

DISEÑO ESTRUCTURAL III

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE ARQUITECTURA

ACERO Y MADERA

PROPIEDADES DE MATERIALES ESTRUCTURALES

PROPIEDADES DE MATERIALES ESTRUCTURALES

TENSIÓN

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

Es la relación entre fuerza y el área sobre la cual está aplicada la misma.

Tensión = fuerza que corresponde a la unidad de superficie considerada.



DEFORMACIÓN ESPECÍFICA

$$\epsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$$

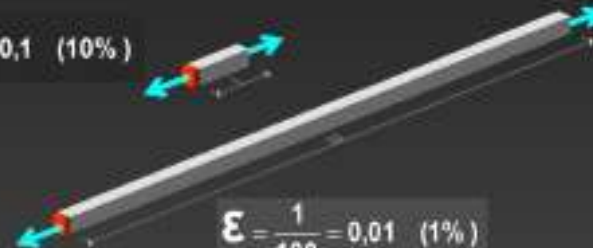
Relación entre la deformación de un elemento (alargamiento o acortamiento) y su longitud inicial.

Es la deformación por unidad de longitud considerada.

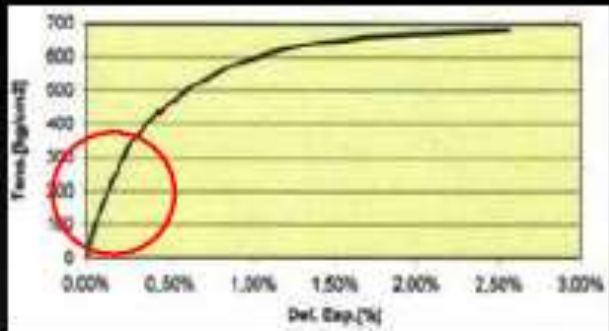
$$\epsilon = \frac{1}{10} = 0,1 \quad (10\%)$$



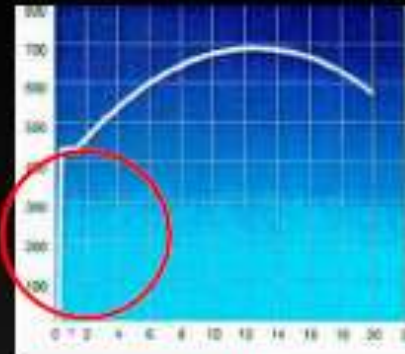
$$\epsilon = \frac{1}{100} = 0,01 \quad (1\%)$$



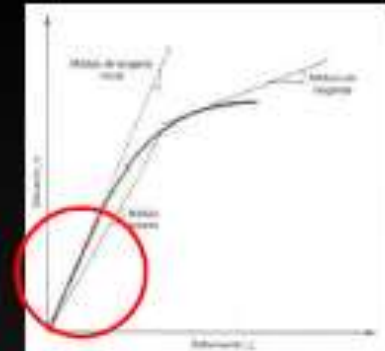
PROPIEDADES DE MATERIALES ESTRUCTURALES



Madera



Acero



Hormigón

MODULO DE ELASTICIDAD

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon}$$

Es la magnitud que representa la rigidez propia de cada material frente a esfuerzos axiales o flectores, independientemente de la forma, el tamaño y los vínculos de la pieza estructural.

Es una característica MECÁNICA del material.

Cada material tiene su correspondiente E

CONSTRUCCIONES DE ACERO

CONSTRUCCIONES DE ACERO

Material con alta resistencia a fluencia y rotura

Secciones esbeltas, posibilidad de cubrir grandes luces, diversidad de formas, etc.



Ontario College of Art and Design. Ampliación



El Acero y La Madera. Ejemplos y Características



London City Hall



8

30 St Mary – Londres - 2005

QUÉ ES EL ACERO?

- ◉ Aleación de Fe y C (~0.05-2%).
- ◉ Puede contener otros elementos como Mn, Ni, Nb, Cr, V, P, S, Si, Cu, etc.
- ◉ Porcentaje y elementos de aleación pueden modificar propiedades del acero.
- ◉ Carbono Equivalente
$$(CE\%) = C\% + (Mn\%/6) + ((Cr\% + Mo\% + V\%)/5) + ((Ni\% + Cu\%)/15)$$

PROCESO DE FABRICACIÓN



CONVERTIDOR DE
OXÍGENO DE ALTO
HORNO



VENTAJAS DEL ACERO

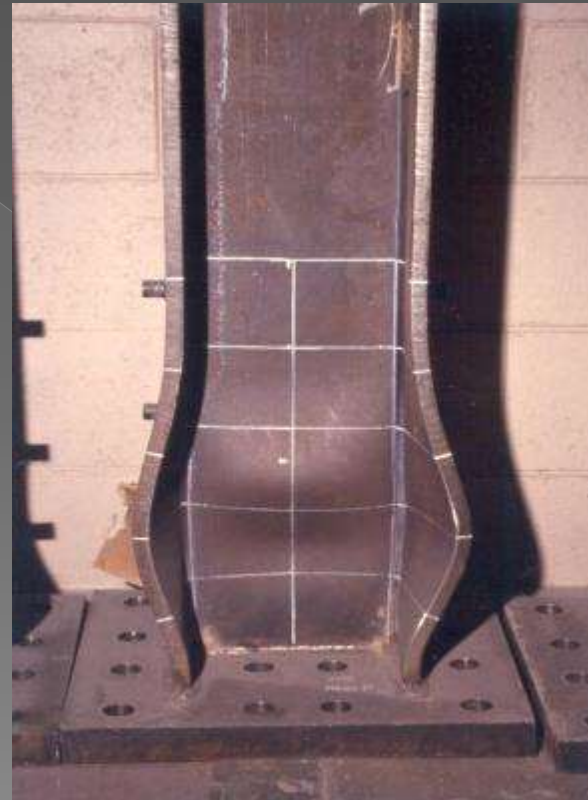
- ◉ Alta resistencia
- ◉ Uniformidad y homogeneidad
- ◉ Rango elástico amplio
- ◉ Durabilidad
- ◉ Ductilidad y tenacidad
- ◉ Rapidez de construcción
- ◉ Proceso constructivo racional e industrializado
- ◉ Estructuras versátiles. Modulación
- ◉ Material reciclable. Sustentabilidad

