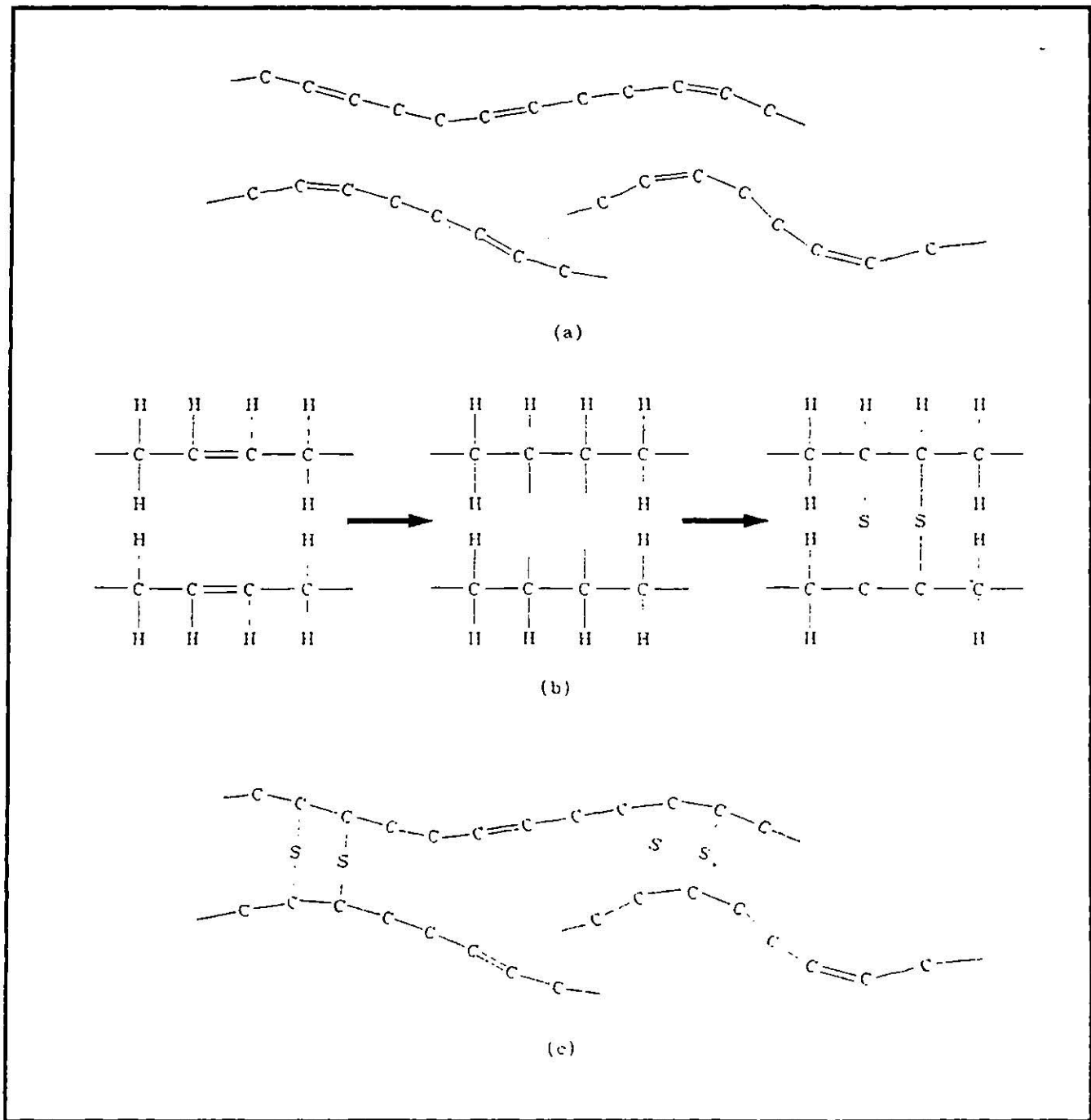


Fig. 2-5 Cadenas individuales de elastomeros (a) unidas por átomos de azufre (b) para producir el caucho (o hule) con ligaduras cruzadas (c).

### 3.-PROPIEDADES Y CARACTERISTICAS MECÁNICAS EN LOS MATERIALES.

La obtención de las características y propiedades mecánicas básicas en los materiales se basa en un ensayo estático de tensión y su gráfica de comportamiento Esfuerzo vs. Deformación unitaria, siendo las mas representativas las siguientes:

⇒ - RESISTENCIA MECANICA

⇒ - DUCTILIDAD

⇒ - RIGIDEZ

⇒ - RESILIENCIA

⇒ - TENACIDAD

⇒ - ESTANDARES DE PROBETAS

⇒ - VELOCIDAD DEL ENSAYO

⇒ - TEXTURA DE GRANO Y TIPOS DE FALLAS.

RESISTENCIA MECANICA : 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.- LIMITE 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 representara el último punto en la pendiente de la gráfica, cumpliendo con la ley de hooke .

2.- LIMITE ELASTICO ( $\sigma_{L.E.}$ ) : 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 son variables y pequeños los cuales pueden detectarse en las lecturas de carga en la máquina de pruebas para algunos materiales.

**4.- RESISTENCIA MAXIMA ( $\sigma_{max.}$ ):** Es el esfuerzo máximo 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 reducción de área en mtl. 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 caratula 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 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.

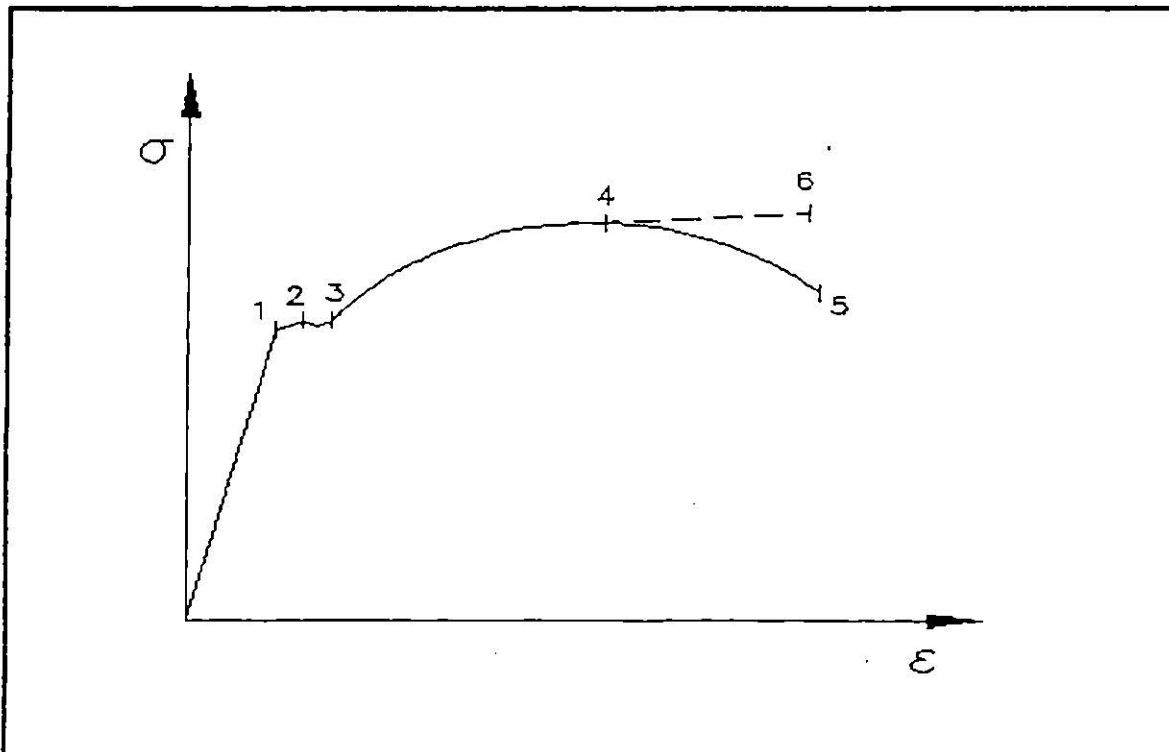


Figura 3.1 Gráfica Esfuerzo vs. Deformación unitaria

### OBTENCION 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 en la maq. 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 representara 0.1%, 0.2%, 0.3% de deformación unitaria. El valor más usual es el 0.2% ver figura 3.2.

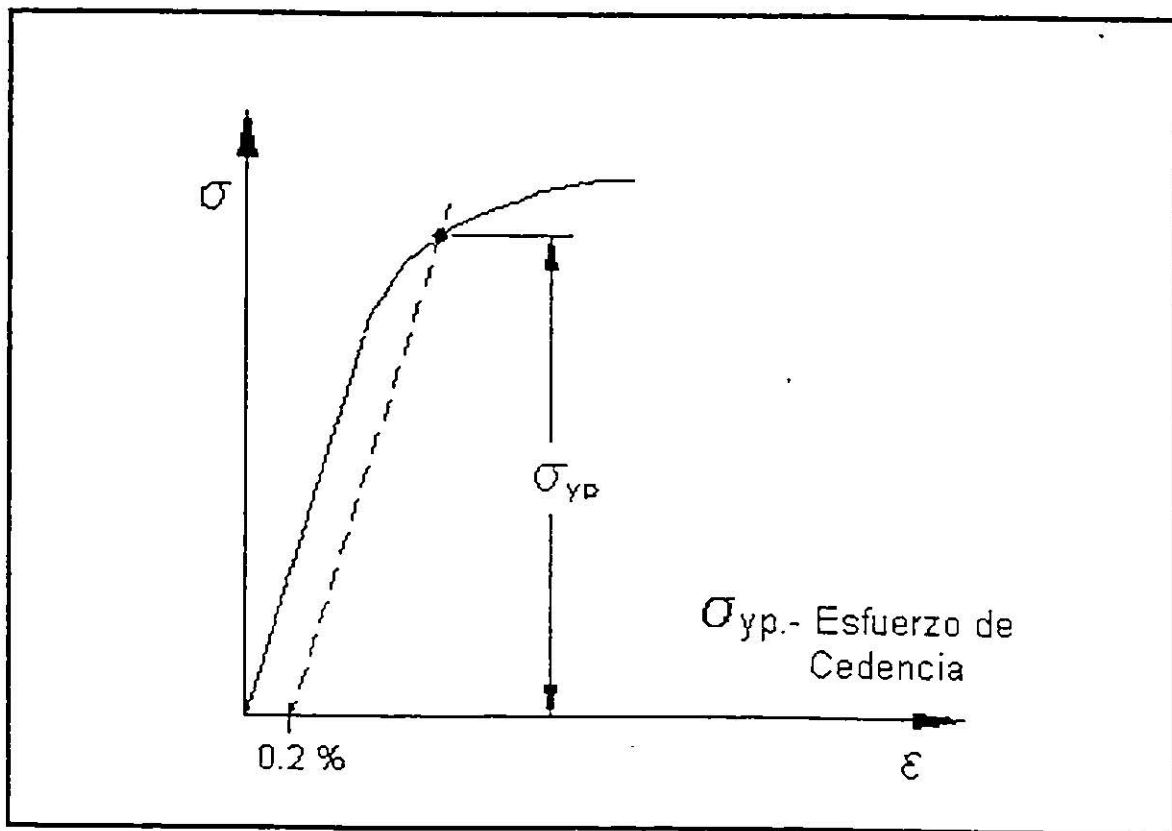


Figura 3.2 Método Offset para la obtención del punto de cedencia



## ZONAS EN LA GRAFICA

1.- **ZONA ELASTICA** : Se considera desde el origen hasta el punto límite proporcional .  
Se emplea en el diseño de elementos de máquinas y estructuras.

2.- **ZONA PLASTICA** : 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 HIPERPLASTICA** : 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 ( e. cinética o potencial ).

