



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**COORDINACIÓN DE SERVICIOS ACADÉMICOS.**

**MECÁNICA DE MATERIALES I.**

**CATÁLOGO DE MICAS.**

**ING. CARBIA.**

MECANICA DE MATERIALES I

CATALOGO DE MICAS

CAPITULO I

1.- Definición del problema elección del tipo estructural	C1-1
2.- Análisis y diseño datos para construir	C1-2
3.- Seguridad razonable comportamiento adecuado	C1-3
4.- Economía, estética	C1-4
5.- Construcción	C1-5
6.- Propiedades mecánicas de los materiales (niveles)	C1-6
7.- Bases de la mecánica de materiales	C1-7
8.- Elementos estructurales típicos	C1-8

CAPITULO II

9.- Características, acción-respuesta	C2-1
10.- Características, acción-respuesta	C2-2
11.- Diseño de elementos	C2-3
12.- Diseño de elementos	C2-4
13.- Concepto acción-respuesta (aplicación)	C2-5

CAPITULO III

14.- Convenciones de cargas	C3-1
15.- Convenciones de apoyo	C3-2
16.- Clasificación de vigas	C3-3
17.- Isostaticidad, hiperstaticidad hipostaticidad	C3-4
18.- Cálculo de reacciones	C3-5
19.- Cálculo de reacciones	C3-6
20.- Cálculo de reacciones	C3-7
21.- Definición de diagramas	C3-8
22.- Diagramas de fuerza axial, cortante y momento	C3-9
23.- Diagrama fuerza axial en vigas	C3-10
24.- Diagrama de cortante en vigas	C3-11
25.- Diagrama momento flexionante	C3-12
26.- Ejemplo	C3-13

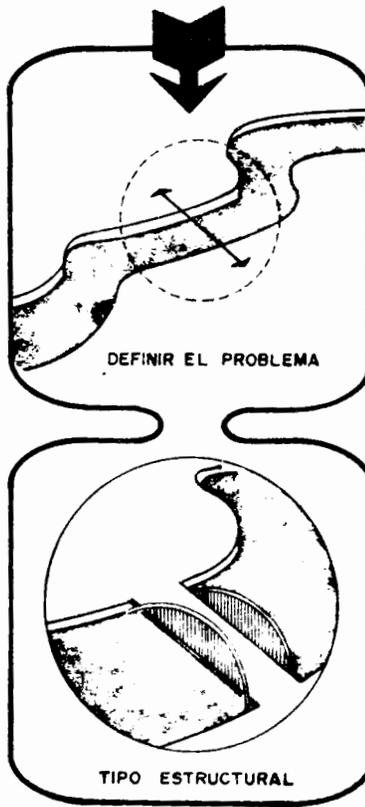
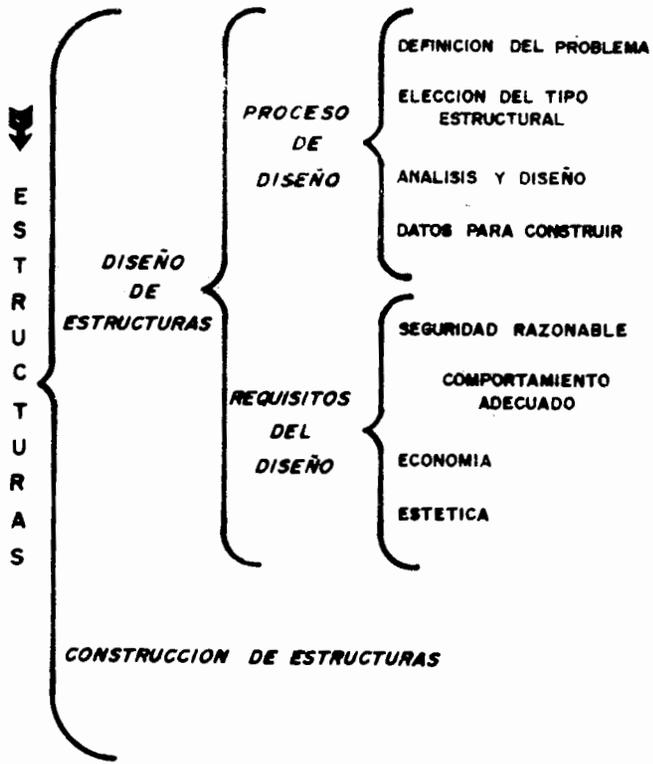
27.- Ejemplo	C3-14
28.- Ejemplo	C3-15
29.- Ecuaciones diferenciales de equilibrio	C3-16
30.- Obtención de diagramas de cortante y flexión por integración	C3-17
31.- Diagramas de cortante (integración) ejemplo	C3-18
32.- Diagramas de momento (integración) ejemplo	C3-19
33.- Diagramas de cortante (derivación)	C3-20
34.- Diagramas de cortante y flexión (derivación) ejemplo	C3-21

CAPITULO IV

35.- Comportamiento mecánico de los materiales, tensión simple	C4-1
36.- Curvas esfuerzo-deformación	C4-2
37.- Esfuerzos reales-esfuerzos nominales	C4-3
38.- Módulo de elasticidad	C4-4
39.- Deformaciones elásticas y plásticas	C4-5
40.- Propiedades mecánicas en tensión	C4-6
41.- Resistencia elástico	C4-7
42.- Rigidez	C4-8
43.- Relación de poisson	C4-9
44.- Resiliencia	C4-10
45.- Resistencia plástica	C4-11
46.- Ductilidad	C4-12
47.- Tenacidad	C4-13
48.- Resumen de propiedades	C4-14
49.- Fractura	C4-15
50.- Propiedades dinámicas	C4-16
51.- Propiedades dinámicas	C4-17
52.- Acero	C4-18
53.- Acero	C4-19
54.- Concreto	C4-20

REPRODUCCION GRAFICA DE LAMINAS DE RETROPROYECTOR ELABORADAS  
 POR EL ING. CARBIA EN COLABORACION CON LA OFICINA AUDIO-VISUAL  
 DE LA COORDINACION DE SERVICIOS ACADEMICOS.