DESVENTAJAS DEL ACERO

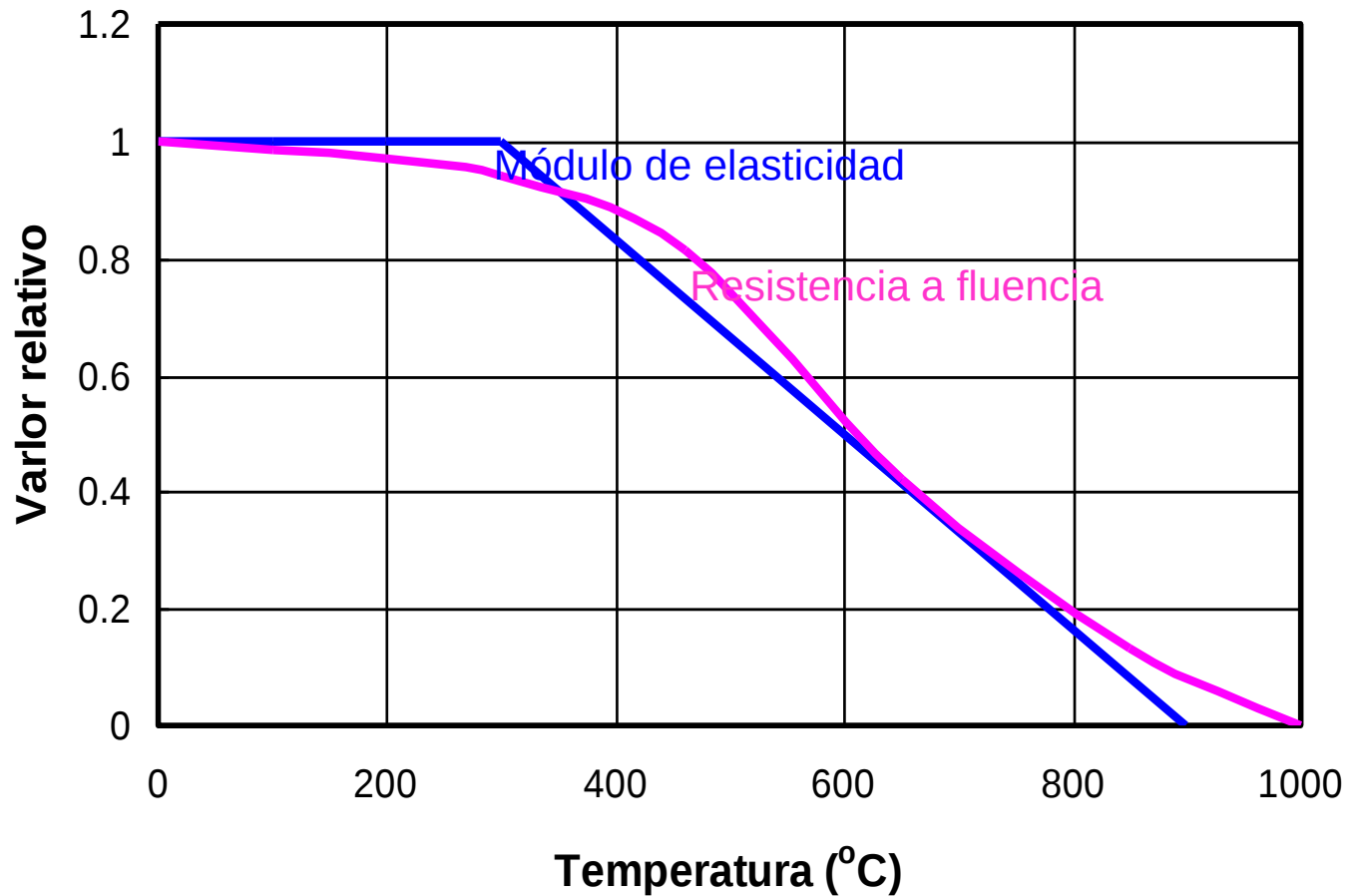
Secciones esbeltas



Problemas de pandeo global y local.



RESISTENCIA AL FUEGO



CORROSIÓN

Resistencia a la Corrosión

- Corrosión: pérdida de sección debido a reacciones químicas o electroquímicas con medioambiente.
- Resistencia depende de:
 - > Composición química



CONEXIONES

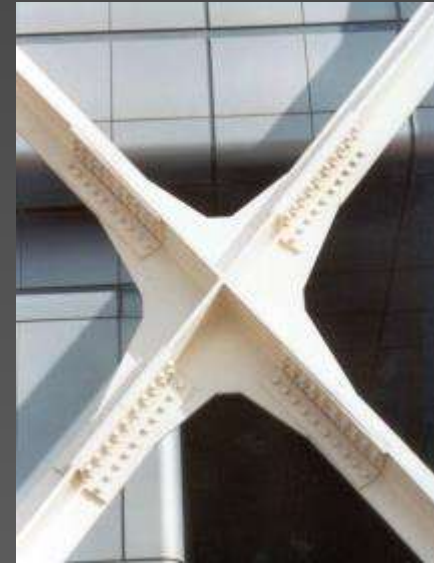
Uniones

Sistema industrializado que se construye por partes.

Medios de unión:

- Soldadura
- Bulones (comunes o de alta resistencia)

Resulta de fundamental importancia el diseño de los detalles.



CONTROLES

Control de calidad:

- Materiales: perfiles, chapas, bulones, electrodos (análisis químicos, propiedades mecánicas, dimensiones).
- Fabricación en taller: control dimensional, uniones soldadas y abulonadas.
- Montaje en obra: control dimensional, uniones soldadas y abulonadas.

Mantenimiento:

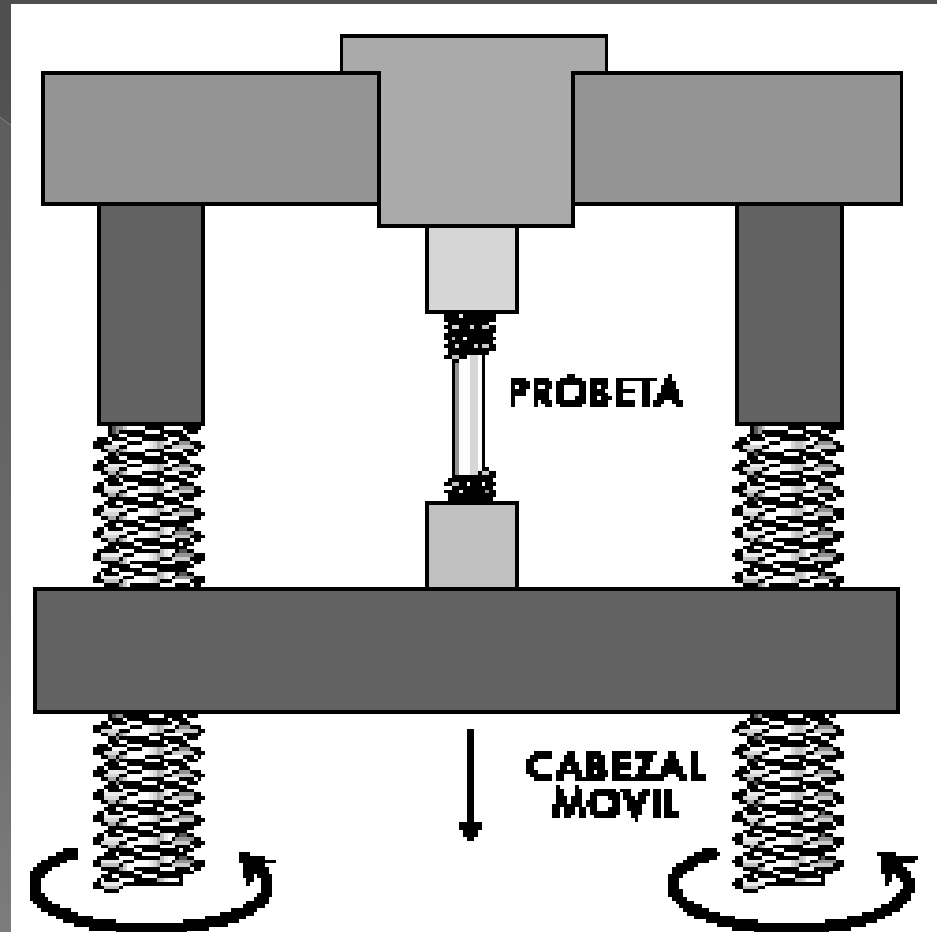
Control de la corrosión.

PROPIEDADES DEL ACERO

Propiedades características

- ◉ buena ductilidad (o maleabilidad).
- ◉ conductividad térmica elevada.
- ◉ conductividad eléctrica elevada.
- ◉ brillo metálico.