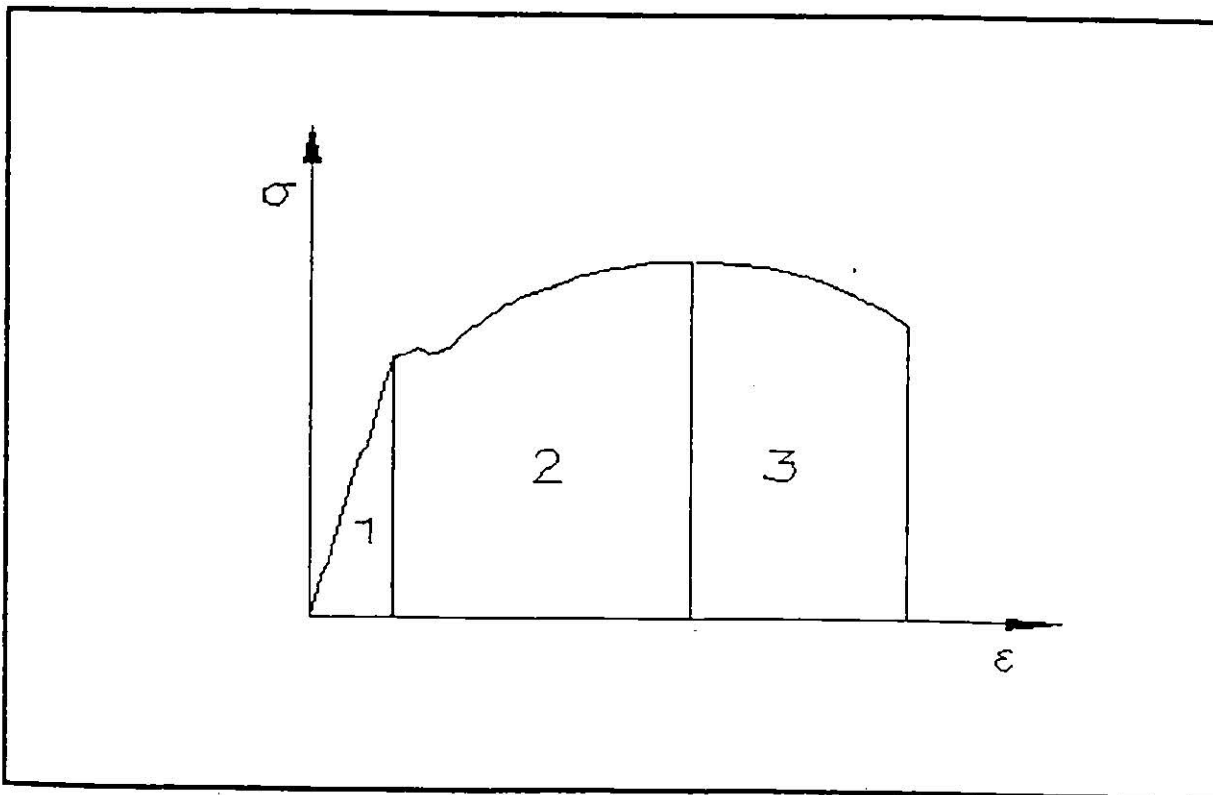


Figura 3.3 Zona en la gráfica Esfuerzo vs. Deformación unitaria

**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 estático de **Tensión** a través de :

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

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

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

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

Para el ensayo de **Compresión** a través de :

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

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

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

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

Se recomienda en los metales 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. Para otros materiales se consultaría las normas de la A.S.T.M.

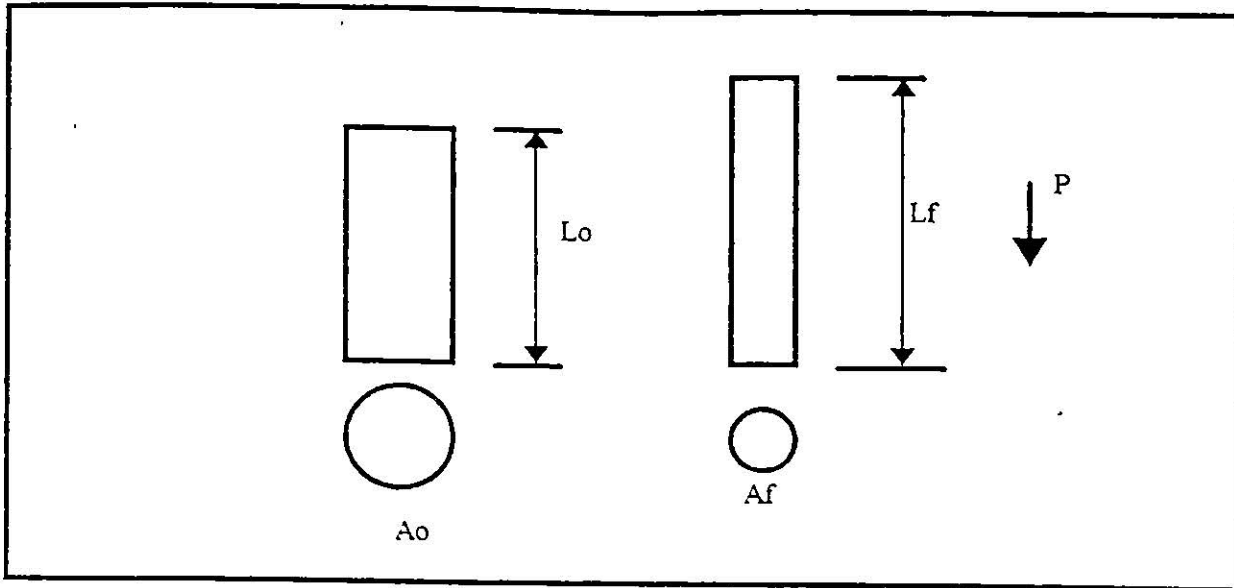


Figura 3.4 Dimensiones iniciales y finales en un ensayo de tensión

**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.

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

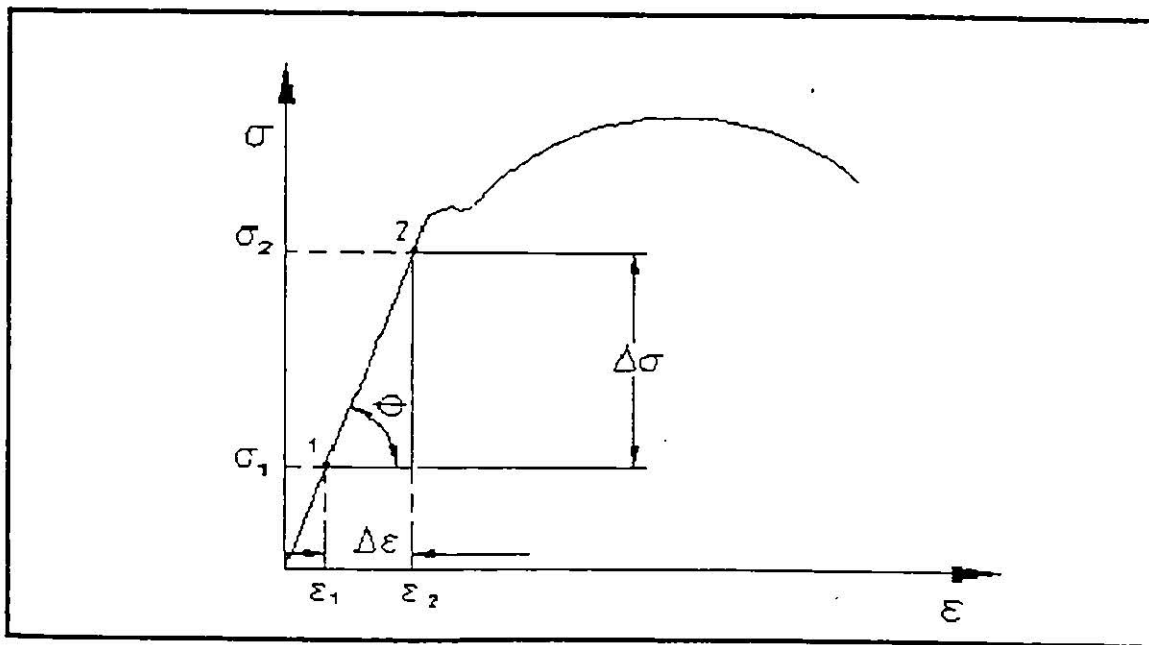


Figura 3.5 Obtención de la rigidez

MATERIAL	MODULO ELASTICO ( E )			
	#	$10^6$ ( kg. / cm <sup>2</sup> )	( GPa )	$10^6$ ( Lb / IN <sup>2</sup> )
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 mtl.

TABLA 3.1

**RESILIENCIA ELASTICA** : Es la propiedad que tiene 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 elástico o proporcional y representa el área (A1) bajo la pendiente de la gráfica  $\sigma$  vs.  $\epsilon$  mostrada en la figura 3.6.

$$R.E.U. = A1 = 1/2 (\sigma_{LP} \times \epsilon_{LP}) \quad (\text{Kg. -cm.} / \text{cm}^3.)$$

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

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

$$R.E.U. = \{ 1/2 (\sigma_{LP} \times \epsilon_{LP}) \} \times V_0 \quad (\text{Kg-cm})$$

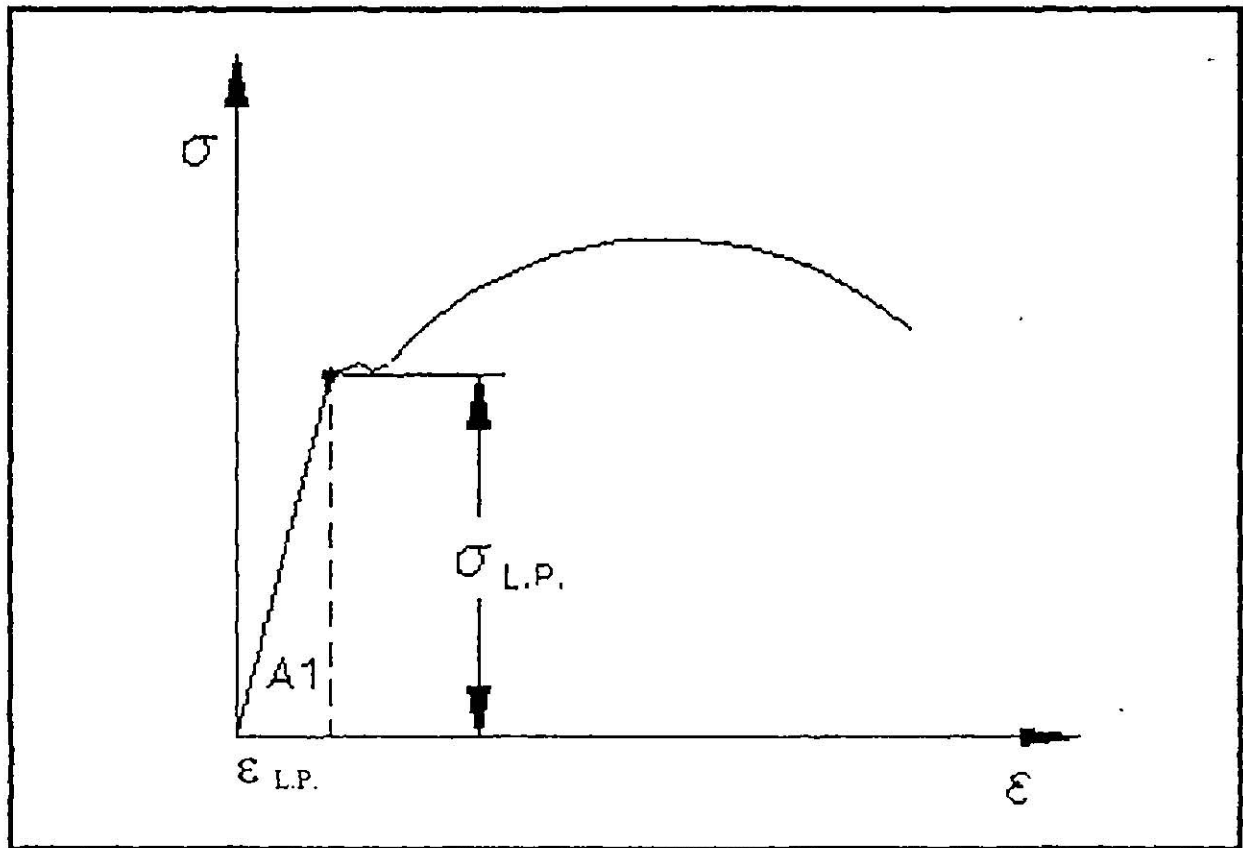


figura 3.6 Obtención de la resiliencia

**TENACIDAD :** Es la propiedad que tienen los materiales de absorber energía hasta el punto de ruptura ( 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 sumaras, o con el planimetro, 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. Ver figura 3.6a.

**TENACIDAD UNITARIA (T.U.) = AREA TOTAL**

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

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

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

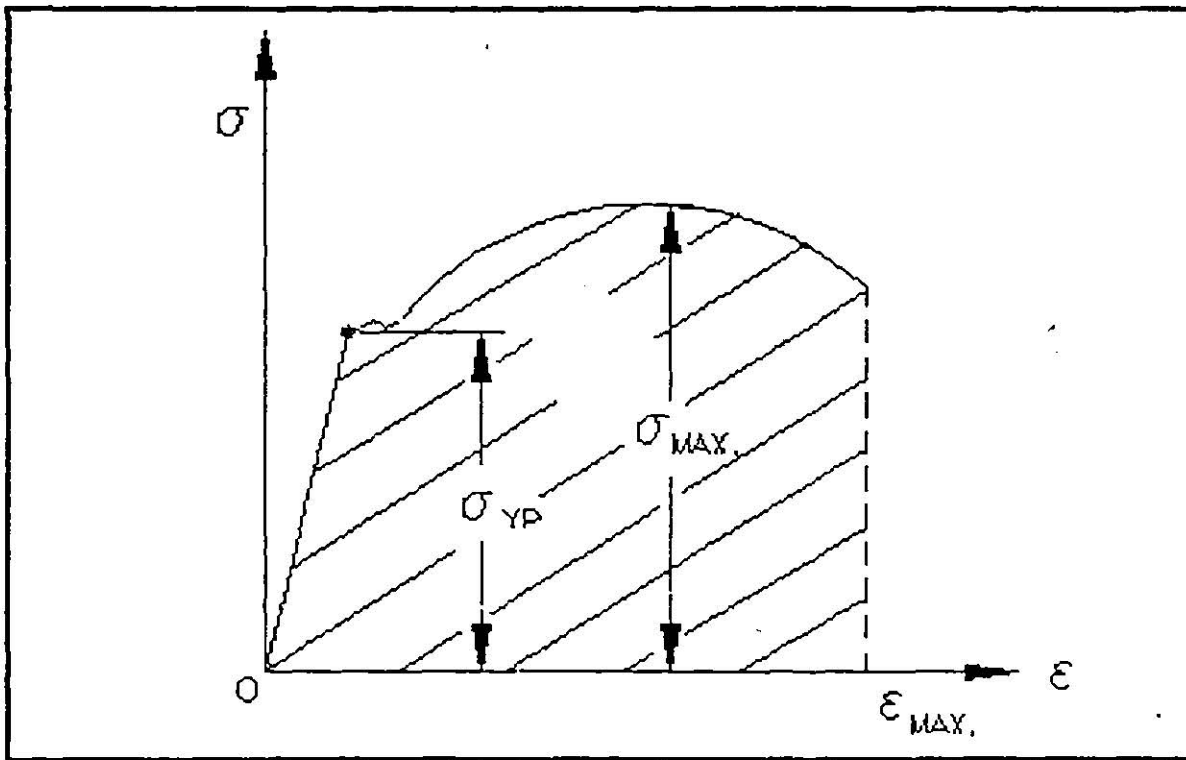


Figura 3.6a Obtención de la Tenacidad

### ESTÁNDAR 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 las probetas depende de las asignaciones que estipule las normas referidas por las agencias de ensaye e inspección en los materiales y productos.