604026



**OBSERVACIONES**



↓  
E  
S  
T  
R  
U  
C  
T  
U  
R  
A  
S

DISEÑO  
DE  
ESTRUCTURAS

PROCESO  
DE  
DISEÑO

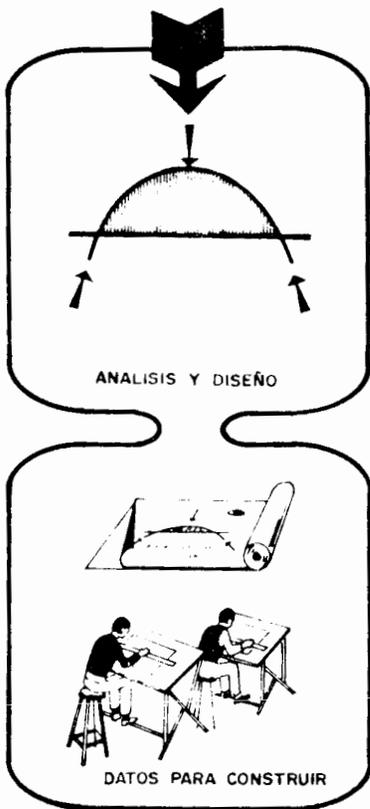
REQUISITOS  
DEL  
DISEÑO

DEFINICION DEL PROBLEMA  
ELECCION DEL TIPO  
ESTRUCTURAL  
ANALISIS Y DISEÑO  
DATOS PARA CONSTRUIR

SEGURIDAD RAZONABLE  
COMPORTAMIENTO  
ADECUADO

ECONOMIA  
ESTETICA

CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS



OBSERVACIONES



E  
S  
T  
R  
U  
C  
T  
U  
R  
A  
S

DISEÑO  
DE  
ESTRUCTURAS

PROCESO  
DE  
DISEÑO

REQUISITOS  
DEL  
DISEÑO

DEFINICION DEL PROBLEMA

ELECCION DEL TIPO  
ESTRUCTURAL

ANALISIS Y DISEÑO

DATOS PARA CONSTRUIR

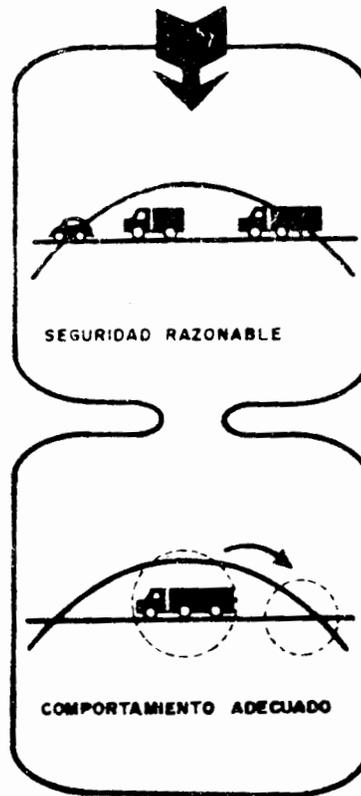
SEGURIDAD RAZONABLE

COMPORTAMIENTO  
ADECUADO

ECONOMIA

ESTETICA

CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS



OBSERVACIONES



E  
S  
T  
R  
U  
C  
T  
U  
R  
A  
S

DISEÑO  
DE  
ESTRUCTURAS

PROCESO  
DE  
DISEÑO

REQUISITOS  
DEL  
DISEÑO

DEFINICION DEL PROBLEMA

ELECCION DEL TIPO  
ESTRUCTURAL

ANALISIS Y DISEÑO

DATOS PARA CONSTRUIR

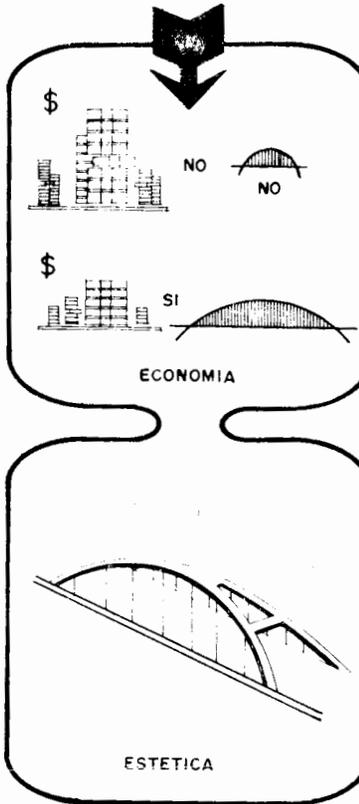
SEGURIDAD RAZONABLE

COMPORTAMIENTO  
ADECUADO

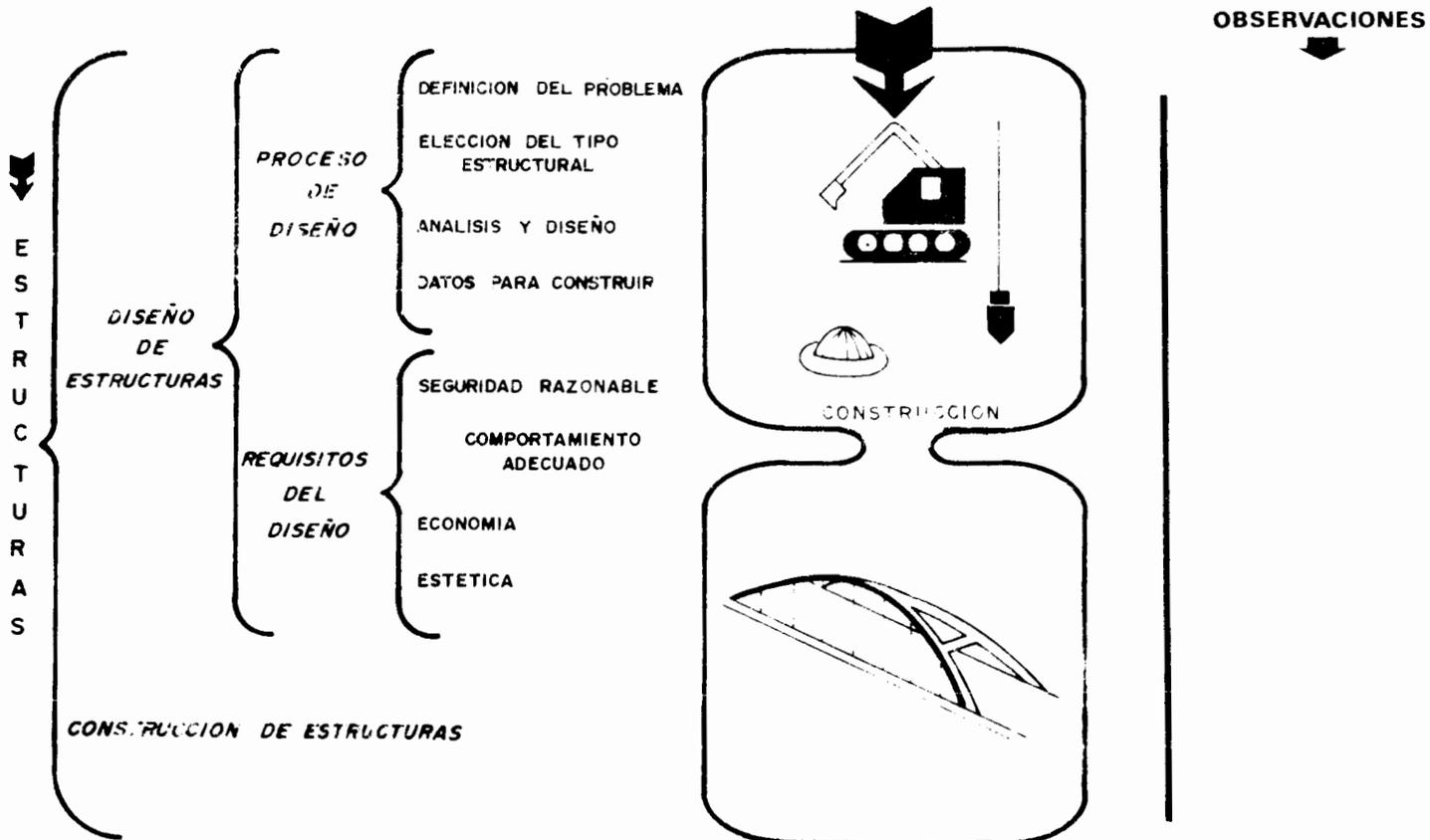
ECONOMIA

ESTETICA

CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS



OBSERVACIONES

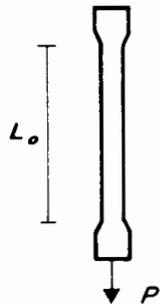


**ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LOS MATERIALES (NIVELES)**

OBSERVACIONES



MACROSCOPICO

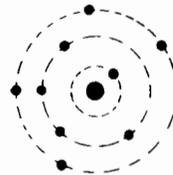


MICROSCOPICO



$10^{-3}$  a  $10^{-7}$  cms.