PROPIEDADES DEL ACERO



Ensayo a tracción

PROPIEDADES
MECANICAS

PROPIEDADES DEL ACERO

Módulo de Elasticidad
Longitudinal (E)

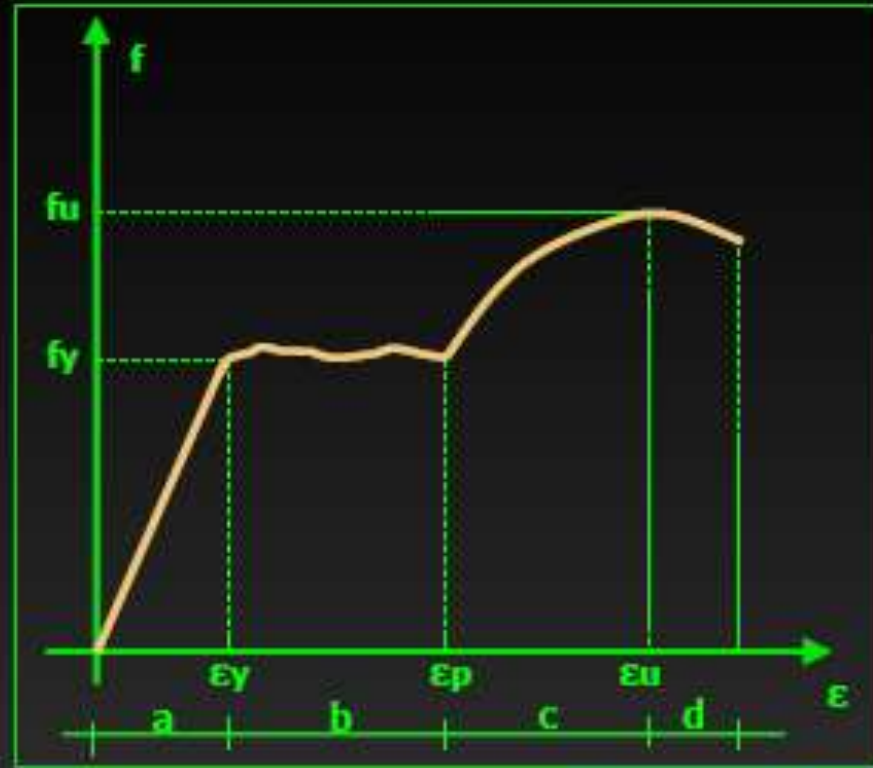
Módulo de Young

$E = 200000 \text{ MPa}$

Módulo de Elasticidad
Transversal (ν)