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 3.7.

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, cabeceados o roscados. los extremos simples deben ser largos para adaptarse algún tipo de mordaza cuneiforme o plana; ver figura 3.7.

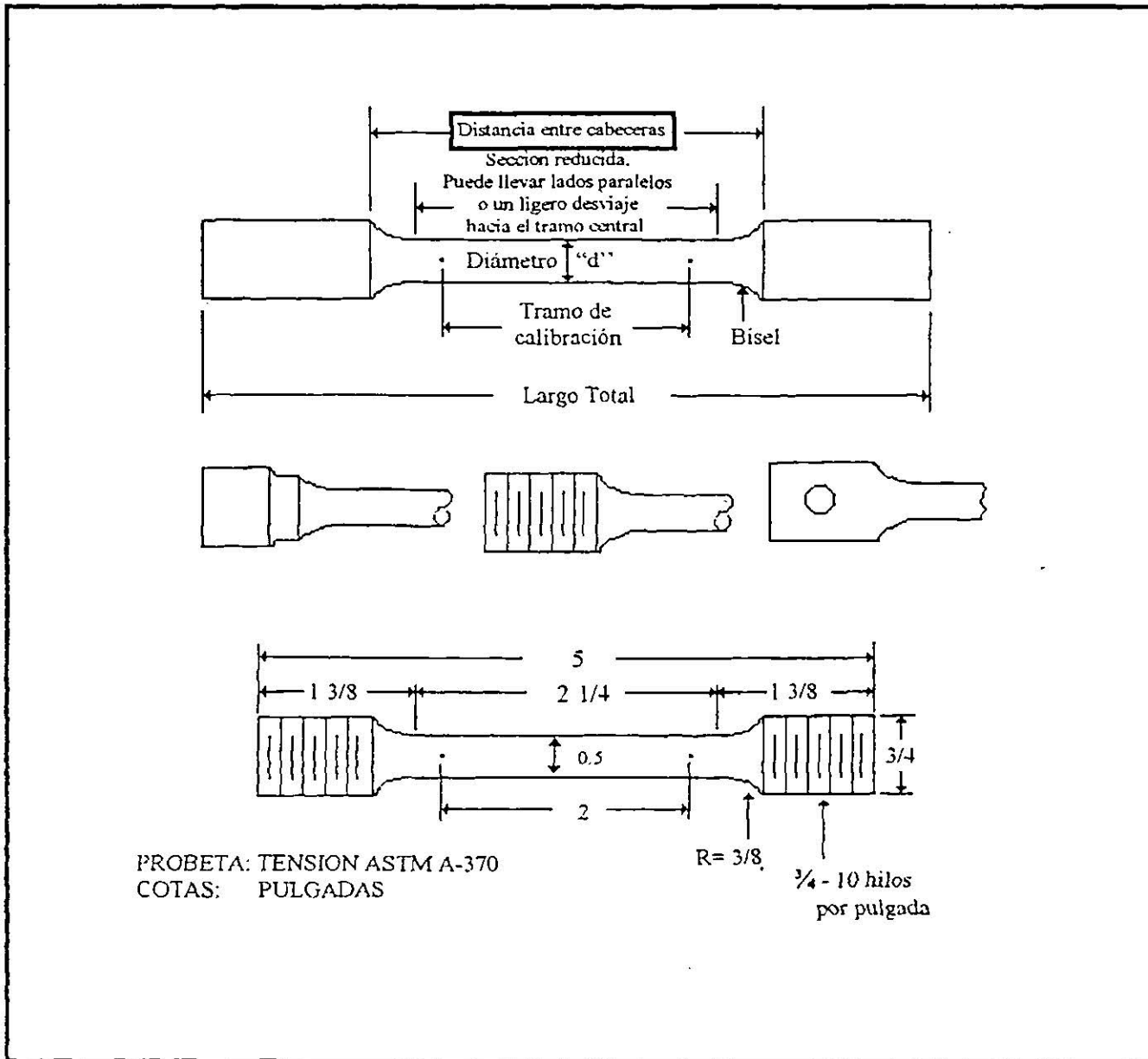


Figura 3.7 Tipos de extremos para probetas de tensión

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.

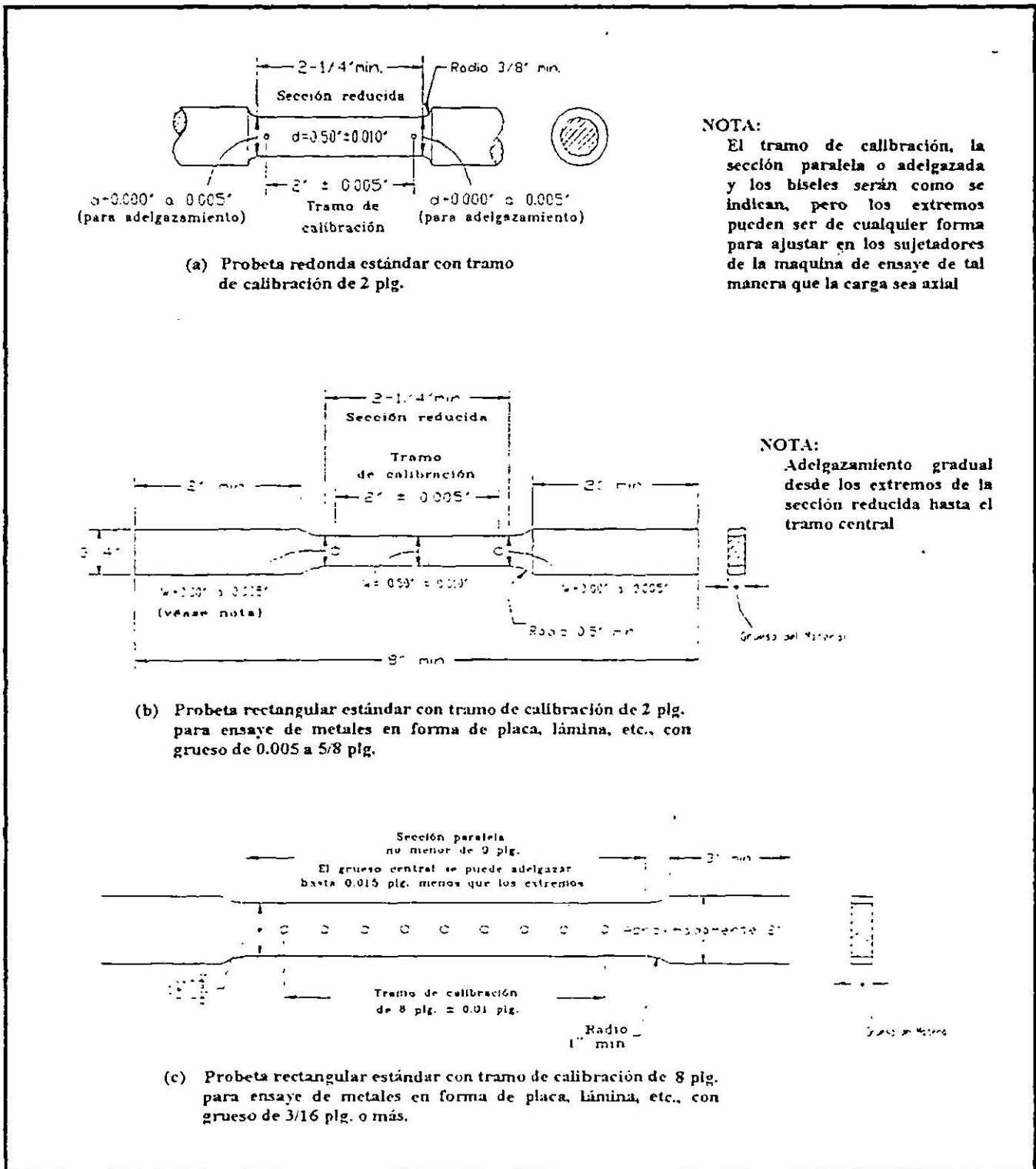


Figura 3.10 Estándar A.S.T.M. E-8, A 370 para ensayos estáticos de tensión en metales dúctiles



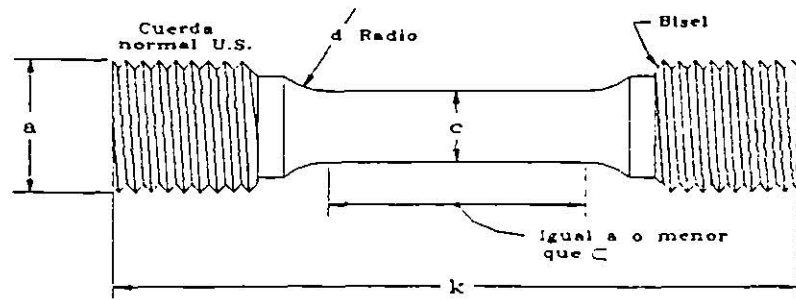


TABLA DE DIMENSIONES DE PROBETAS, EN PULGADAS.

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 3.11 Estándar para Hierro fundido A.S.T.M. E-8, A 48

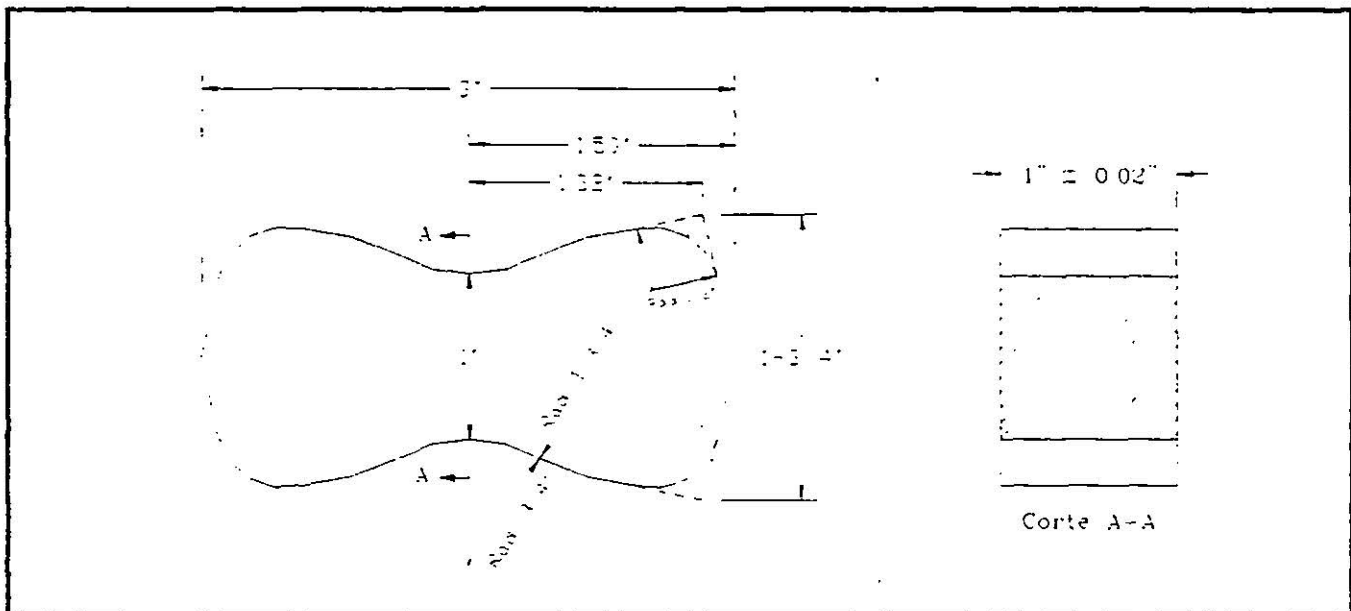


Figura 3.12 Estándar A.S.T.M. C150, C190, para concreto y cemento portland

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 LOS ENSAYOS A TENSION

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 de 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. Los tipos de fracturas mas comunes son cono - cráter, parcialmente cono y 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 fig. 3.13.