SUBMICROSCOPICO



Menor  $10^{-7}$  cms.



LA MECANICA DE LOS MATERIALES  
SE EASA EN



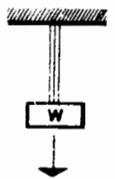
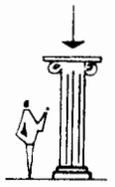
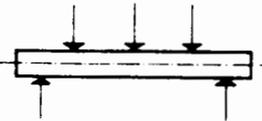
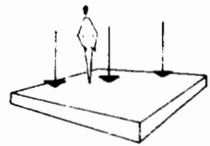
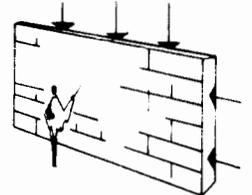
- A) ESTUDIAN EL EQUILIBRIO DE  
LOS CUERPOS RIGIDOS.
- B) DETERMINAN LAS ACCIONES -  
INTERNAS (CARGA AXIAL, CORTANTE,  
FLEXIONANTE Y TORSIONANTE).

OBSERVACIONES

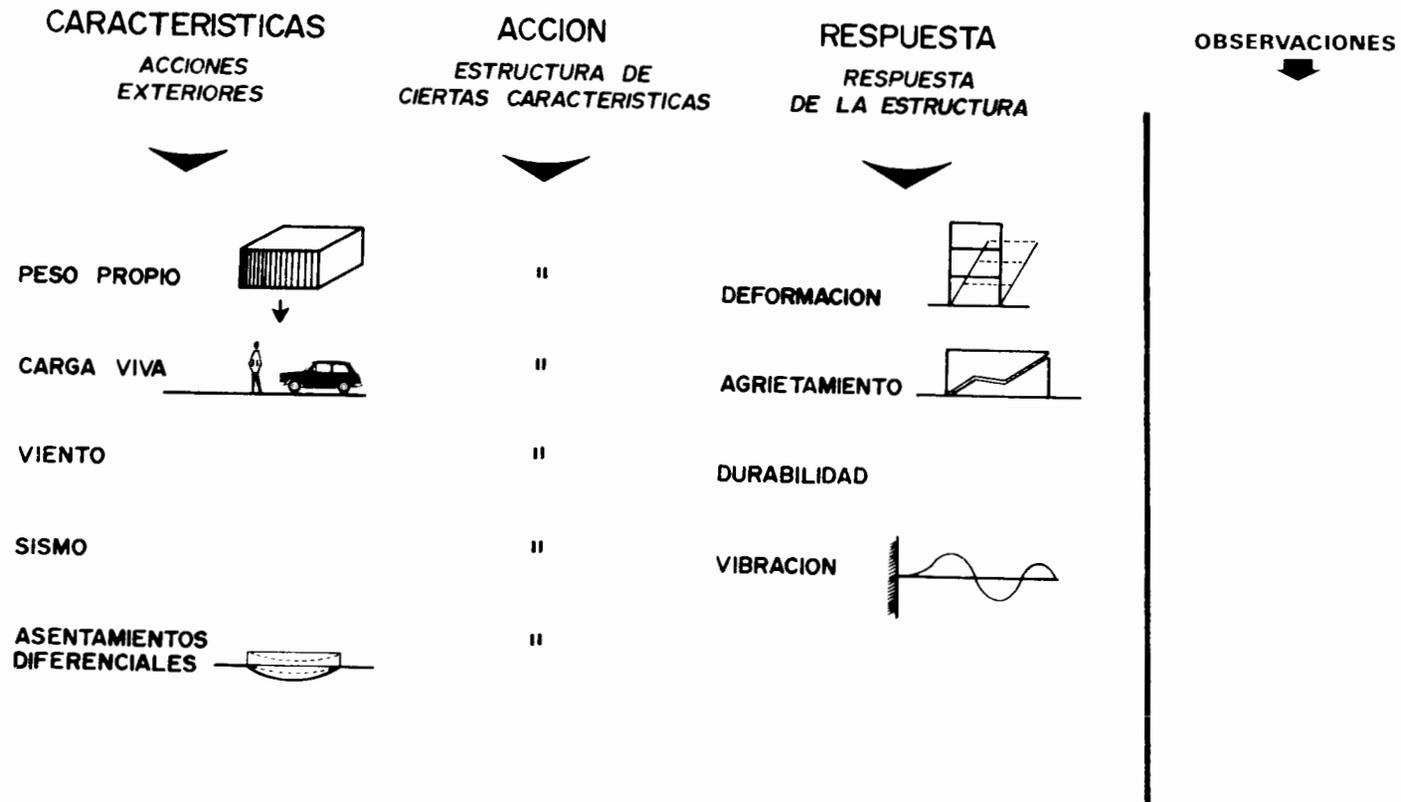


**Elementos Estructurales Típicos.**

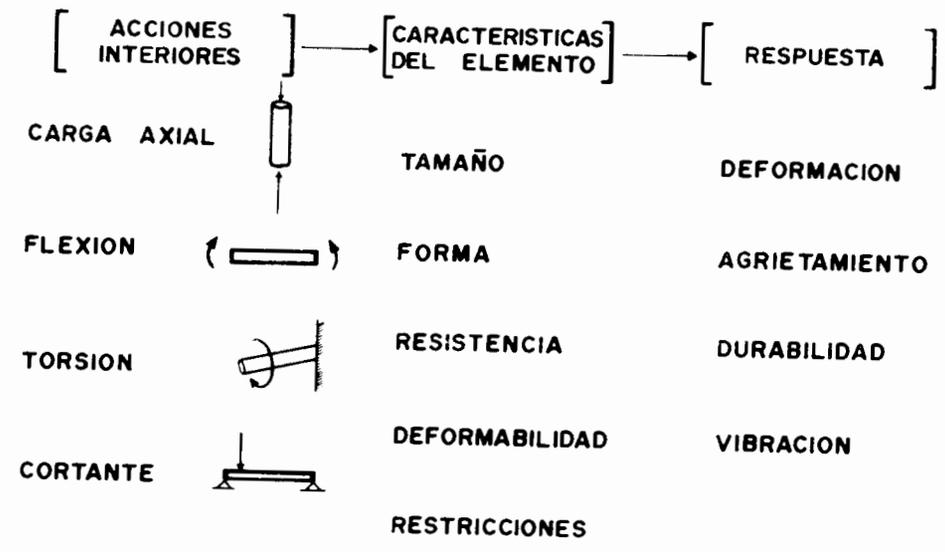
**OBSERVACIONES**

	<p><i>TENSOR</i></p>	<p>CARGAS AXIALES DE TENSION.</p>
	<p><i>COLUMNA</i></p>	<p>CARGAS AXIALES DE COMPRESION.</p>
	<p><i>VIGA</i></p>	<p>CARGAS PERPENDICULARES AL EJE DEL ELEMENTO.</p>
	<p><i>LOSA</i></p>	<p>CARGAS PERPENDICULARES A LA SUPERFICIE MAYOR.</p>
	<p><i>MURO</i></p>	<p>CARGAS PARALELAS (HORIZONTALES O VERTICALES) A LA SUPERFICIE MAYOR.</p>