Modulo de Poisson

$\nu = 0.3$



a) Fase Elástica

$\epsilon_y = 0,12 \%$

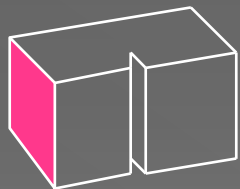
b) Fase Plástica

$\epsilon_p = 1,50 \%$

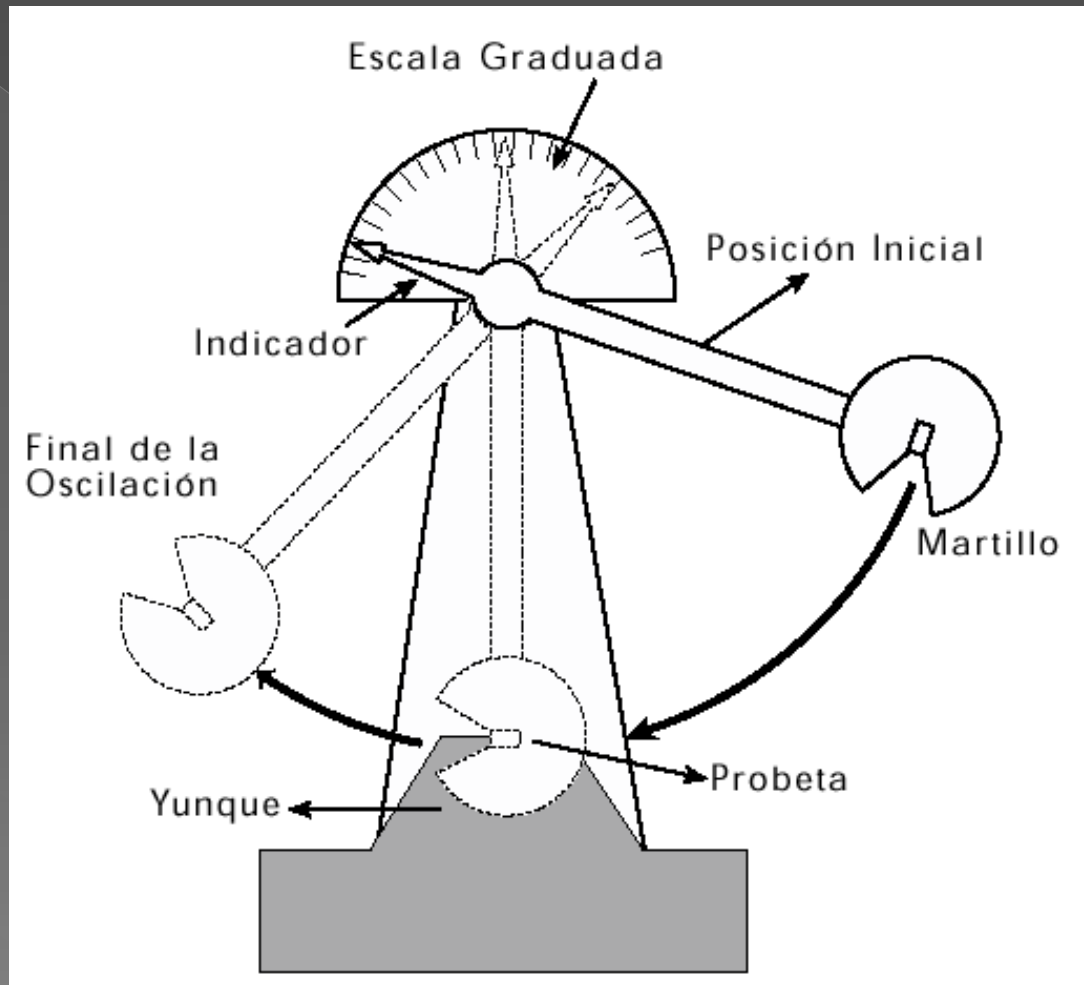
c) Fase de endurecimiento = 20 %

Curva idealizada esfuerzo-deformación del acero

PROPIEDADES DEL ACERO

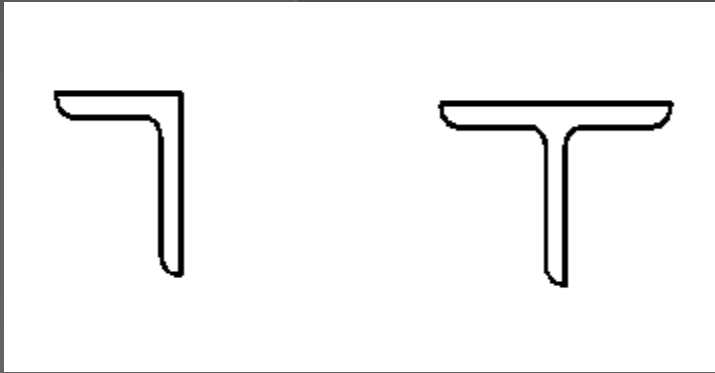


Probeta



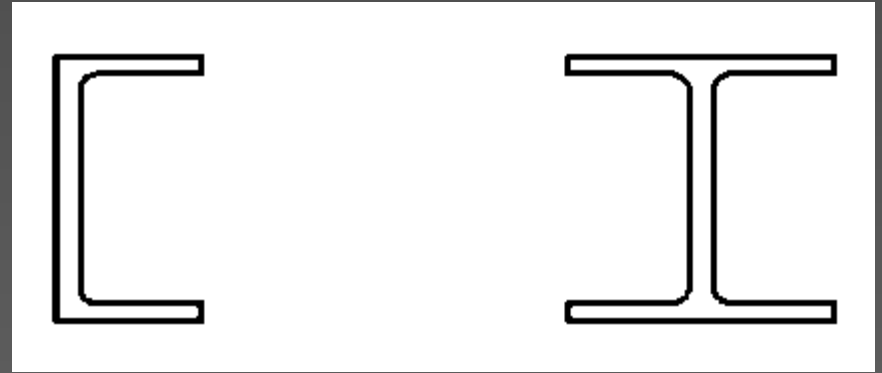
Ensayo de Impacto o de Charpy (Resiliencia)

PRODUCTOS DE ACERO



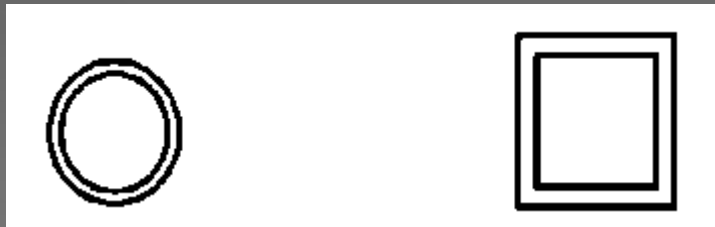
Angulo

Te



Canal o UPN

Perfil W



Tubo circular (*)

Tubo rectangular (*)



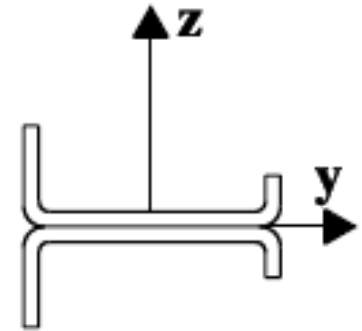
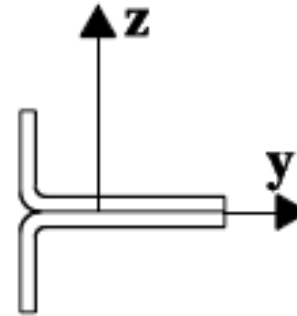
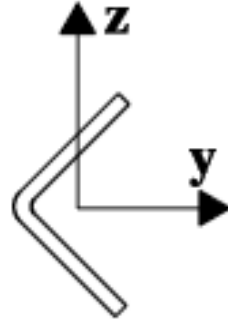
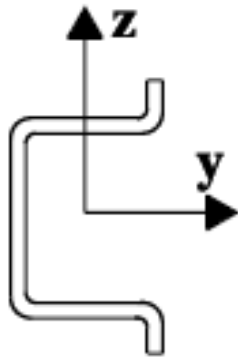
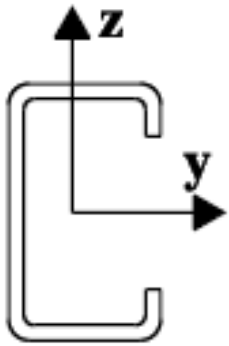
Barras

Placa

Perfiles Laminados en caliente

(*): Pueden ser soldados

PRODUCTOS DE ACERO



Sección en C

Omega

**Angular
lados iguales**

Sección en T

**Sección en I
de simple simetría**

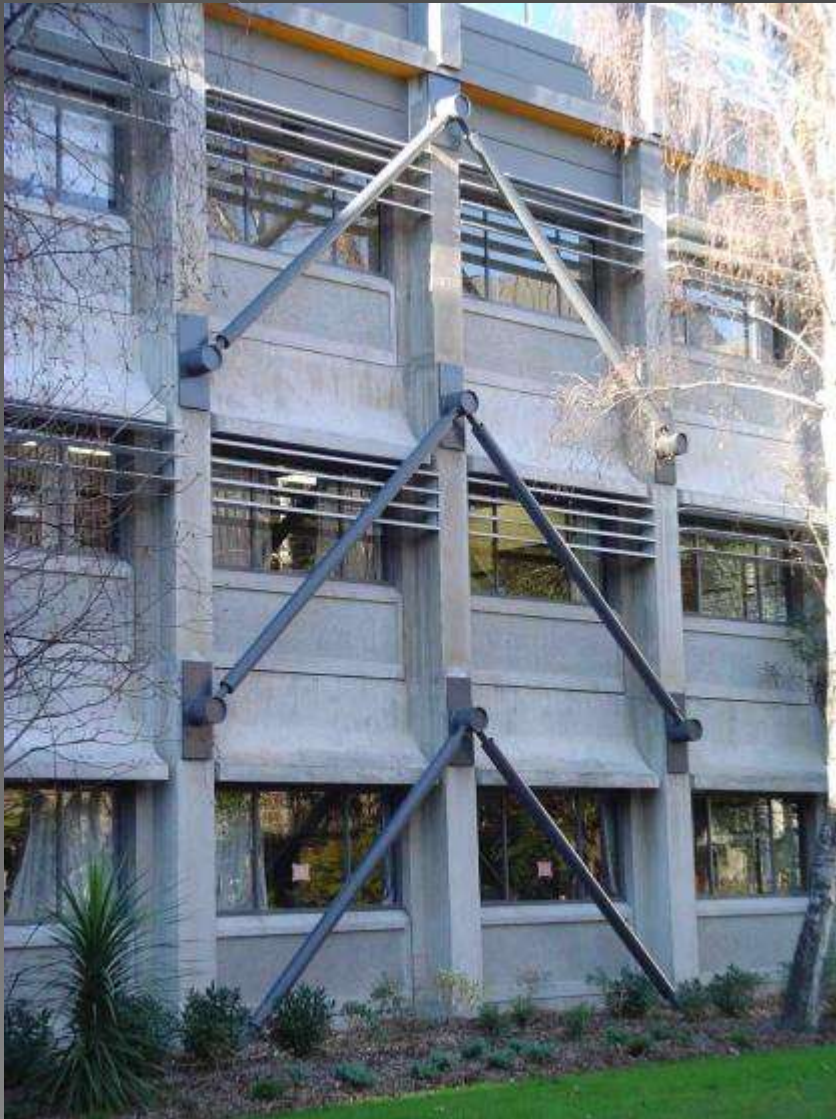
Perfiles plegados (en frío)

REHABILITACIÓN CON ACERO

REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL: ESCUELA NORMAL



REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL



MADERA

EJEMPLOS

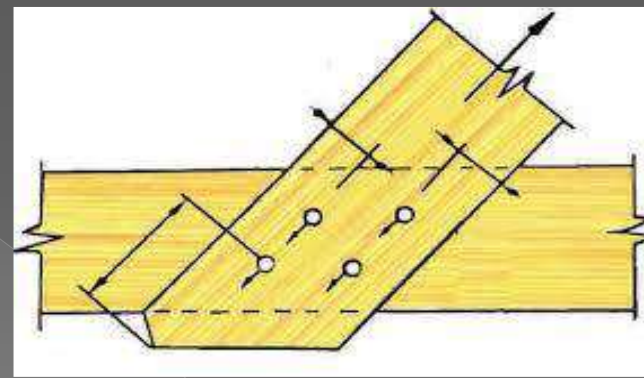


PRODUCTOS

- Madera aserrada
- Madera laminada
- Tableros compensados
- Tableros aglomerados