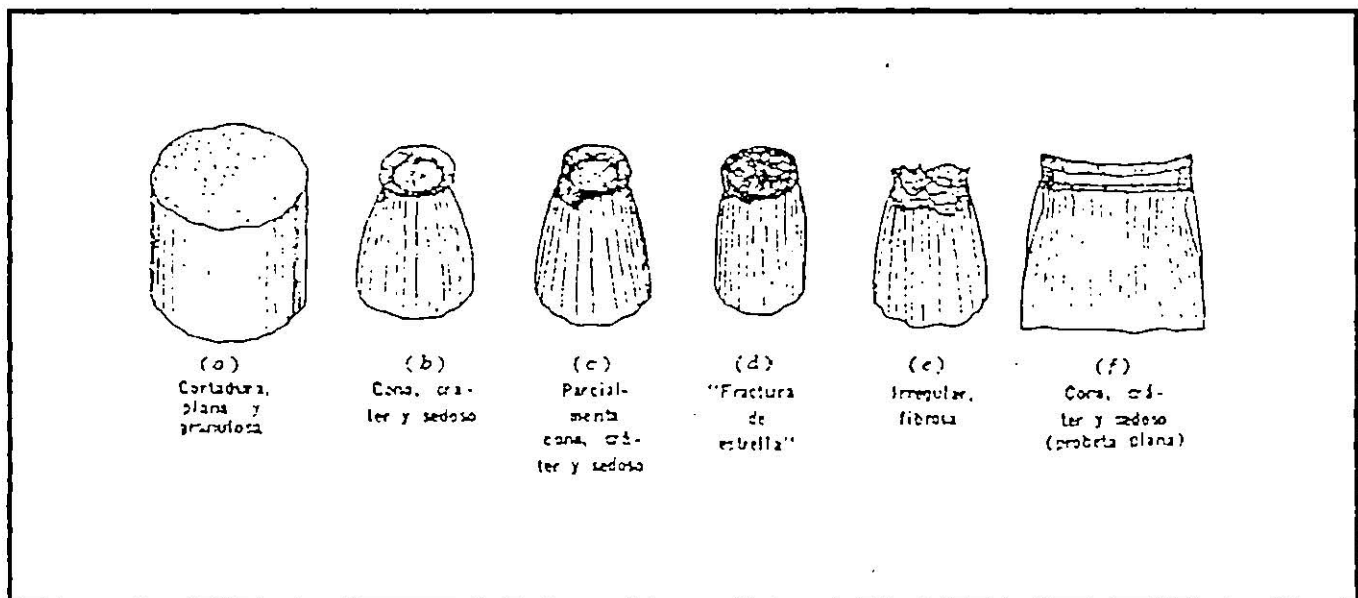


Figura 3.13 Fracturas típicas por tensión en metales.

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

**MAQUINAS DE PRUEBAS MECANICAS**

Las máquinas 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 DUCTILIDAD EN LAMINA METALICA.
- ✦ MAQUINA DE TORSION.
- ✦ MAQUINA DE FATIGA.

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

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 ensaye.

## MAQUINA UNIVERSAL DE PRUEBAS MECANICAS

**INTRODUCCION:** Las máquinas universales se emplean para realizar las diferentes pruebas mecánicas como son: las de tensión, compresión, corte, flexión, dureza, etc.

Las pruebas mecánicas se pueden clasificar de acuerdo a su aplicación de la siguiente manera:

- En materiales.
- En productos.
- Experimentales.

La finalidad de efectuar las pruebas o ensayos es la de determinar las características y propiedades mecánicas en los materiales, en productos o prototipos de algún elemento que se pretenda diseñar. Enseguida se describirá las partes principales de la maquina universal de pruebas:

- 1.- **UNIDAD DE CARGA:** Llamada también marco de carga, es en la cual se coloca la pieza a ensayar y a través de ella se aplica la carga de la misma.
- 2.- **UNIDAD DE POTENCIA:** Esta unidad tiene como función mandar el aceite hacia el pistón de carga para que se mueva, tiene además sus válvulas de seguridad y control de flujo.
- 3.- **UNIDAD DE CONTROL:** A través de esta unidad se controlan los parámetros del ensayo como son la carga, desplazamiento del pistón de carga, el % de deformación, velocidad del ensayo y otras funciones.
- 4.- **UNIDAD DE COMPUTO:** En ella se puede programar el ensayo que se desee realizar ya sea de tensión, compresión, etc. y la característica es de que se haría en forma automática, obteniéndose el reporte de los resultados y gráfica en la pantalla e impresora, almacenándose los mismos, en un tiempo corto.

**DESCRIPCION DE LAS PARTES DE LA MAQUINA UNIVERSAL DE PRUEBAS**

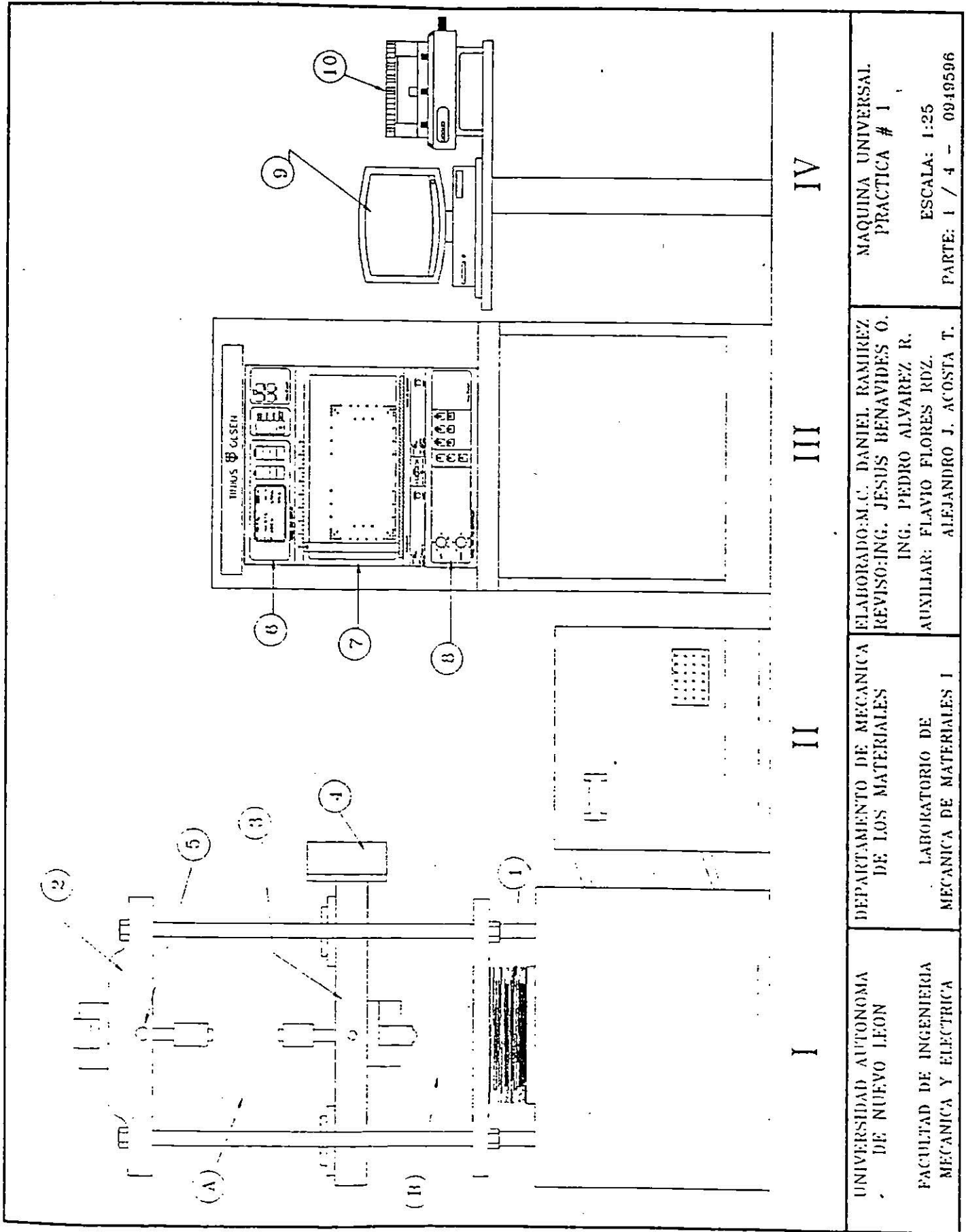
- ♣ SECCION I            ZONA DE PRUEBA.
- ♣ SECCION II          UNIDAD DE POTENCIA.
- ♣ SECCION III        ZONA DE CONTROL.
- ♣ SECCION IV        UNIDAD DE COMPUTO.

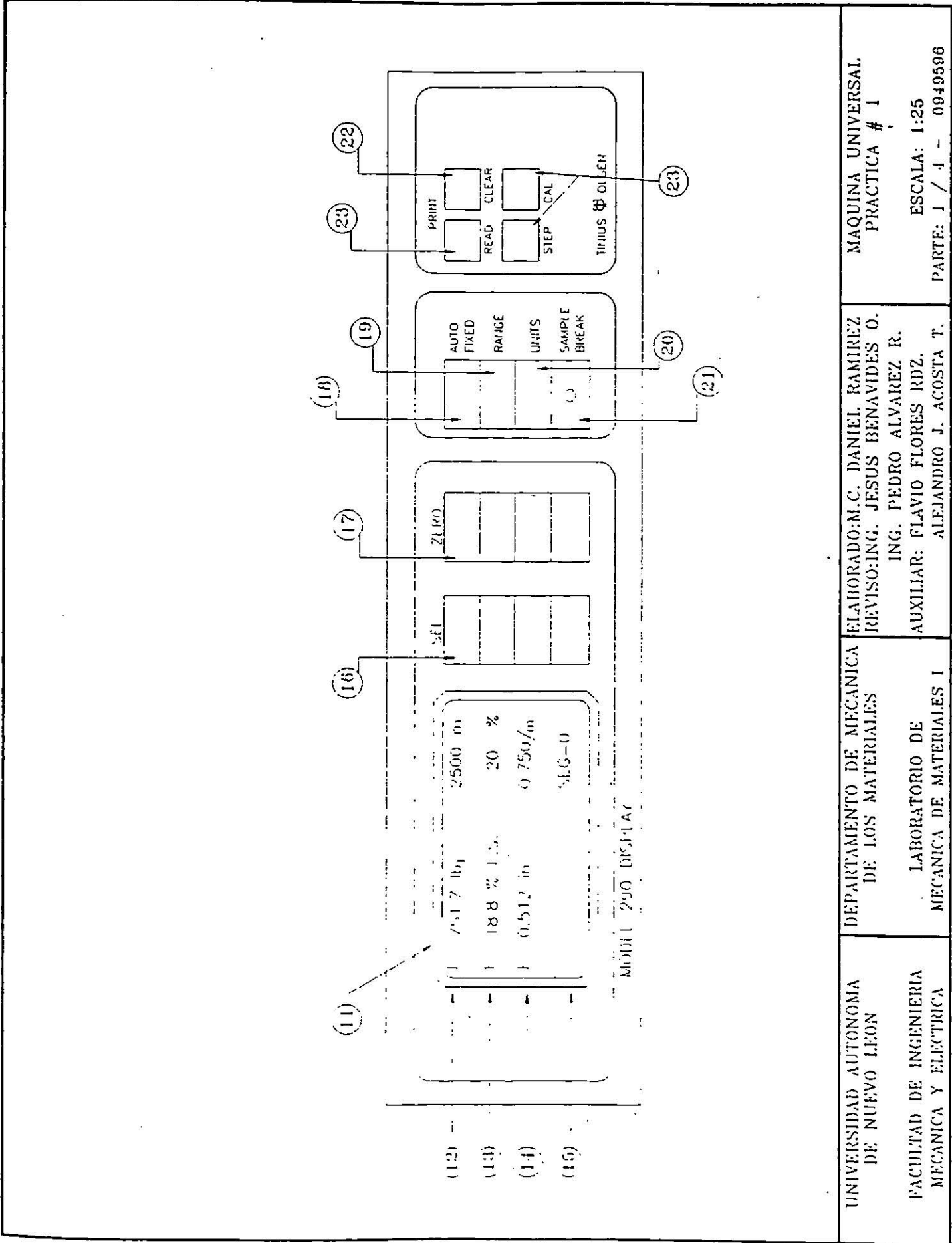
- 1.- PISTON DE CARGA.
- 2.- CABEZAL MOVIL.
- 3.- CABEZAL FIJO.
- 4.- MOTOR PARA ELEVAR EL CABEZAL FIJO.
- 5.- MANIVELA PARA MORDAZAS DE SUJECION PARA TENSION.
  
- A.- ZONA DE TENSION.
- B.- ZONA DE COMPRESION.
  