CARACTERISTICAS — ACCION—RESPUESTA



OBSERVACIONES  
↓



## DISEÑO DE ELEMENTOS

OBSERVACIONES

### A) DISEÑO POR RESISTENCIA

1) *RESISTENCIA* { VALOR MAXIMO DE LA ACCION MECANICA  
QUE ES POSIBLE APLICAR A LA ES—  
TRUCTURA O ELEMENTO ESTRUCTURAL.

### 2) *FACTOR DE SEGURIDAD*

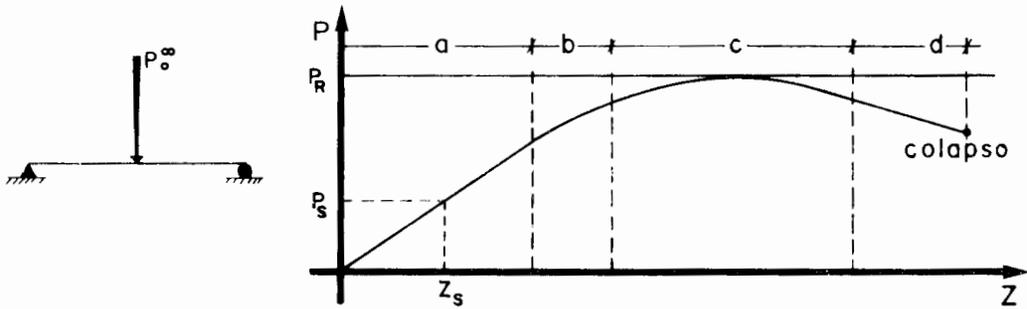
$$F.S. = \frac{\text{RESISTENCIA}}{\text{ACCION BAJO CARGAS DE SERVICIO}}$$

EVITAR LA:

OBJETO  
DEL  
F. S.

- a) INCERTIDUMBRE EN LA DETERMINACION DE ACCIONES Y SUS EFECTOS
- b) DISCREPANCIA ENTRE DIMENSIONES REALES Y SUPUESTAS
- c) VARIABILIDAD DE LAS CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES
- d) CONSECUENCIA DEL COLAPSO DE LA ESTRUCTURA.

CONCEPTO ACCION-RESPUESTA  
 APLICACION



OBSERVACIONES

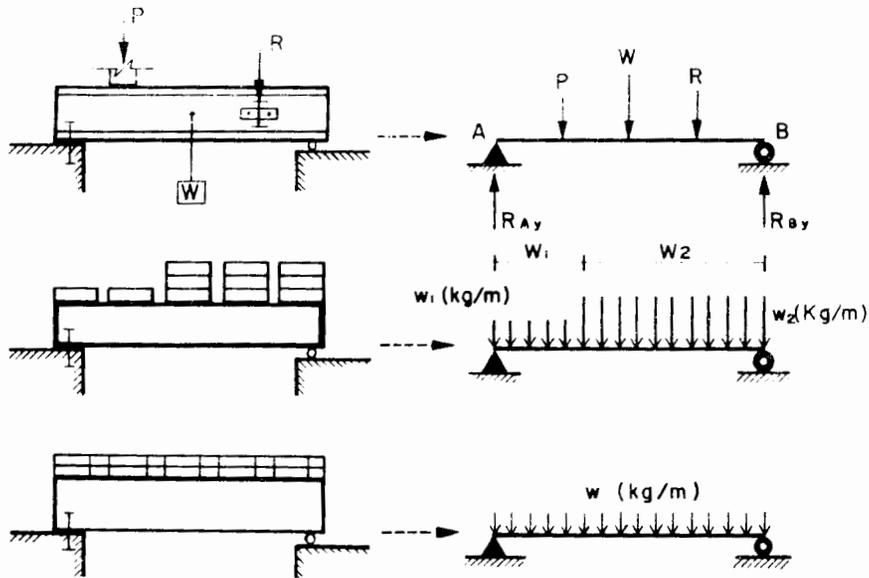
- (a) ETAPA ELASTICA  $P \approx Z$  (diseño de estructuras dentro de esta etapa)
- (b) ETAPA INTERMEDIA  $P \neq Z$
- (c) ETAPA PLASTICA  $P_R$  PARA  $\Delta P \rightarrow Z \nearrow \nearrow$
- (d) ETAPA INESTABLE (colapso)  $Z \nearrow \nearrow \nearrow \rightarrow P \searrow$

$\Rightarrow$  F.S. =  $\frac{P_R}{P_s}$ 

 $P_R$  = Carga de ruptura  
 $P_s$  = Carga de servicio

# CONVENCIONES DE CARGAS

EXPRESION REAL      EXPRESION CONVENCIONAL



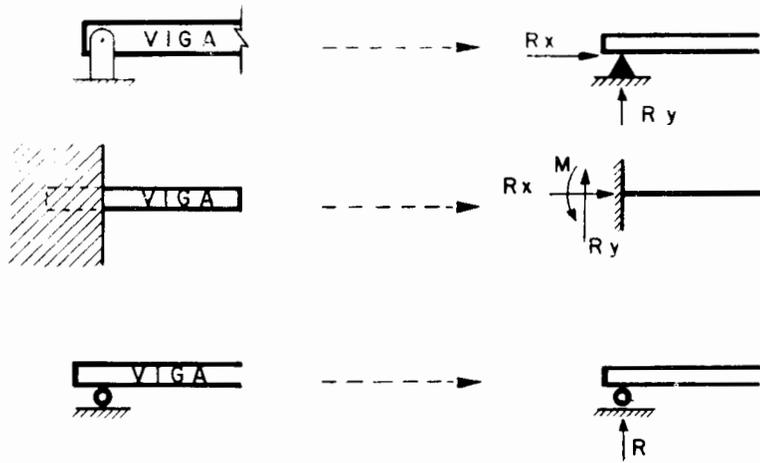
OBSERVACIONES



# CONVENCIONES DE APOYO

EXPRESION REAL

EXPRESION CONVENCIONAL



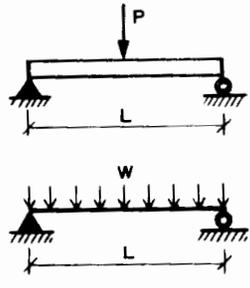
OBSERVACIONES



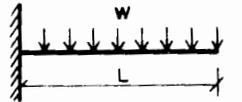
2  
A  
2  
-1  
1

# CLASIFICACION DE VIGAS

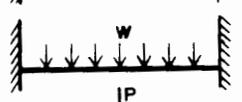
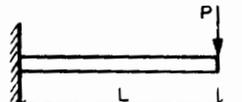
## OBSERVACIONES