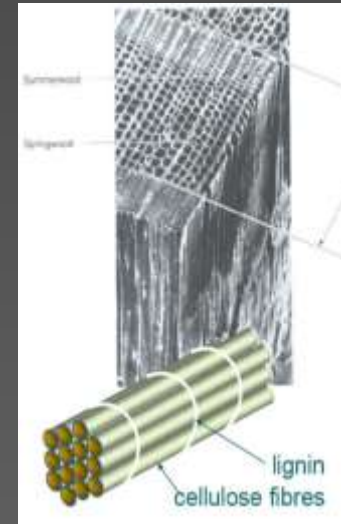
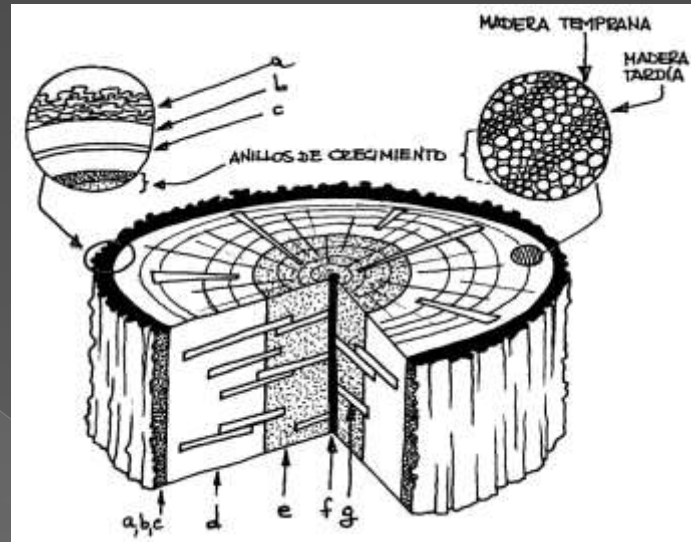
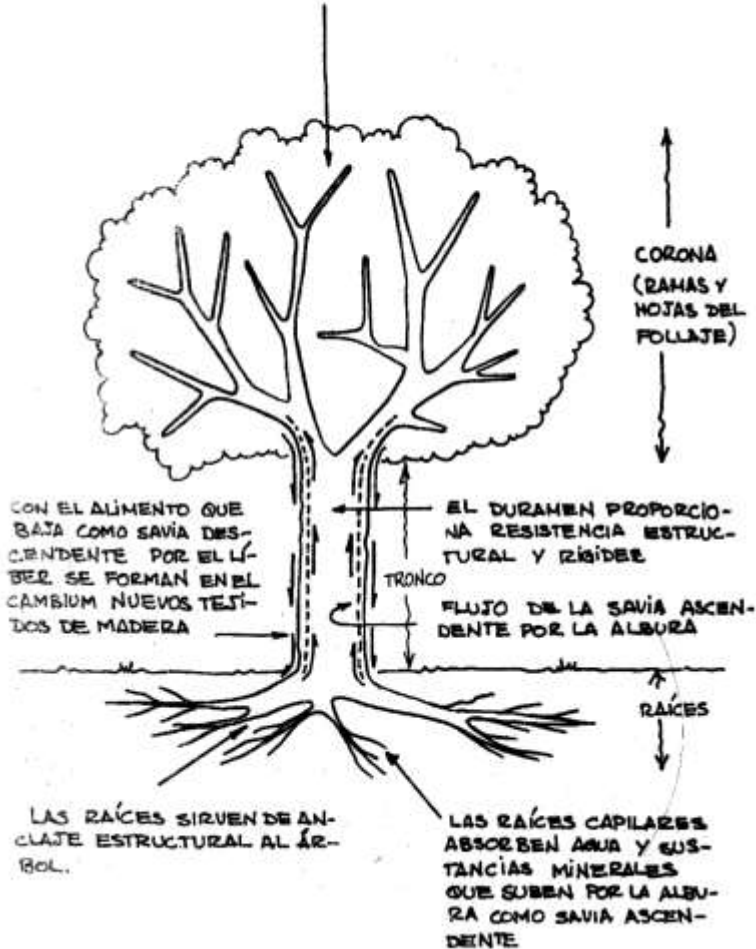


CONEXIONES

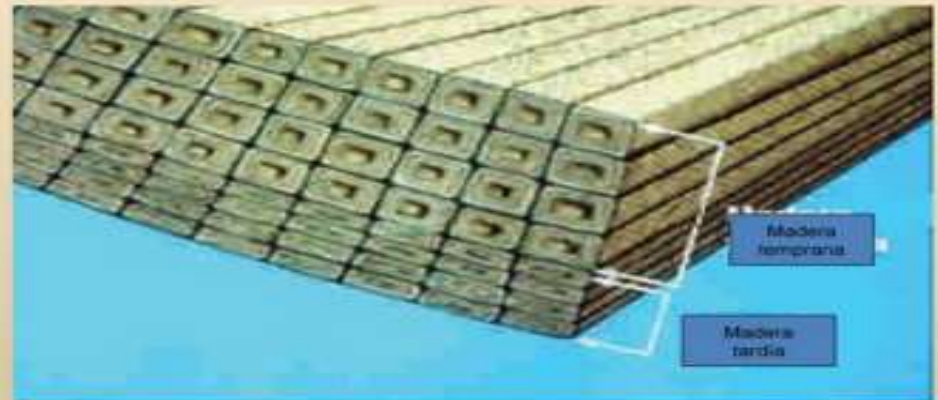


LA MADERA

EN EL FOLLAJE EL AGUA Y LAS SUSTANCIAS QUÍMICAS DE LA SAVIA ASCENDENTE SON CONVERTIDOS EN PRODUCTOS ALIMENTICIOS QUE BAJAN POR EL LÍBER COMO SAVIA DESCENDENTE.



Si ampliamos el anillo de crecimiento, podemos identificar la madera temprana, formada por células de mayor tamaño y la madera tardía, compuesta por células más concentradas



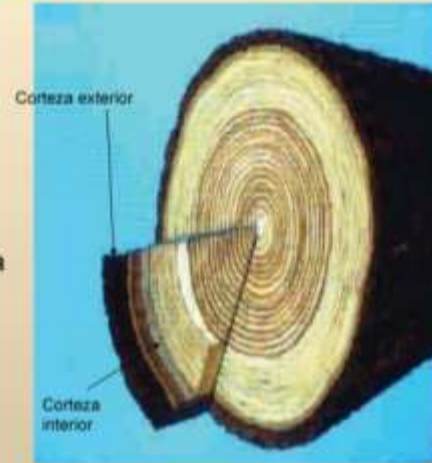
EL TRONCO

1. **CORTEZA:** Tejidos muertos - Capa protectora
2. **LIBER:** Circulación savia descendente
3. **CAMBIUM:** Formación de células nuevas: xilema y floema
4. **ALBURA:** Madera activa: circulación savia ascendente
5. **DURAMEN:** Madera dura, consistente, impregnada de tanino y lignina.
6. **MEDULA:** Parte más antigua originada por secado y resinificación: origen de las ramas.
7. **RADIOS MED.** Unen diversas partes del árbol para el movimiento de sustancias alimenticias

CORTEZA

- Formada por materia muerta, de aspecto resquebrajado, cuya función es proteger la estructura interior frente a agentes climáticos y biológicos.