- 6.- TABLERO DE LECTURAS DE: CARGA, DEFORMACION, DESPLAZAMIENTO DEL PISTON.
- 7.- GRAFICADOR.
- 8.- TABLERO DE CONTROL DE APLICACION DE CARGA.
- 9.- COMPUTADORA.
- 10.- IMPRESORA.
- 11.- PANTALLA DE LECTURA PARA LOS CUATRO CANALES.
- 12.- CANAL 1: PARA LECTURAS DE INCREMENTOS DE CARGA (LADO IZQUIERDO) Y CARGA MAXIMA (LADO DERECHO).
- 13.- CANAL 2: PARA LECTURAS DE % DE DEFORMACION.
- 14.- CANAL 3: PARA LECTURAS DE LOS INCREMENTOS DE DESPLAZAMIENTO DEL PISTON (LADO IZQUIERDO) Y DE VELOCIDAD DEL PISTON (LADO DERECHO).
- 15.- CANAL 4: PARA LECTURAS DE ETAPAS DE UN ENSAYO.
- 16.- SELECTOR DE RANGOS PARA CADA CANAL.
- 17.- AJUSTADORES A CERO DE CADA CANAL.
- 18.- MODO DE OPERACION MANUAL Y/O AUTOMATICO.
- 19.- PRESENTACION DE RANGO DE CADA CANAL.
- 20.- SISTEMA DE UNIDADES (S.I. ABSOLUTA, U.S. INGLESA, UNIDAD TECNICA METRICA).
- 21.- ROMPIMIENTO DE MUESTRA.

- 22.- AJUSTA A CERO EL LADO DERECHO DE LOS CANALES 1,2,3.
- 23.- TECLAS PARA LA CALIBRACION DE LA MAQUINA.
- 24.- ENCENDIDO DE LA BOMBA.
- 25.- MODO DE OPERACION DE LA MAQUINA.
- 26.- APAGADO DE LA MAQUINA.
- 27.- DESCARGA RAPIDA DEL PISTON.
- 28.- TECLA DE CARGA.
- 29.- POTENCIOMETRO PARA VARIAR LA VELOCIDAD DE APLICACION DE CARGAY DESPLAZAMIENTO DEL PISTON.
- 30.- TECLA PARA VELOCIDAD LENTA EN LA APLICACION DE LA CARGA.
- 31.- TECLA PARA VELOCIDAD RAPIDA EN LA APLICACION DE LA CARGA.
- 32.- PARO DE CARGA.
- 33.- POTENCIOMETRO DE DESCARGA.
- 34.- TECLA DE DESCARGA.

### RANGOS DE CARGA

UNIDAD TECNICA	UNIDAD INGLESA	UNIDAD ABSOLUTA (S.I.)
(Kg.)	(Lb.)	(Newtons)
1200	2400	12000
6000	12000	60000
30000	60000	300000
60000	120000	600000





UNIVERSIDAD AUTONOMA  
DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA  
MECANICA Y ELECTRICA

DEPARTAMENTO DE MECANICA  
DE LOS MATERIALES

LABORATORIO DE  
MECANICA DE MATERIALES I

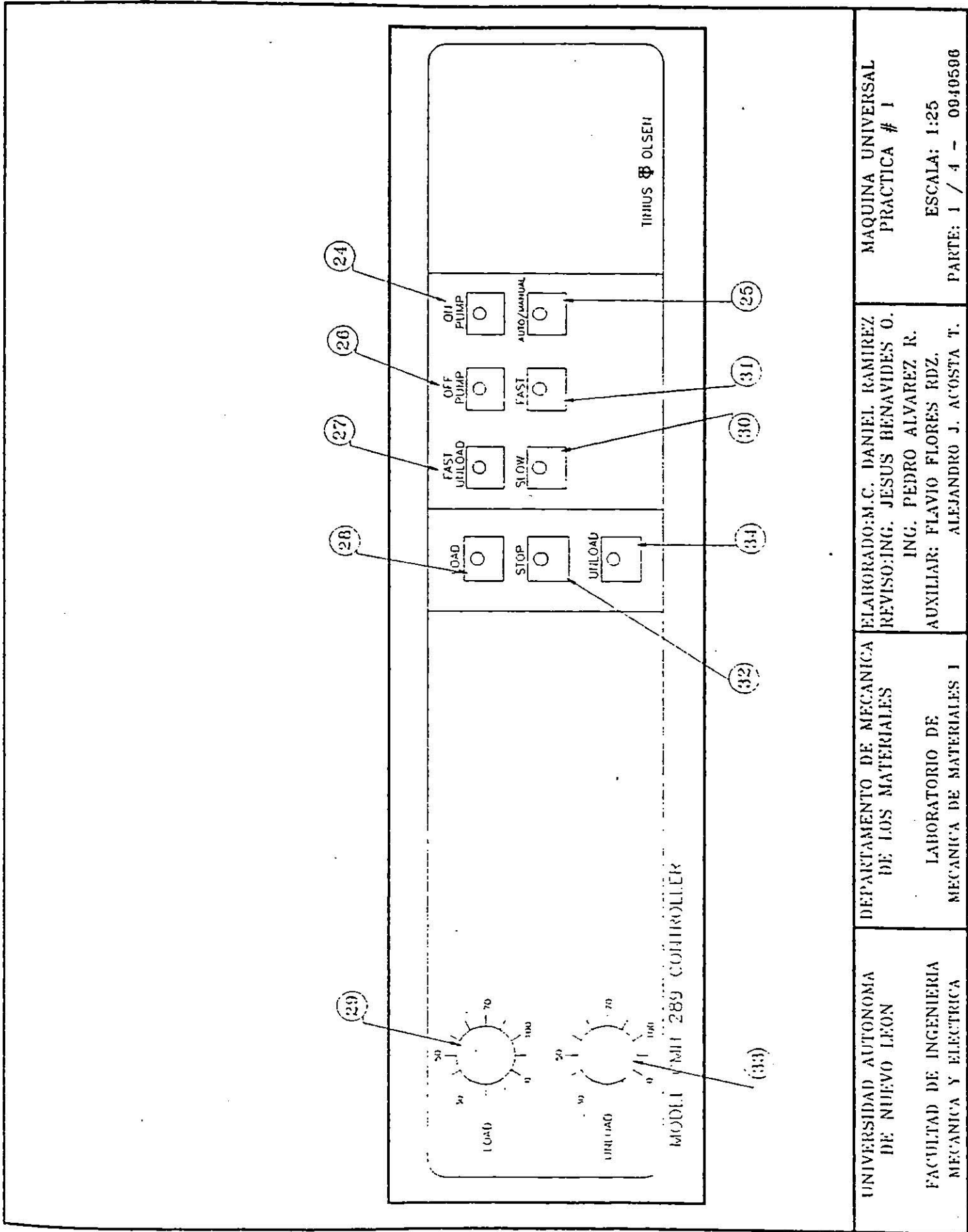
ELABORADO: M.C. DANIEL RAMIREZ  
REVISO: ING. JESUS BENAVIDES O.  
AUXILIAR: FLAVIO FLORES RDZ.  
ALEJANDRO J. ACOSTA T.

MAQUINA UNIVERSAL  
PRACTICA # 1

ESCALA: 1:25  
PARTE: I / 4 - 0949596





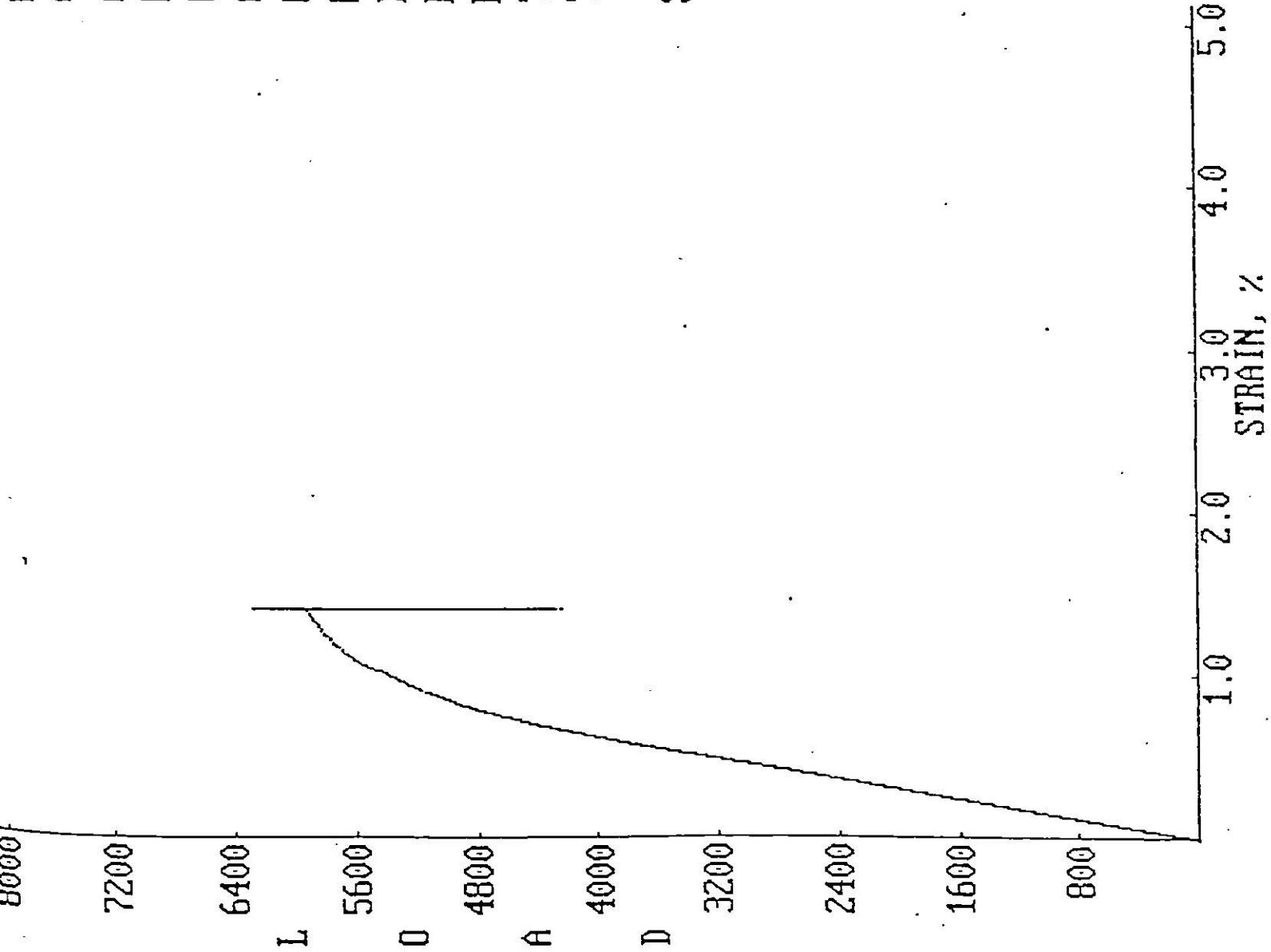


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
 FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA

DEPARTAMENTO DE MECANICA DE LOS MATERIALES  
 LABORATORIO DE MECANICA DE MATERIALES I

ELABORADO: M.C. DANIEL RAMIREZ  
 REVISO: ING. JESUS BENAVIDES O.  
 AUXILIAR: ING. PEDRO ALVAREZ R.  
 FLAVIO FLORES RDZ.  
 ALEJANDRO J. ACOSTA T.

MAQUINA UNIVERSAL PRACTICA # 1  
 ESCALA: 1:25  
 PARTE: 1 / 4 - 0040508



Specimen Break

N/A  
 Calibre# 1.25284  
 Area, cm<sup>2</sup> 525000  
 Modulus, kgf/cm<sup>2</sup> 6290  
 Ult, kgf 4336.0  
 OS 0.2%, kgf/cm<sup>2</sup> 5023.4  
 Ult, kgf/cm<sup>2</sup> 25.8  
 Man TE, % 52.3  
 R Area, %  
 Dureza  
 R.E.U, kg-cm/cm<sup>3</sup> 25.8  
 T.U., kg-cm/cm<sup>3</sup> 43.3  
 T Falla como par

Test Config File name: STARTRUP ANTONIO A. TAKEZ  
 Empresa/Cliente: BRIGADA  
 Calibre: BRIGADA  
 Período Escolar: BRIGADA  
 01 JULIO 1995  
 Parámetro File name: DIRECCION Y TELEFONO  
 Especimen/Muestra: INSTRUCTOR  
 Nombre de la Práctica: TIEMPO DE LA PRACTICA  
 10:57:10am 13-Jul-96  
 CURSO  
 acero rolado en frío  
 M.C. DANIEL RAMIREZ V  
 TENSION 4  
 10:57:10am 13-Jul-96

Universidad Autonoma de Nuevo Leon  
 Facultad de Ingenieria  
 Mecanica Y Electrica  
 Departamento: Mecanica de los Materiales

Ensayo de Tension, .2% Punto de Cedencia

Range, kgf 8000 SP Test Config Filename STARTUP  
 s Range, kg/mm<sup>2</sup> Parameter Filename CURSO  
 Field Strain Range, % 5 Empresa/Cliente ANTONIO A. TAMEZ  
 Comonomer MR%/GL(mm) 20 / 47.9 Direccion y Telefono  
 Control File TENSION At'n  
 Test Filename EJEMPLAR Especimen/Muestra acero rolado en fri  
 Calibre  
 Instructor M.C. DANIEL RAMIREZ  
 Brigada 01  
 Nombre de la Practica TENSION 4  
 Periodo Escolar JULIO 1996