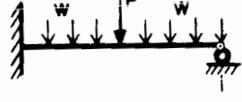
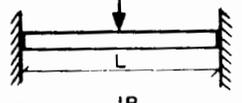
VIGAS LIBREMENTE APOYADAS



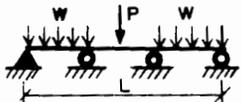
CANTILIVER ó VOLADIZO



DOBLEMENTE EMPOTRADAS



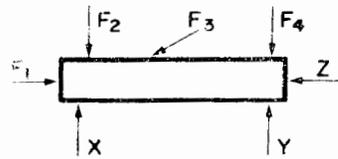
APOYADA Y EMPOTRADA



VIGA CONTINUA



**ISOSTATICIDAD**

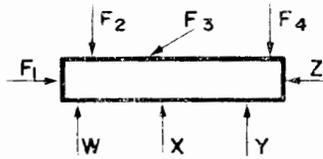


INCOGNITAS    ECUACIONES  
 X, Y, Z       $\Sigma F_x = 0$   
                   $\Sigma F_y = 0$   
                   $\Sigma M_0 = 0$

3 INCOGNITAS /  
 3 ECUACIONES

ESTRUCTURA ESTATICA-  
 MENTE DETERMINADA.

**HIPERESTATICIDAD**

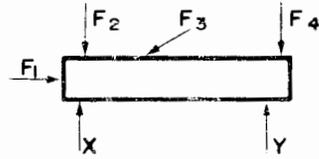


INCOGNITAS    ECUACIONES  
 W, X, Y, Z     $\Sigma F_x = 0$   
                   $\Sigma F_y = 0$   
                   $\Sigma M_0 = 0$

4 INCOGNITAS /  
 3 ECUACIONES

ESTRUCTURA ESTATICA-  
 MENTE INDETERMINADA.

**HIPOSTATICIDAD**



INCOGNITAS    ECUACIONES  
 X, Y             $\Sigma F_x = 0$   
                   $\Sigma F_y = 0$   
                   $\Sigma M_0 = 0$

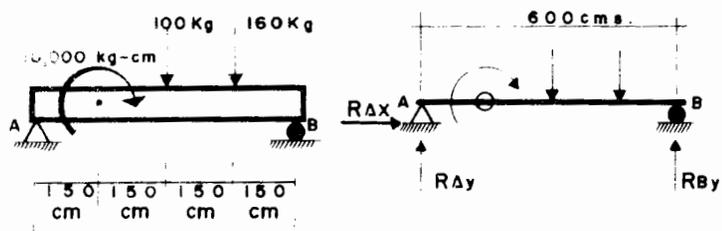
2 INCOGNITAS /  
 3 ECUACIONES

ESTRUCTURAS INESTA-  
 BLES.

OBSERVACIONES



## CALCULO DE REACCIONES



## OBSERVACIONES

### ECUACIONES DE EQUILIBRIO

$$1) \sum F_x = 0 \quad \rightarrow \quad R_{\Delta x} = 0$$

$$2) \sum F_y = 0 \quad \uparrow \quad R_{\Delta y} + R_{By} - 100 - 160 = 0$$

$$3) \sum M_A = 0 \quad + \quad 10,000 + 100(300) + 160(600) - R_{By}(600) = 0$$

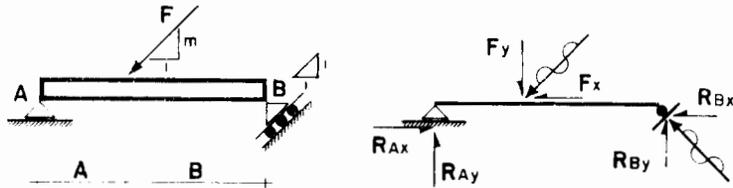
$$R_{By} = -186 \text{ Kg. y } R_{\Delta y} = +74 \text{ Kg.}$$

### 4) COMPROBACION

$$\sum M_B = 0 \quad +$$

$$74(600) + 10,000 - 100(300) - 160(150) = 0$$

## CALCULO DE REACCIONES



$$\begin{aligned} \textcircled{1} \quad \Sigma F_x &= 0 & R_{Ax} - F_x - R_{Bx} &= 0 \\ \textcircled{2} \quad \Sigma F_y &= 0 & R_{Ay} + R_{By} - F_y &= 0 \\ \textcircled{3} \quad \Sigma M_A &= 0 & F_y(A) - R_{By}(A+B) &= 0 \end{aligned}$$

*3 ECUACIONES — 4 INCOGNITAS*

PODEMOS ESTABLECER OTRA ECUACION  
EN EL APOYO *B*.

$$R_{By} = R_{Bx}$$

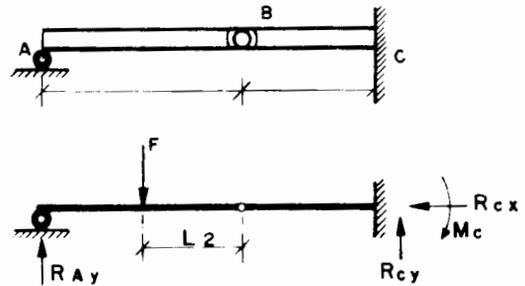
*4 ECUACIONES — 4 INCOGNITAS*

$\therefore$  *VIGA ISOSTATICA*

OBSERVACIONES

604026

## CALCULO DE REACCIONES



$$1 \quad \sum F_y = 0 \quad R_{Ay} + R_{Cy} - F = 0$$

$$2 \quad \sum F_x = 0 \quad R_{Cx} = 0$$

$$3 \quad \sum M_C = 0 \quad R_{Ay}(L+L_1) - F(L_1+L_2) + M_C = 0$$

INCOGNITAS (4)      ECUACIONES (3)

$R_{Cx}$ ;  $R_{Ay}$ ;  $R_{Cy}$ ;  $M_C$ .

PODEMOS ESTABLECER OTRA  
ECUACION DE EQUILIBRIO.