- Hacia dentro se encuentra la corteza interior o **liber** compuesta por células que trasladan savia. Madera joven.

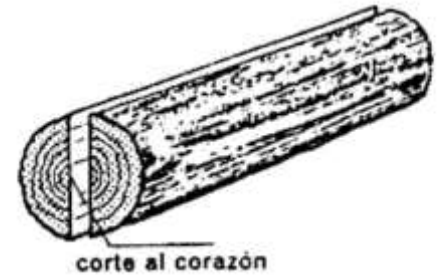
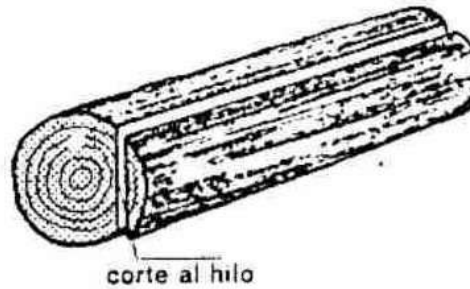
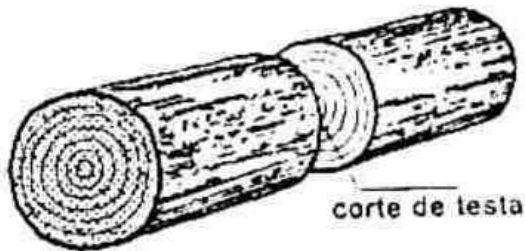


CAMBIUM

- Zona que corresponde al tejido generador de células, donde se produce el crecimiento del árbol.
- Hacia el interior forma el xilema y hacia el exterior, forma el floema.



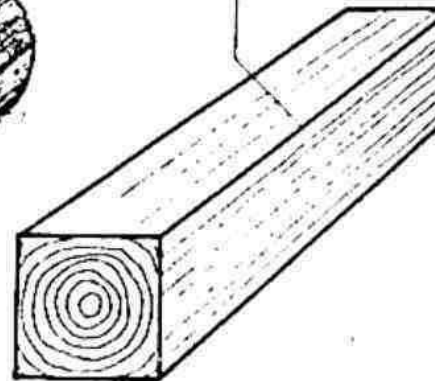
ASERRADO DE LA MADERA



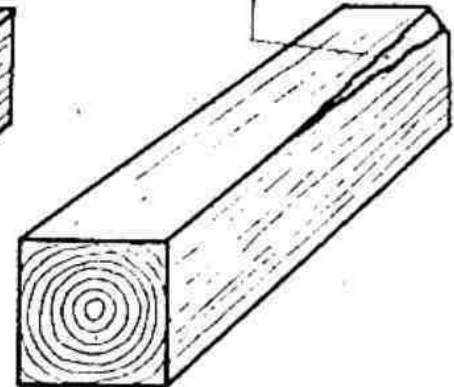
1. Despiezo enterizo



canto vivo

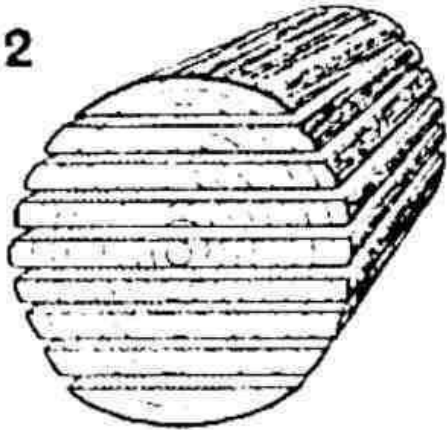


gema



ASERRADO DE LA MADERA

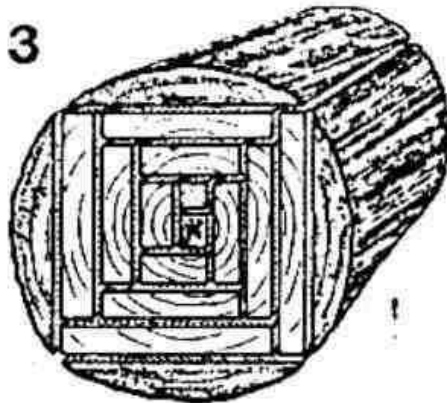
2



2. Despiezo común, en plano, en plancha o a hilos paralelos

Consiste en dar cortes al hilo paralelos, con los que se obtienen pocas piezas de buena calidad.

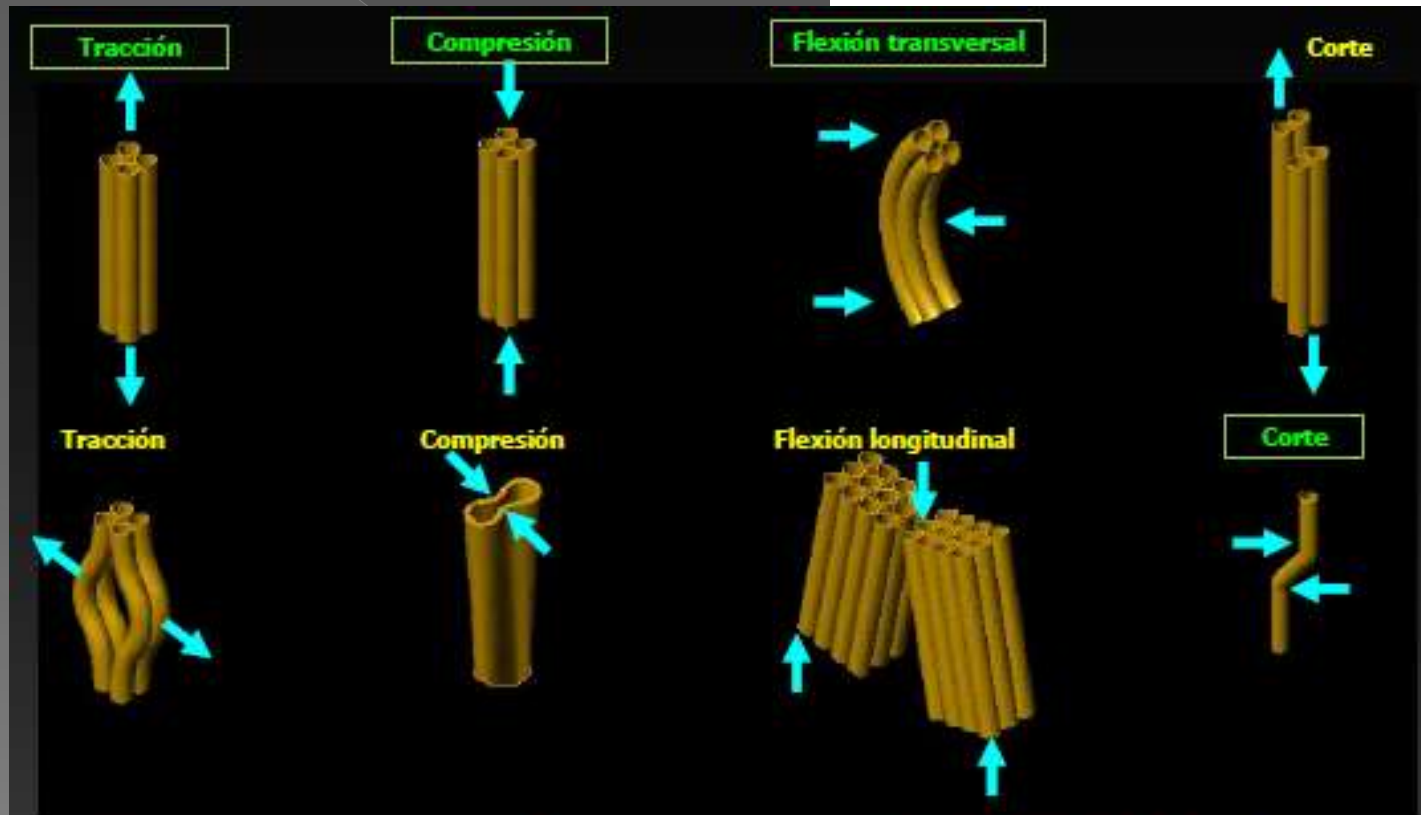
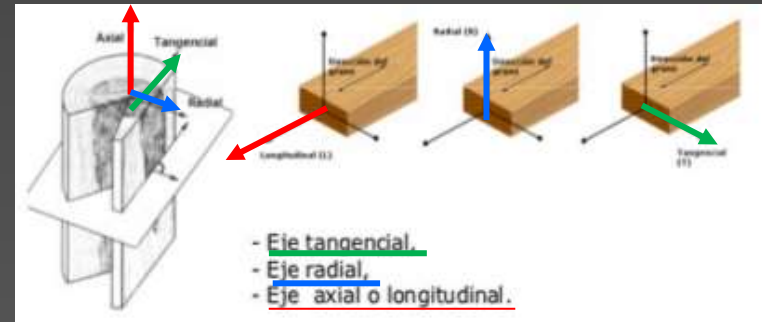
3