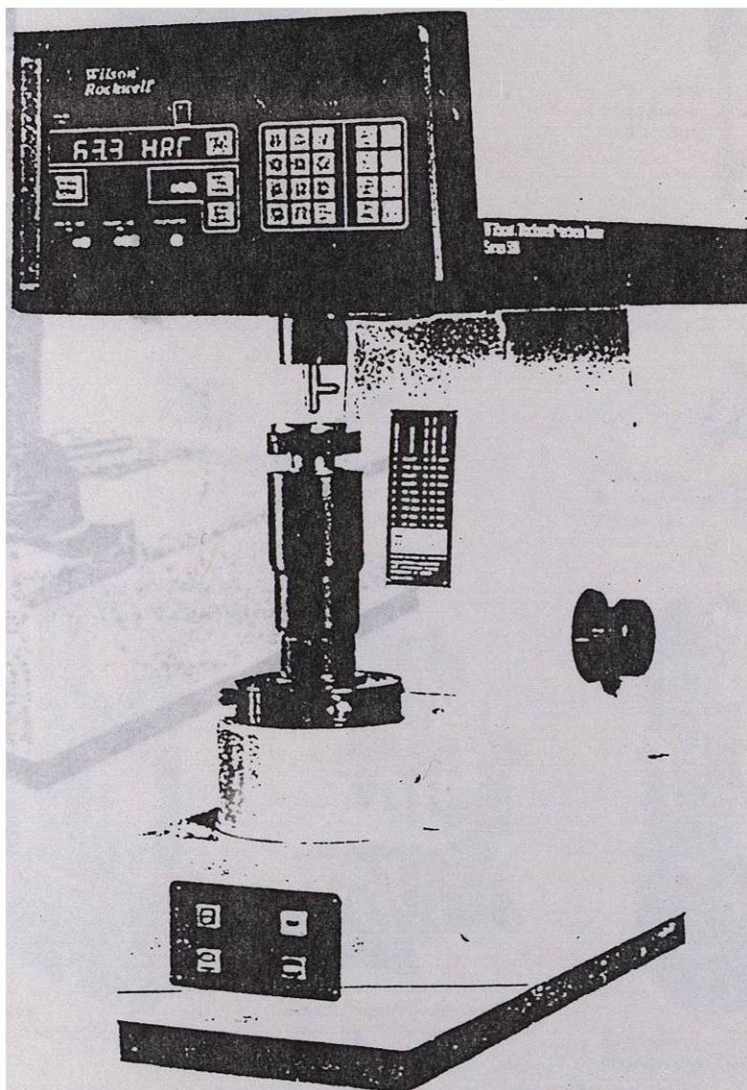
OD	N/A	Calibre#	Area	Modulus	Ult	OS @.2%	Ult	Man TE	R Area	Dureza	R.E.U	T.U.	T Falla
cm			cm <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>	kgf	kgf/cm <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>	%	%		kg-cm/cm <sup>3</sup>	kg-cm/cm <sup>3</sup>	
1.263			1.25284	525000	6290	4336.0	5023.4	25.8	52.3		25.8	43.3	cono par

day, July 13, 1996 11:03am

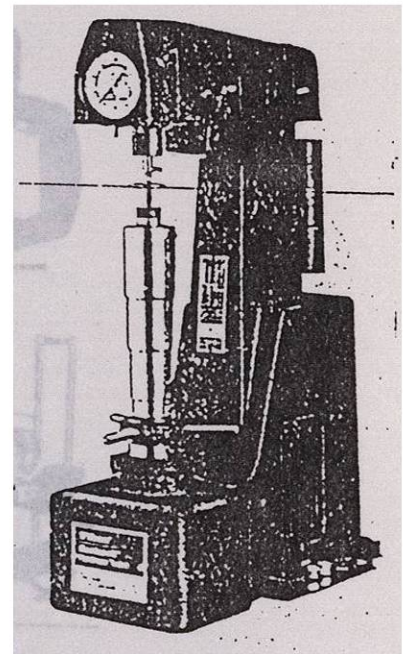
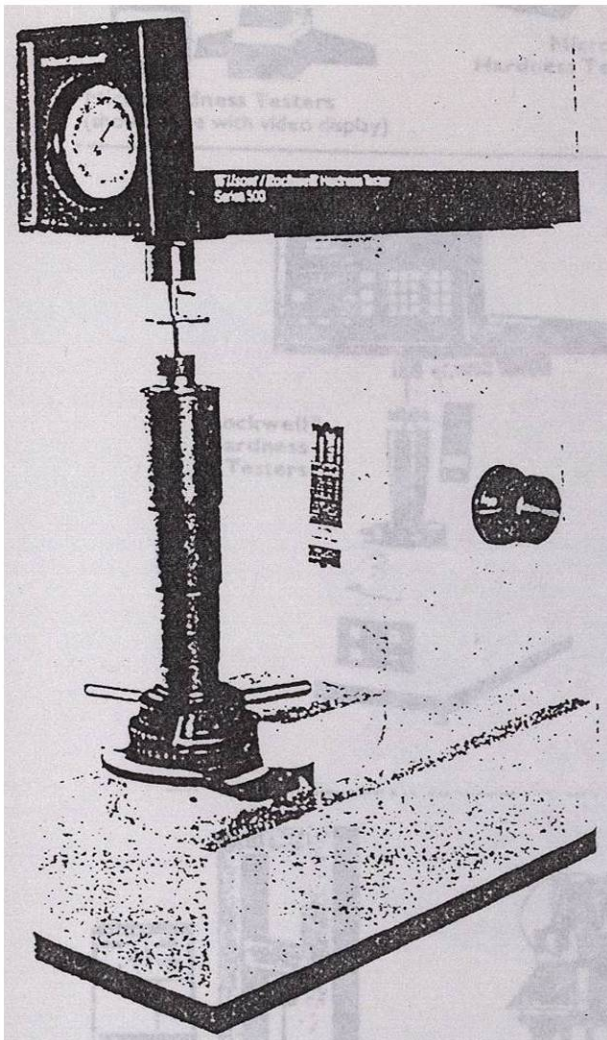
SE ANEXAN ALGUNOS MODELOS DE EQUIPOS DE PRUEBAS  
MEC. DE LAS DIFERENTES EMPRESAS DISTRIBUIDORAS

**NOTA:**

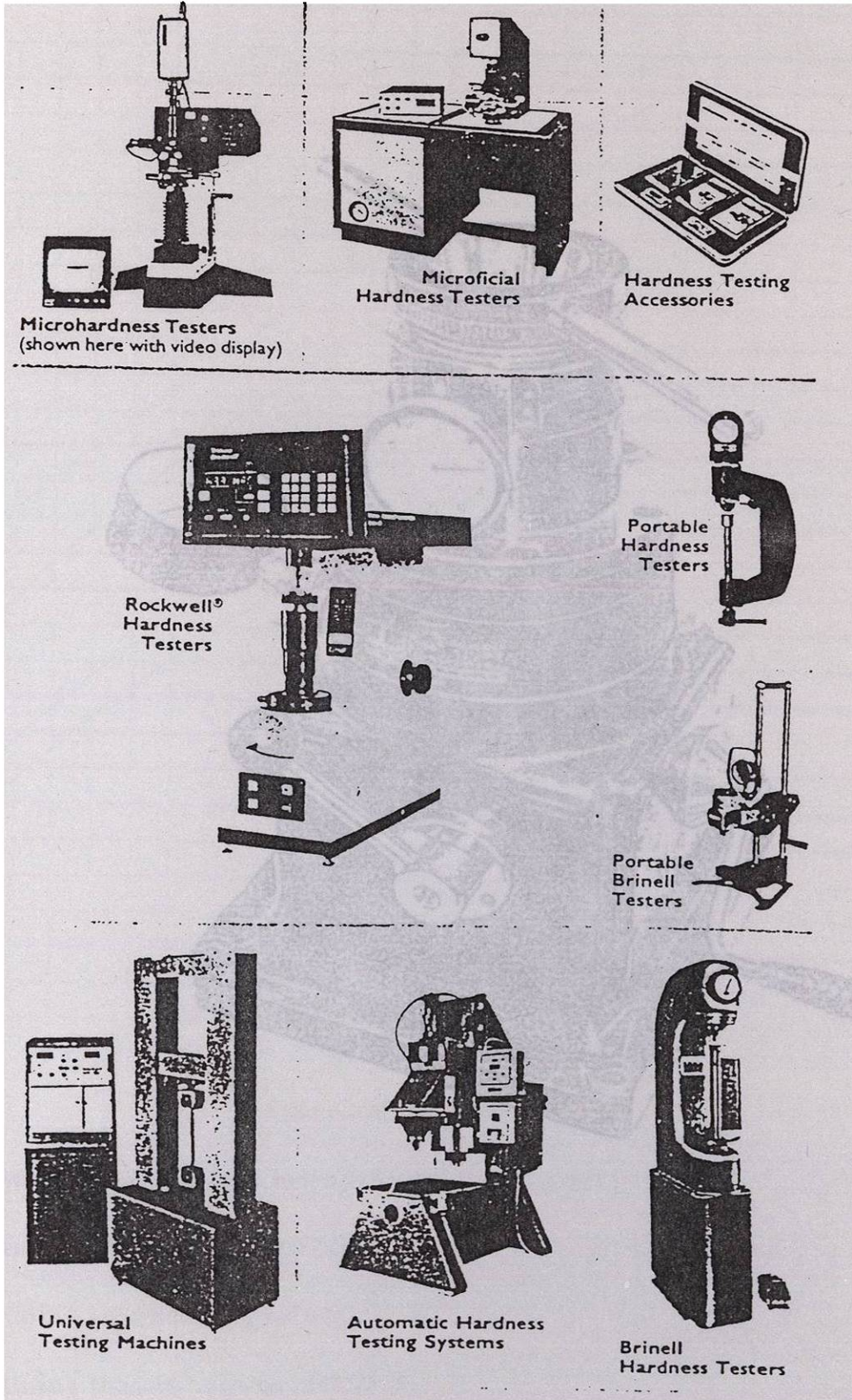
Estas maquinas deben de estar en buen estado , calibradas y certificadas para su uso. esto dependerá de las recomendaciones que haga el fabricante de las mismas.

**MAQUINA DE DUREZA ROCKWELL  
DIGITAL**

# MAQUINAS DE DUREZA ROCKWELL ANALOGICA



### EQUIPOS DE MEDICION DE DUREZA



Microhardness Testers  
(shown here with video display)