$\sum M_B = 0$       POR SER ARTICULACION.

$$4 \quad R_{Ay}(L) - F(L_2) = 0$$

4 INCOGNITAS / 4 ECUACIONES

∴ VIGA ISOSTATICA

## OBSERVACIONES



## DEFINICION DE DIAGRAMAS .

**DIAGRAMA DE MOMENTO FLEXIONANTE, FUERZA CORTANTE Y FUERZA AXIAL.**

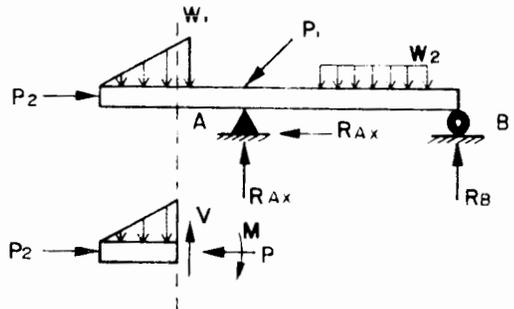
ES UNA CURVA CUYAS ORDENADAS REPRESENTAN EL VALOR DEL MOMENTO, FUERZA CORTANTE, O FUERZA AXIAL, EN CADA SECCION DE LA VIGA DEBIDO A LAS CARGAS QUE SE ENCUENTRAN A UN LADO DE LA SECCION.

OBSERVACIONES



**DIAGRAMAS DE FUERZA  
AXIAL, CORTANTE Y MOMENTO**

➔ SI UN CUERPO ESTA EN EQUILIBRIO, CUALQUIER PARTE DEL CUERPO TAMBIEN ESTARA EN EQUILIBRIO.



EN GENERAL. EN UNA SECCION DE UNA VIGA, UNA FUERZA VERTICAL, UNA FUERZA HORIZONTAL Y UN MOMENTO, SON REQUERIDOS PARA MANTENER EL SEGMENTO EN EQUILIBRIO.

- M ≠ 0
- P ≠ 0
- V ≠ 0

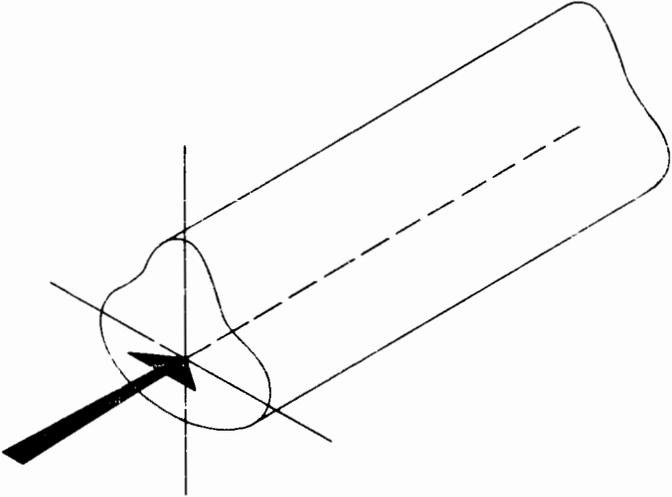
OBSERVACIONES  
↓



DIAGRAMA FUERZA AXIAL EN VIGAS

$$\Sigma F_x = 0$$

LA LINEA DE ACCION DE LA FUERZA AXIAL DEBERA COINCIDIR SIEMPRE CON EL CENTRO DE GRAVEDAD DE LA SECCION TRANSVERSAL DE LA VIGA.



OBSERVACIONES



CONVENCION DE SIGNOS

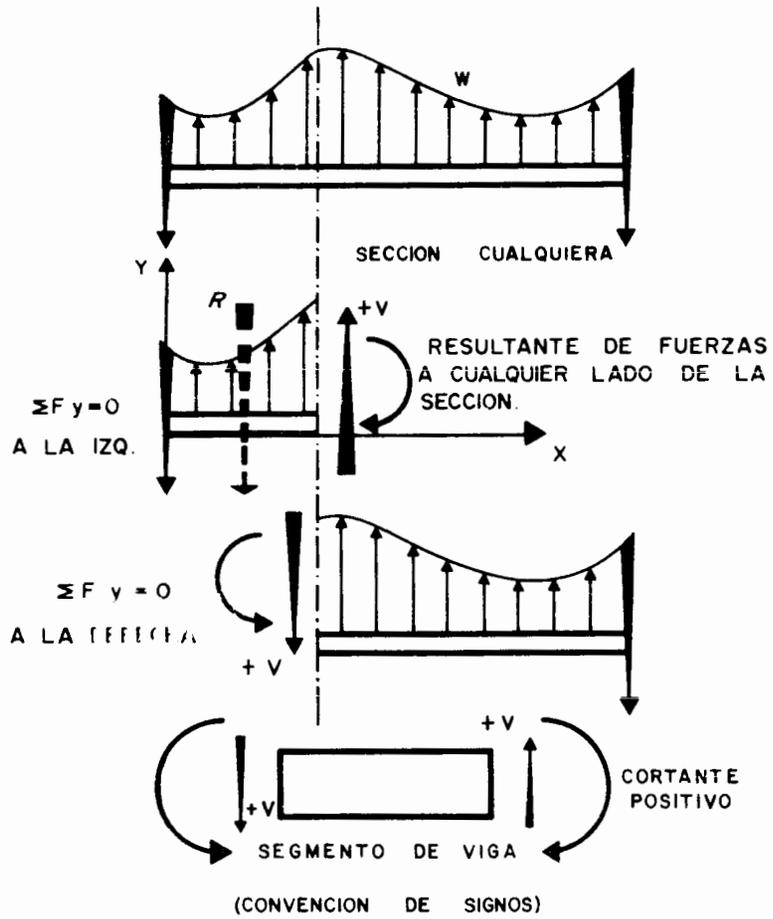
TENSION  
(+)

COMPRESION  
(-)

9  
1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12

# DIAGRAMA DE CORTANTE EN VIGAS

OBSERVACIONES



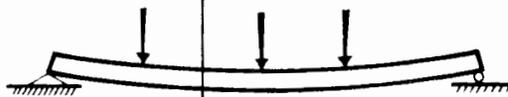
# DIAGRAMA MOMENTO FLEXIONANTE

# OBSERVACIONES

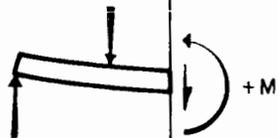
$$\sum M_z = 0$$

LA MAGNITUD DEL MOMENTO RESISTENTE INTERNO ES IGUAL

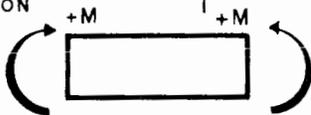
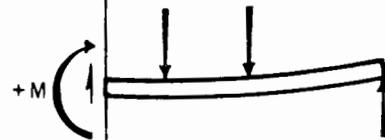
AL MOMENTO EXTERNO.