3. Despiezo tangencial

Cada corte al hilo se hace perpendicular al anterior. No se mejora la calidad de las piezas extremas.

PROPIEDADES FÍSICAS: ANISOTROPÍA



Las fibras de la madera tiene buena resistencia en **sentido longitudinal** a la tracción, compresión y flexión transversal, pero poca resistencia al corte.

Las fibras de la madera tienen buena resistencia en **sentido transversal** al corte, pero poca resistencia a flexión longitudinal y a esfuerzos normales.

PROPIEDADES DE LA MADERA

1. Generalidades
2. Propiedades Físicas y Mecánicas
3. Resistencia al Fuego
4. Protección de la madera

La madera es un material...

- **Biológico.**
- **Anisotrópico.**
- **Higroscópico.**

PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS

Propiedades Físicas

- 1.El agua en la madera
- 2.Contenido de humedad
- 3.Higroscopicidad
- 4.Hinchazón
- 5.Densidad
- 6.Cargas compartidas



Propiedades Mecánicas

- 1.Introducción
- 2.Propiedades mecánicas
- 3.Ensayos
- 4 Factores que influyen en la propiedades mecánicas
 - a) Contenido de humedad
 - b) Duración de la carga
 - c) Calidad de la madera
 - d) Temperatura
 - e) Efecto del tamaño
 - f) Cargas compartidas

RESISTENCIA AL FUEGO

- Comportamiento de la madera ante el fuego
- Ignifugación de la madera
- Velocidad de carbonización
- Recubrimientos de protección
- Bases para el cálculo en situaciones de incendio

PROTECCIÓN DE LA MADERA

- Agentes del deterioro
- Bióticos
- Abióticos
- Clasificación del riesgo
- Protecciones para la madera
 - a) Propiedades de las protecciones
 - b) Protección preventiva
 - c) Protección curativa



CLASIFICACIÓN DE LA MADERA

Guía didáctica ilustrada



Clasificación visual
Madera aserrada
Uso estructural

2017



INTI



Instituto
Nacional
de Tecnología
Industrial

Contenido

Prefacio.....	3
1. Introducción.....	7
2. Clasificación estructural.....	7
2.1. Clasificando Eucalipto.....	8
2.1.1. Médula.....	10
2.1.2. Rajaduras.....	11
2.1.3. Grietas.....	12
2.1.4. Arista faltante.....	13
2.1.5. Nudos.....	14
2.1.6. Ataques biológicos.....	15
2.1.7. Síntesis comparativa.....	16
2.2. Clasificando Pinos resinosos.....	19
2.2.1. Médula.....	20
2.2.2. Rajaduras.....	21
2.2.3. Grietas.....	23
2.2.4. Arista faltante.....	24
2.2.5. Nudos.....	26
2.2.6. Anillos de crecimiento.....	37
2.2.7. Ataques biológicos.....	38
2.2.8. Síntesis comparativa.....	39
2.3. Reglas generales.....	41
2.3.1. Interpretación general de nudos.....	42
2.3.2. Grano inclinado (veta torcida).....	43
2.3.3. Deformaciones (torceduras).....	46
3. Normas de referencia.....	47

DEFECTOS EN LA MADERA

MADERA: DEFECTOS
INHERENTES AL MATERIAL
GRIETAS INTERNAS POR COLAPSO



FUENTE: CTBA, INAO, 1991

MADERA: DEFECTOS
INHERENTES AL MATERIAL
ACEBOLLADURA



MADERA: DEFECTOS
INHERENTES AL MATERIAL
OTROS DEFECTOS



BOLSILLO DE CORTEZA



GRIETA SUPERFICIAL



MÉDULA INCLUIDA



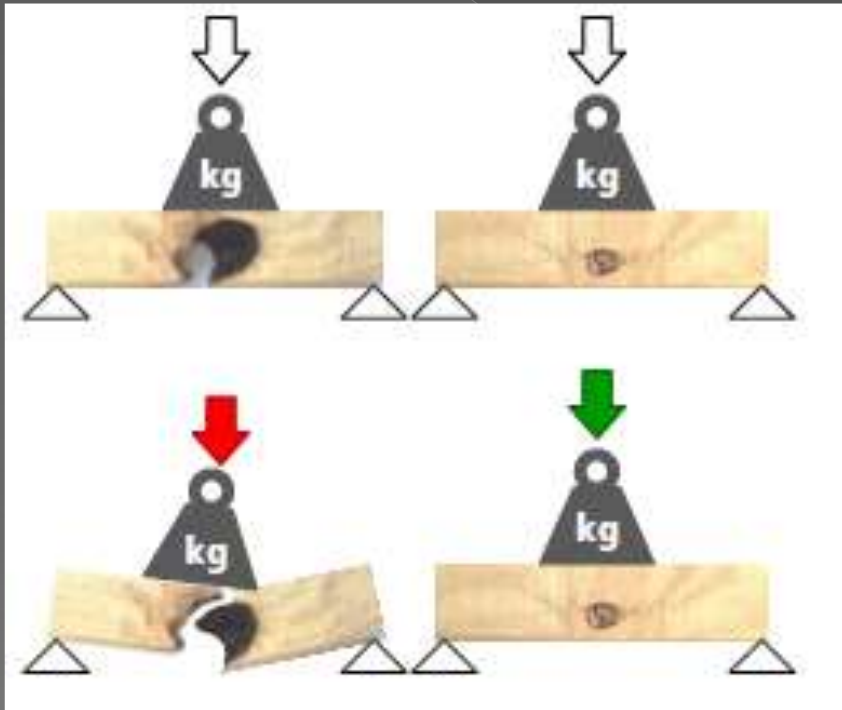
RAJADURA

MADERA: DEFECTOS
INHERENTES AL MATERIAL
OTROS DEFECTOS

Pieza con albura
y duramen y
bolsa de resina



CLASIFICACIÓN DE LA MADERA



**Importancia de la posición
y tamaño del nudo**



**La resistencia de la madera le da soporte
al sillón. El tapizado es como la
envolvente de la vivienda**

CLASIFICACIÓN DE LA MADERA

**Recomendación práctica y general para el clasificador:
Pensar los nudos como si fuesen "agujeros o mochetas"**

2.3.1. Interpretación general de nudos



La que manda es la "cabeza" del nudo

Nudos vivos o firmes



Nudos muertos o flojos



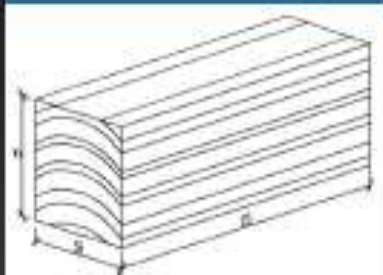
Agujeros (nudos caídos)