Microficial  
Hardness Testers

Hardness Testing  
Accessories

Rockwell<sup>®</sup>  
Hardness  
Testers

Portable  
Hardness  
Testers

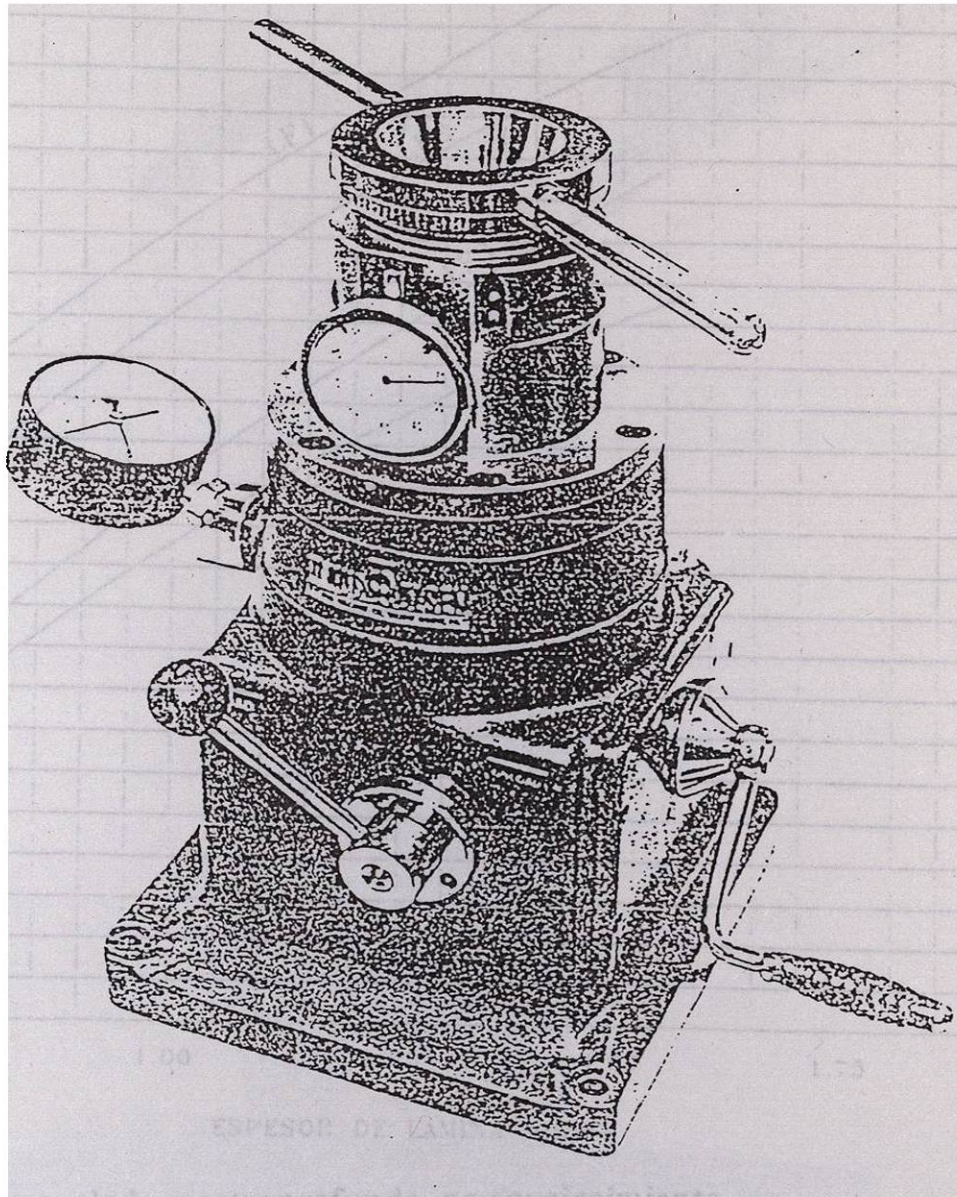
Portable  
Brinell  
Testers

Universal  
Testing Machines

Automatic Hardness  
Testing Systems

Brinell  
Hardness Testers

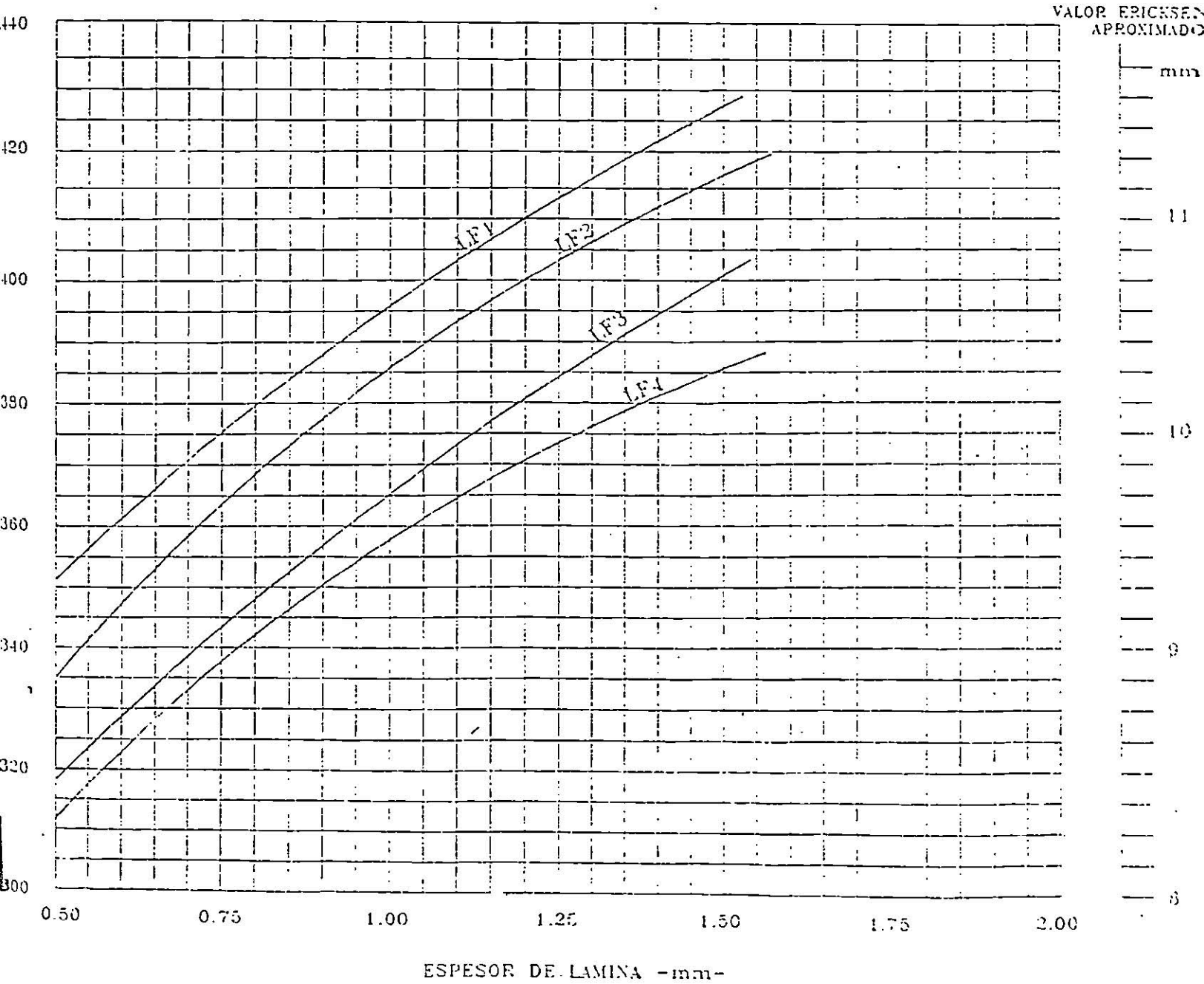
**MAQUINAS DE COPA OLSEN  
(ENSAYOS DE DUCTILIDAD)**





# PRUEBA DE COPA

Profundidad mínima de copa Ericksen y Olsen para láminas reducidas en frío



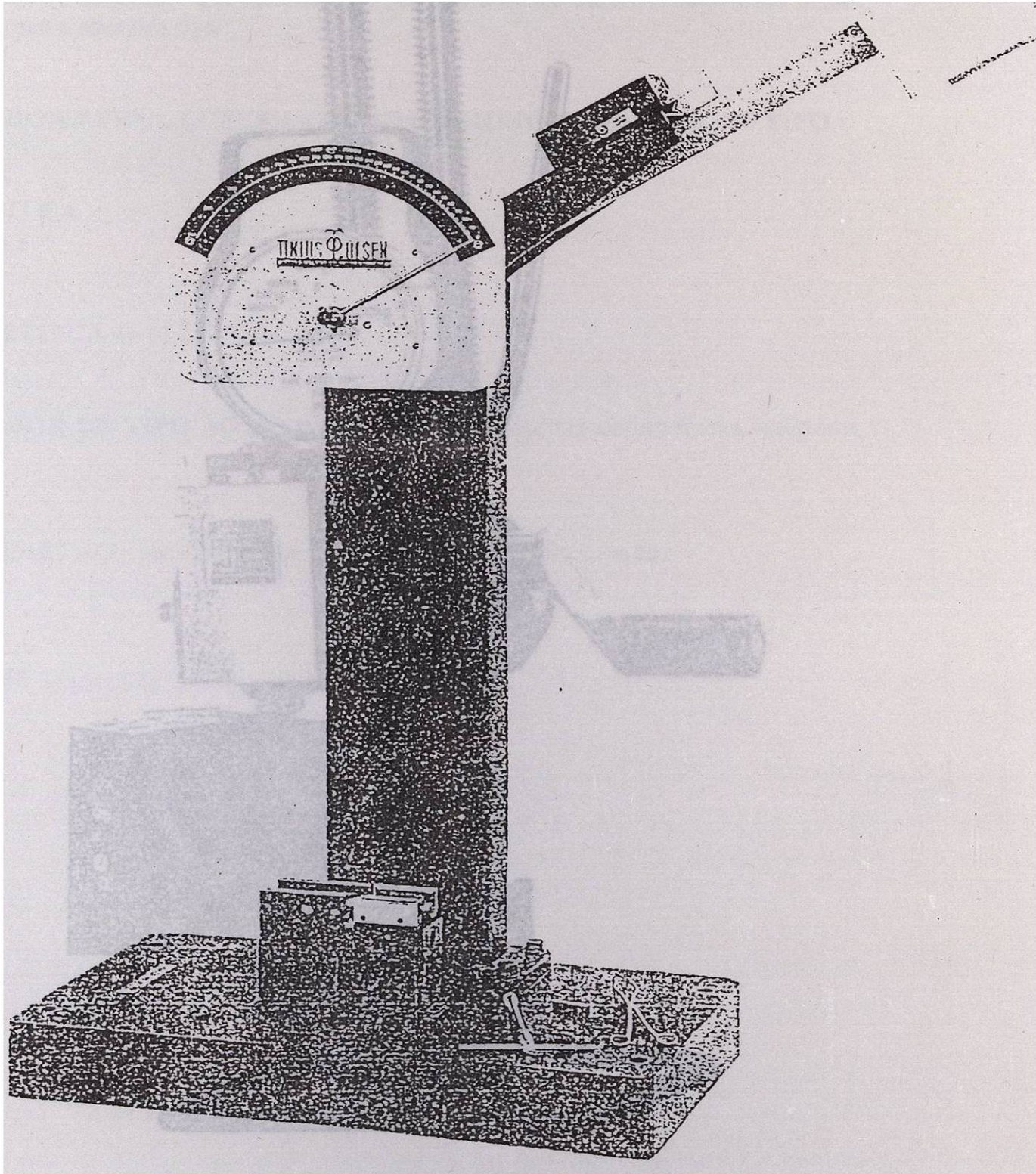
**LF1.-** Lamina troquelado o extraprofundo, no envejecimiento.

**LF2.-** Lamina troquelado o extraprofundo.

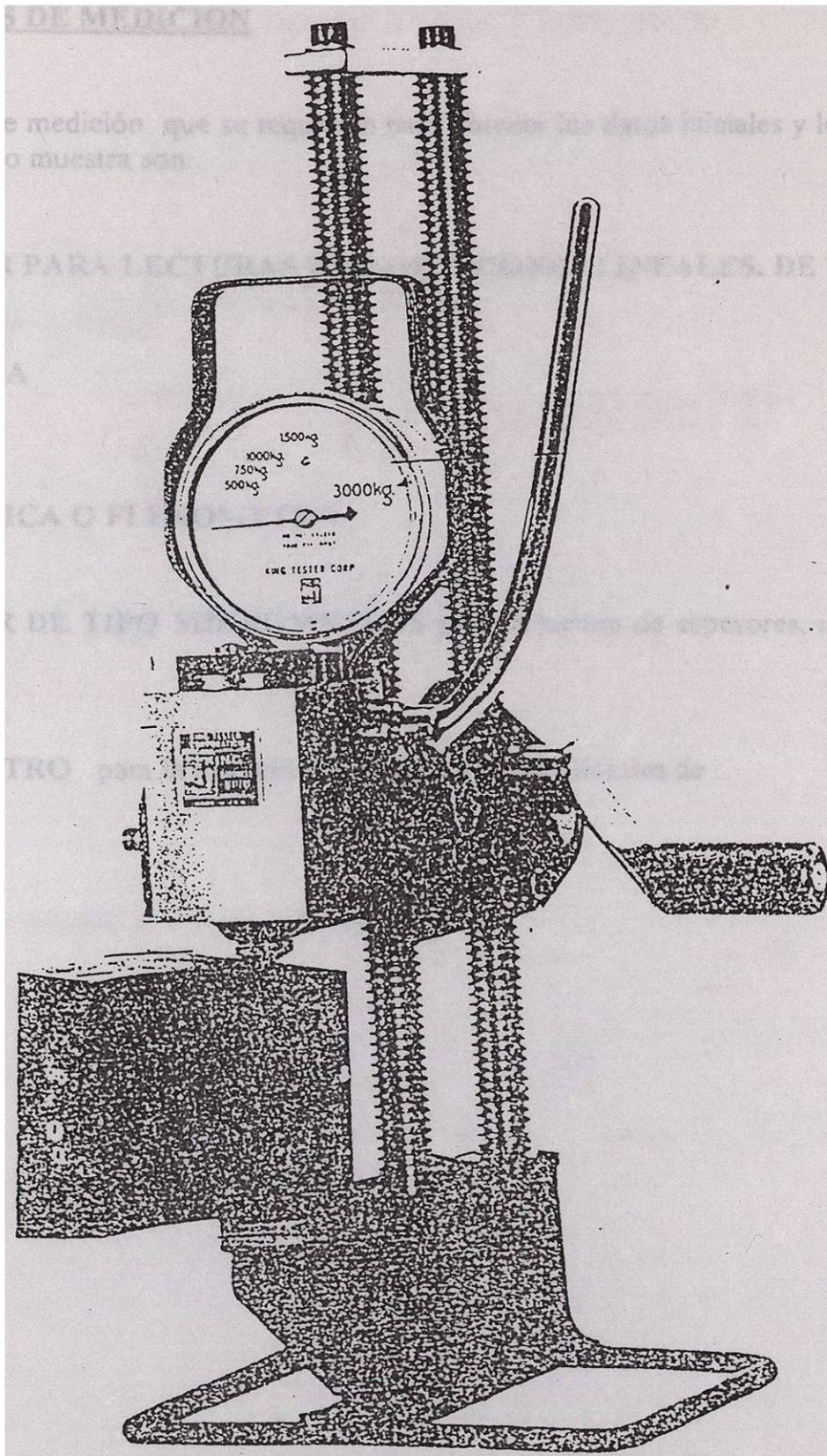
**LF3.-** Lamina troquelado profundo.