$\sum M_o = 0$   
A LA IZQUIERDA  
DE LA SECCION



$\sum M_o = 0$   
A LA DERECHA  
DE LA SECCION



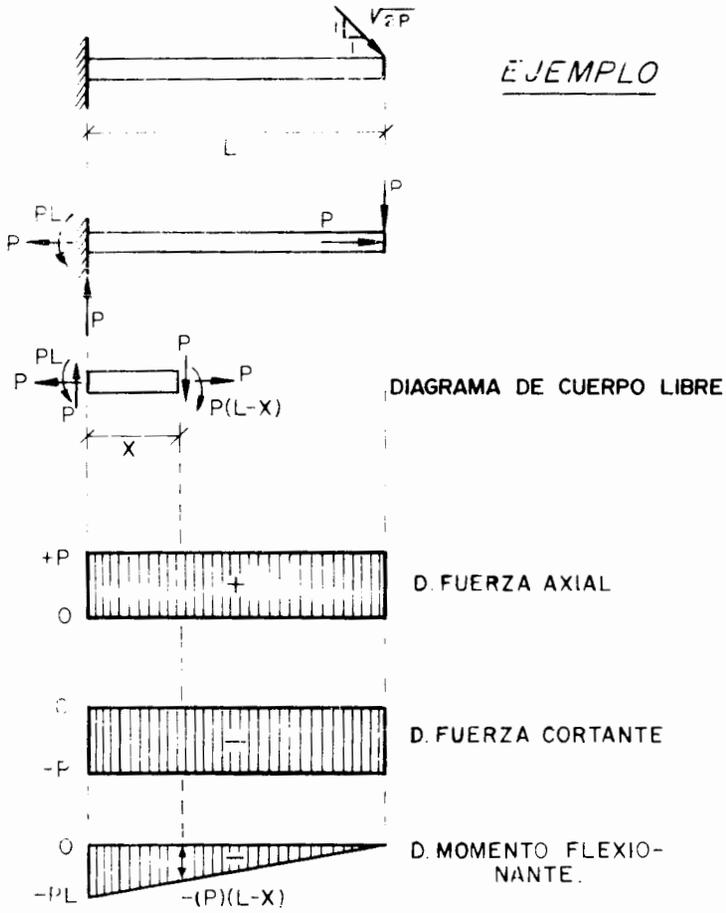
SEGMENTO DE VIGA  
CONVENCION DE SIGNOS





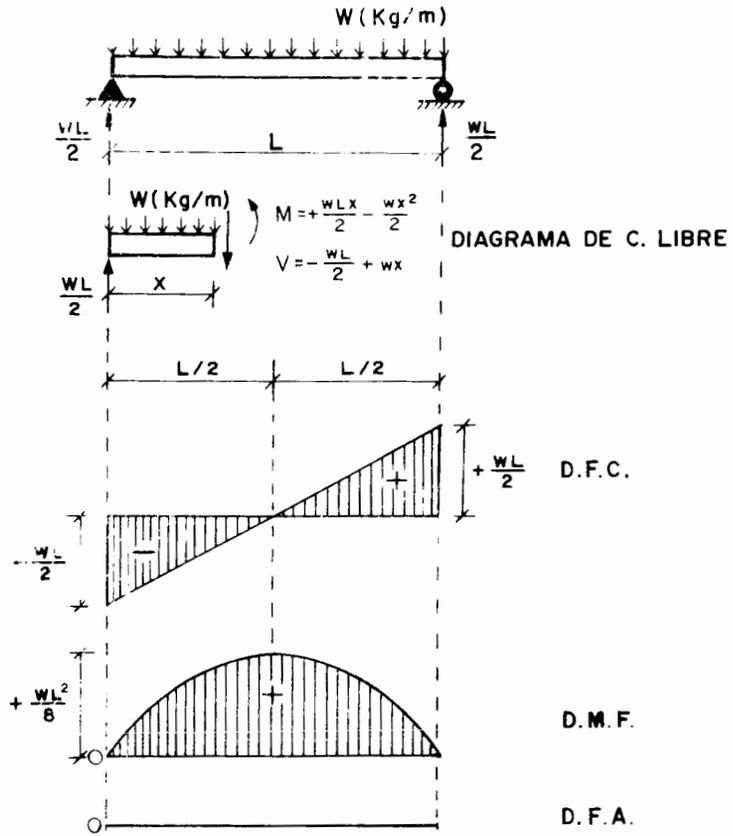
EJEMPLO

OBSERVACIONES



EJEMPLO

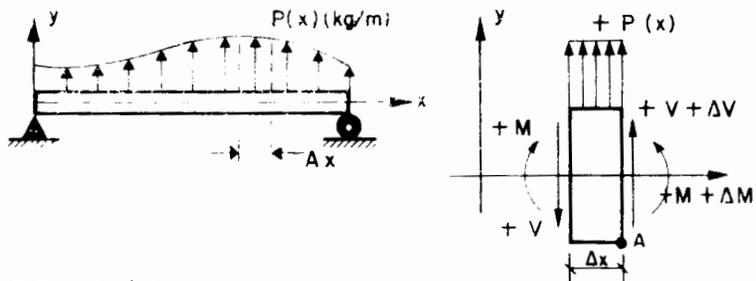
OBSERVACIONES



3  
 4  
 5  
 6  
 7  
 8  
 9  
 10  
 11  
 12  
 13  
 14  
 15  
 16  
 17  
 18  
 19  
 20  
 21  
 22  
 23  
 24  
 25  
 26  
 27  
 28  
 29  
 30  
 31  
 32  
 33  
 34  
 35  
 36  
 37  
 38  
 39  
 40  
 41  
 42  
 43  
 44  
 45  
 46  
 47  
 48  
 49  
 50  
 51  
 52  
 53  
 54  
 55  
 56  
 57  
 58  
 59  
 60  
 61  
 62  
 63  
 64  
 65  
 66  
 67  
 68  
 69  
 70  
 71  
 72  
 73  
 74  
 75  
 76  
 77  
 78  
 79  
 80  
 81  
 82  
 83  
 84  
 85  
 86  
 87  
 88  
 89  
 90  
 91  
 92  
 93  
 94  
 95  
 96  
 97  
 98  
 99  
 100

## ECUACIONES DIFERENCIALES DE EQUILIBRIO

## OBSERVACIONES



$$\sum F_y = 0 \uparrow \uparrow$$

$$-V + p \Delta x + (V + \Delta V) = 0 \quad \therefore \quad \boxed{\frac{\Delta V}{\Delta x} = -P} \quad (1)$$

$$\sum M_A = 0 \curvearrowright \uparrow$$

$$(M + \Delta M) + V \Delta x - M - (P \Delta x)(\Delta x / 2) = 0 \quad \therefore \quad \boxed{\frac{\Delta M}{\Delta x} = -V + \frac{P \Delta x}{2}} \quad (2)$$

Si en 1 y 2  $\Delta x \longrightarrow 0$

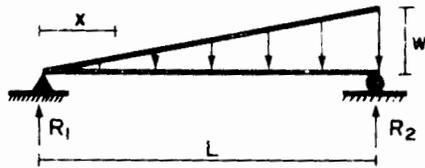
$$\lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta V}{\Delta x} = \boxed{\frac{dV}{dx} = -p} \quad (3) \quad \text{o} \quad \boxed{V(x) = -\int p dx + C_1}$$

$$\lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta M}{\Delta x} = \boxed{\frac{dM}{dx} = -V} \quad (4) \quad \text{o} \quad \boxed{M(x) = -\int V dx + C_2}$$

Sustituyendo (4) en (3)

$$\frac{d}{dx} \left( \frac{dM}{dx} \right) = \boxed{\frac{d^2 M}{dx^2} = p} \quad (5) \quad \text{o} \quad \boxed{M(x) = -\iint p dx + C_1 + C_2}$$