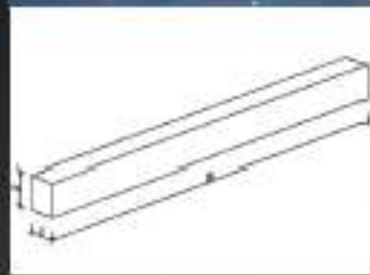
RESISTENCIA DE LA MADERA

LA **CAPACIDAD RESISTENTE** ES LA PROPIEDAD MÁS IMPORTANTE DE UN MATERIAL ESTRUCTURAL.

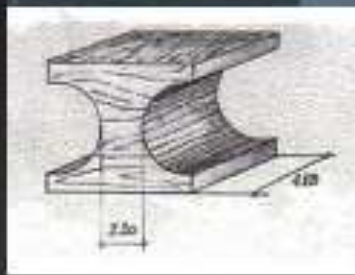
MÁS PRECISAMENTE LA **TENSIÓN ÚLTIMA CAPAZ DE SOPORTAR**, QUE SE DETERMINA APLICANDO ESFUERZOS DE TRACCIÓN O DE COMPRESIÓN NORMALMENTE EN MUESTRAS TOMADAS AL EFECTO Y EN MÁQUINAS DE ENSAYOS.



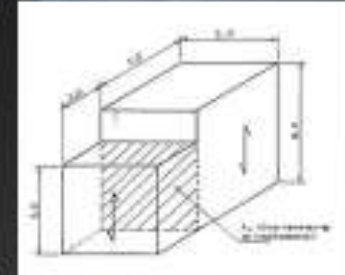
Compresión



Flexión



Tracción



Corte

PARÁMETROS DE REFERENCIA

Reglamento CIRSOC 601
Ministerio del Interior,
Obras Públicas y Vivienda
Secretaría de Obras Públicas de la Nación

INTI  **CIRSOC**
Instituto Nacional de
Tecnología Industrial Centro de Investigación de los
Reglamentos Nacionales de
Seguridad para las Obras Cíviles



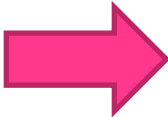
**REGLAMENTO ARGENTINO DE
ESTRUCTURAS DE
MADERA**

Julio 2016

- Madera aserrada de pino taeda y elliotti clasificada por resistencia de acuerdo con la norma IRAM 9670 (2002)

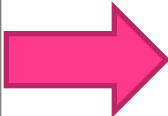
Los valores de diseño de referencia que se indican en la Tabla S.1.1.3-3. son aplicables a *madera aserrada de pino taeda y elliotti (Pinus taeda y elliottii)*, cultivado en el noreste argentino, que cumple las condiciones siguientes:

Tabla S.1.1.3-3. Valores de diseño de referencia para madera aserrada de pino taeda y elliotti clasificada por resistencia de acuerdo con la norma IRAM 9670 (2002) (N/mm²) (EP)



Grado	F_b	F_t	F_v	$F_{c\perp}$	F_c	E	$E_{0,05}$	E_{min}
1	6,2	3,7	0,7	0,9	6,0	7700	5200	3300
2	3,2	1,9	0,4	0,8	4,5	6500	4300	2700

Tabla S.1.1.3-4. Valores de la densidad para madera aserrada de pino taeda y elliotti clasificada por resistencia de acuerdo con la norma IRAM 9670 (2002) (kg/m³)



Clase de resistencia	$\rho_{0,05}$
1	420
2	390

siendo:
 $\rho_{0,05}$ el valor característico de la densidad correspondiente al percentil 5 % con un contenido de humedad del 12 %

PARÁMETROS DE DISEÑO (CIRSOC 601)

$$F' = F \times C_i$$

- F = Tensión de Diseño de **Referencia**
- F' = Tensión de Diseño **Ajustada**

$$E' = E \times C_i$$

- E = Módulo de Elasticidad de **Referencia**
- E' = Módulo de Elasticidad de **Ajustado**

$$E'_{0,05} = E_{0,05} \times C_i$$

- $E_{0,05}$ = Módulo de Elasticidad percentil **5**, para **deformaciones**

$$E'_{\text{mín}} = E_{\text{mín}} \times C_i$$

- $E_{\text{mín}}$ = Módulo de Elasticidad de **Mínimo**, para **estabilidad**

Tabla 4.3-1. Factores de ajuste aplicables para madera aserrada

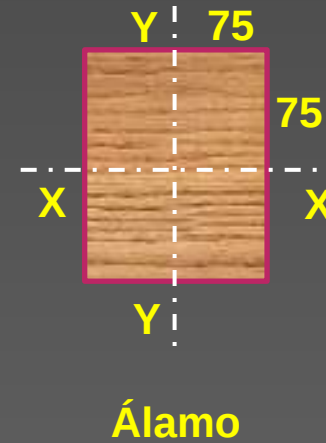
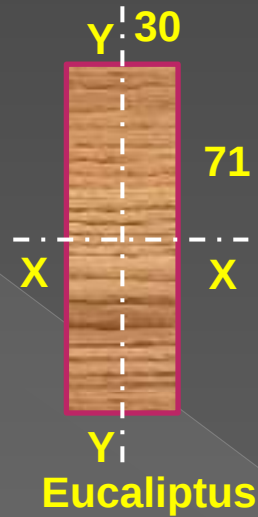
Tensiones y módulo de elasticidad	Factores de ajuste aplicables							
$F_b = F_b$	X	C_D	C_M	C_t	C_L	C_F	C_i	-
$F_t = F_t$	X	C_D	C_M	C_t	-	C_F	-	-
$F_v = F_v$	X	C_D	C_M	C_t	-	-	-	-
$F_{c\perp} = F_{c\perp}$	X	C_D	C_M	C_t	-	-	-	-
$F_c = F_c$	X	C_D	C_M	C_t	-	-	-	C_P
$E = E$	X	-	C_M	C_t	-	-	-	-
$E'_{0,05} = E_{0,05}$	X	-	C_M	C_t	-	-	-	-
$E'_{\text{mín}} = E_{\text{mín}}$	X	-	C_M	C_t	-	-	-	-

ENSAYOS DE MADERAS. FLEXIÓN



Propiedad	Eucaliptus	Pino Eliotis 1	Pino Eliotis 2
Área			
Momento de Inercia			
Carga			
Tensión rotura			

ENSAYOS DE MADERAS. COMPRESIÓN



Propiedad	Eucaliptus	Álamo
Área		
Momento de Inercia x-x		
Momento de Inercia y-y		
Carga		
Tensión rotura		

FIN

DISEÑO ESTRUCTURAL III

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE ARQUITECTURA

ACERO Y MADERA