**LF4.-** Lamina troquelados moderados.

# MAQUINA DE IMPACTO PARA METALES



# MAQUINA PARA PRUEBA DE DUREZA BRINELL



**INSTRUMENTOS DE MEDICION**

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

→ CALIBRADOR PARA LECTURAS DE DIMENSIONES LINEALES. DE TIPO :

- ♣ VERNIER:
- ♣ DE CARATULA
- ♣ DIGITALES

→ CINTA METRICA O FLEXOMETRO.

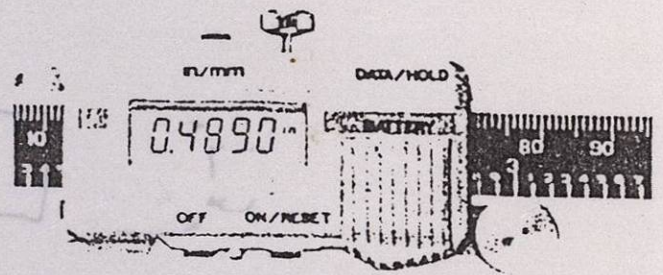
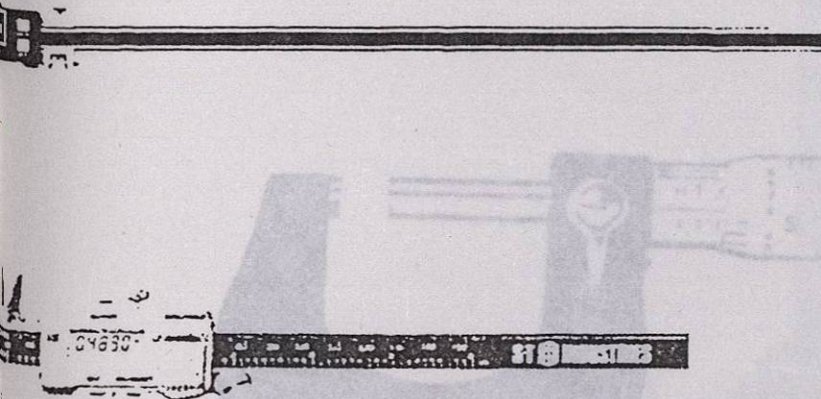
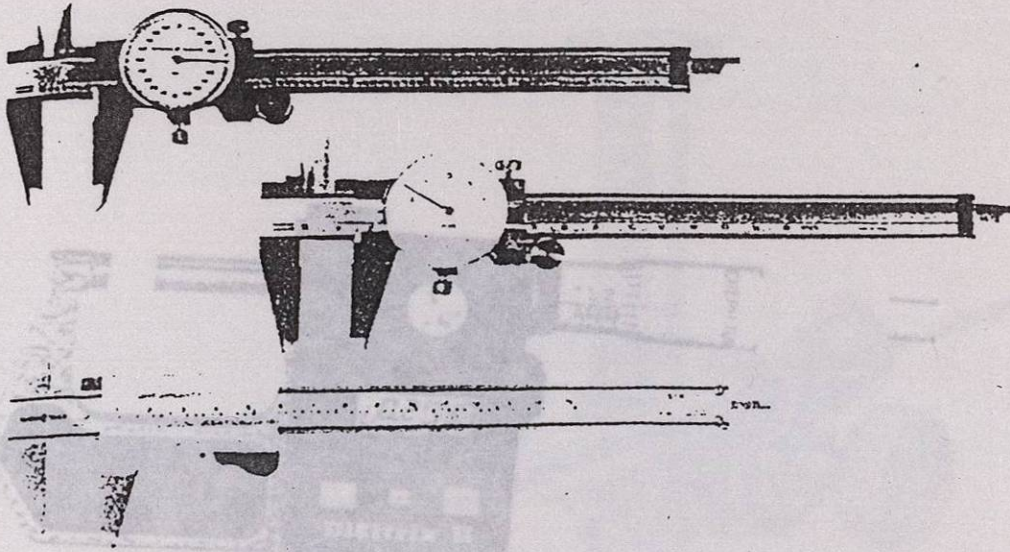
→ CALIBRADOR DE TIPO MICROMETROS para la lectura de espesores, interiores, exteriores.

→ EXTENSOMETRO para la medición de desplazamientos lineales de :

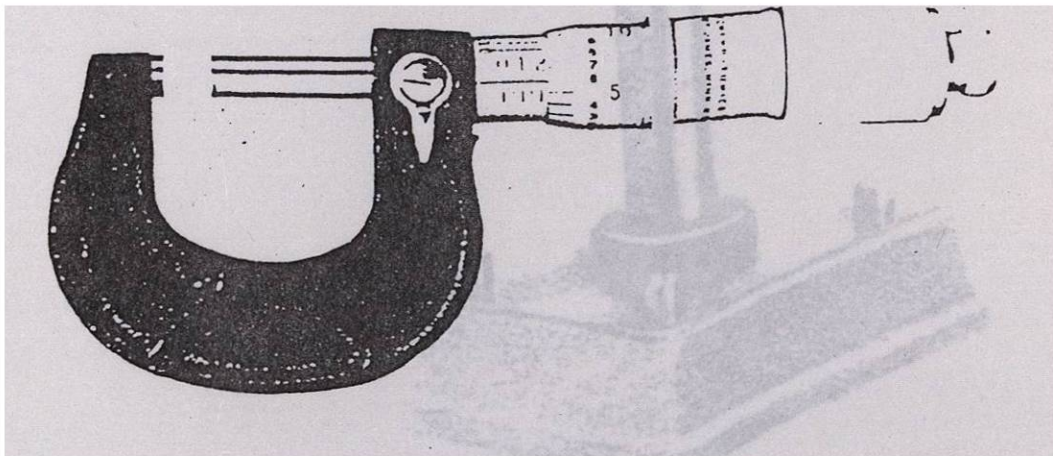
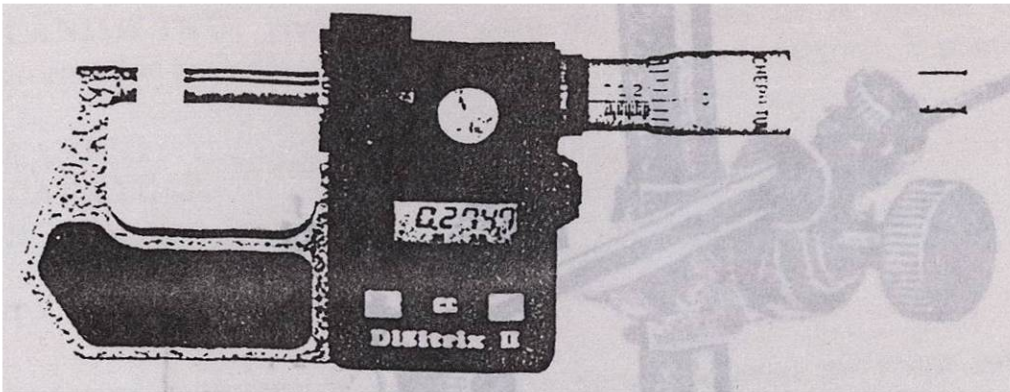
- ♣ CARATULA
- ♣ DIGITALES

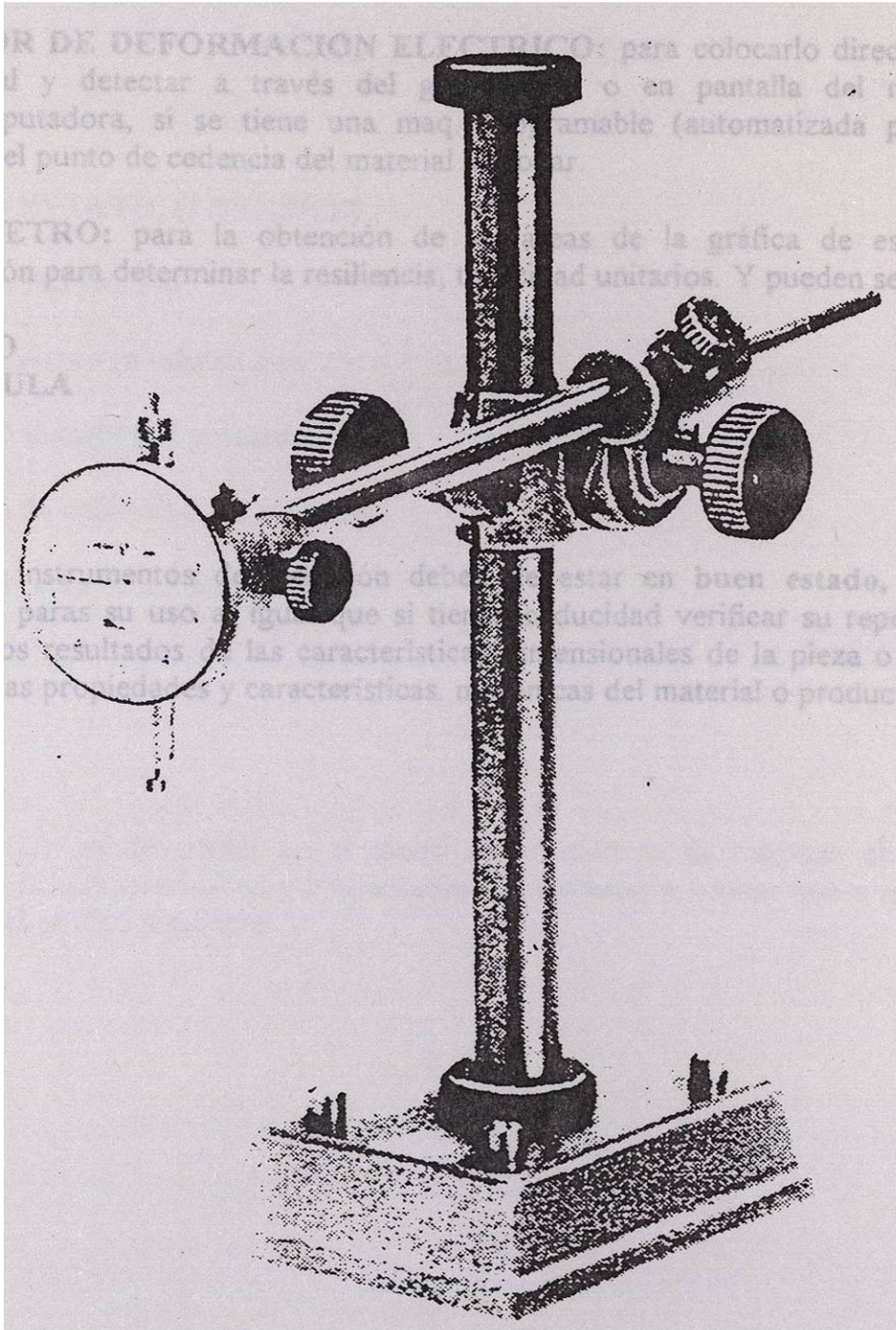
# VERNIER DIGITAL, DE CARATULA Y MECANICO

MICROMETROS MECANICOS Y DIGITALES



# MICROMETROS MECANICOS Y DIGITALES



**EXTENSOMETRO DE CARATULA**

**→ INDICADOR DE DEFORMACION (PUENTE DE WHEASTONTE)**

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 DEFORMACION ELECTRICO:** para colocarlo directamente sobre el material y detectar a través del graficador o en pantalla del monitor de la microcomputadora, si se tiene una maq. programable (automatizada por medio del software) el punto de cedencia del material a probar.

→ **PLANIMETRO:** para la obtención de las áreas de la gráfica de esfuerzo contra deformación para determinar la resiliencia, tenacidad unitarios. Y pueden ser del tipo:

**MECANICO  
DE CARATULA  
DIGITAL****NOTA :**

Todos estos instrumentos de medición deben de 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.



**5.-REALIZACION DE ENSAYOS DE TENSION,COMPRESION  
CORTE , DUREZA Y DUCTILIDAD**

**CASO PRACTICO**

• **ENSAYO ESTATICO TENSION**

Estandar: ASTM E-8

Material: Acero rolado en frio.

Diámetro inicial= 0.5 pulgadas.

Longitud de calibración=2 pulgadas.

Longitud recta= 2.25 pulgadas.

El caso practico se desarrollo en el modo automático de la máquina obteniendose los resultados de las características y propiedades del material a probar que a continuación se presentan en el gráfico siguiente.

**BIBLIOGRAFIA**

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 METALES Y POLIMEROS

3.- LA CIENCIA E INGRIA. DE LOS MATERIALES.  
AUTOR: DONALD R. ASKELAND.

4.- POLIMEROS Y CERAMICOS.  
MEMORIAS DE SEMINARIO DE POLIMEROS Y CERAMICOS

5.- CATALOGOS MANUALES DE OP. DE MAQUINAS, ACCESORIOS Y  
ADITAMENTOS PARA C/U. DE LOS ENSAYES.  
FABRICANTE : TINTUS OLSEN .Pa. U.S.A.

6.- EXPEDIENTE DE PRUEBAS MECANICAS A LA INDUSTRIA PARA DIVERSOS  
MATERIALES Y PRODUCTOS.  
REALIZADAS POR : ING.DANIEL RAMIREZ V. A TRAVES DE LOS LAB. DE  
PRUEBAS MEC. DE LA F.I.M.E. -U.A.N.L.(DESDE 1974 A LA FECHA.)

7.- MATERIALES PARA INGRIA.  
AUTOR . VAN BLACK