OBTENCION DE DIAGRAMAS DE CORTANTE Y FLEXION  
POR INTEGRACION



$$p_0(x) = -\frac{wx}{L}$$

$$V(x) = -\int p dx \quad C_1 \qquad V(x) = \int \frac{wx}{L} dx - C_1$$

$$V(x) = -\frac{wx^2}{2L} + C_1$$

$$V(x=0) = -R_1 = -\frac{wL}{6}$$

$$V(x=0) = -\frac{wL}{6} = 0 + C_1 \quad \therefore \quad C_1 = -\frac{wL}{6}$$

$$V(x) = -\frac{wx^2}{2L} - \frac{wL}{6} \quad \text{parábola de 2º grado}$$

$$M(x) = -\int V dx + C_2 = \int \left( \frac{wx}{6} - \frac{wx^2}{2L} \right) dx + C_2$$

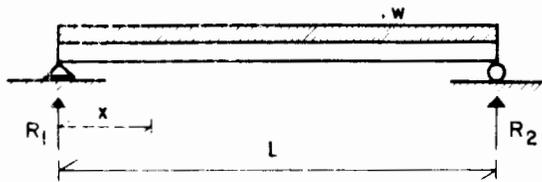
$$M(x) = \frac{wx^2}{6} - \frac{wx^3}{6L} + C_2 \qquad M(x=0) = 0 \quad \therefore \quad C_2 = 0$$

$$M(x) = \frac{wx^2}{6} x - \frac{wx^3}{6L} \quad \text{parábola de 3º grado}$$

OBSERVACIONES



DIAGRAMAS DE CORTANTE (INTEGRACION)  
EJEMPLO



$$V_x = -\int p \, dx + C_1$$

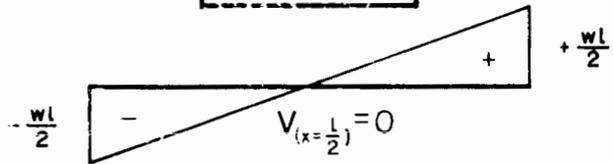
$$p = -w$$

$$V_x = -\int (-w) \, dx + C_1 = +wx + C_1$$

PERO  $V_{(x=0)} = -\frac{wL}{2}$  (POR ESTATICA)

$$-\frac{wL}{2} = 0 + C_1$$

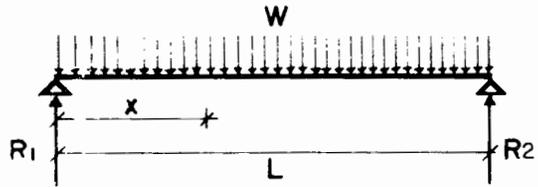
$$V_x = wx - \frac{wL}{2}$$



OBSERVACIONES



DIAGRAMAS DE MOMENTO (Integración)  
 • EJEMPLO



$$V(x) = Wx - \frac{Wl}{2}$$

$$M(x) = - \int V dx + C_2$$

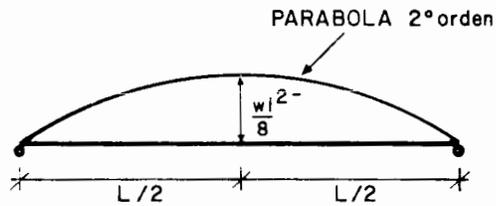
$$M(x) = - \int (Wx - \frac{Wl}{2}) dx + C_2$$

$$Mx = - \frac{Wx^2}{2} + \frac{Wl x}{2} + C_2$$

$$M(x=0) = 0 \quad \therefore C_2 = 0$$

➔ 
$$Mx = \frac{Wl}{2} x - \frac{Wx^2}{2}$$

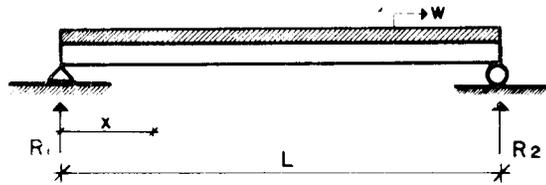
$$M(x = \frac{L}{2}) = \frac{Wl}{2} \frac{L}{2} - \frac{W L^2}{8} = \frac{Wl^2}{8}$$



OBSERVACIONES



DIAGRAMAS DE CORTANTE  
(DERIVACION)



$$M(x) = R_1 x - \frac{w x^2}{2} \quad R_1 = \frac{wL}{2} \left\{ \begin{array}{l} \text{CONOCIDO} \\ \text{POR} \\ \text{ESTATICA} \end{array} \right.$$

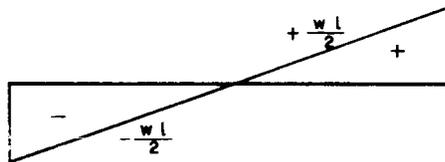
$$M(x) = \frac{wL}{2} x - \frac{w x^2}{2}$$

$$\frac{dM}{dx} = -V = \frac{wL}{2} - wx$$

$$V = -\frac{wL}{2} + wx$$

$$V(x = \frac{L}{2}) = 0$$

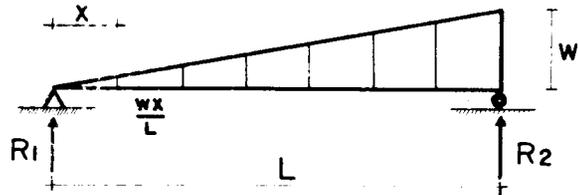
VARIACION  
LINEAL



OBSERVACIONES



## DIAGRAMAS DE CORTANTE Y FLEXION POR DERIVACION (EJEMPLO)



$$R_1 = \frac{WL}{6}$$

$$M(x) = \frac{WL}{6}x - \frac{WX}{L} \times \frac{x}{2} \times \frac{x}{3}$$

$$\Rightarrow M(x) = \frac{WL}{6}x - \frac{WX^3}{6L} \quad \text{PARABOLA 3º GRADO}$$

$$\frac{dM(x)}{dx} = -V = \frac{WL}{6} - \frac{3WX^2}{6L}$$

$$\Rightarrow V = -\frac{WL}{6} + \frac{WX^2}{2L} \quad \text{PARABOLA 2º GRADO}$$

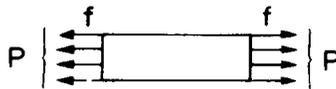
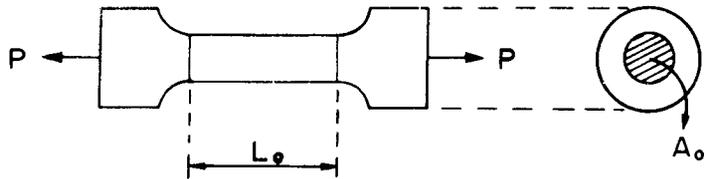
$$\frac{dV}{dx} = -P_0(x) = +\frac{WX}{L} \quad \text{VARIACION LINEAL}$$

OBSERVACIONES



COMPORTAMIENTO MECANICO  
DE LOS MATERIALES

TENSION SIMPLE



$$\epsilon = \frac{\Delta L_0}{L_0}$$

DEFORMACION UNITARIA

$$f = \frac{P}{A_0}$$

ESFUERZO NOMINAL

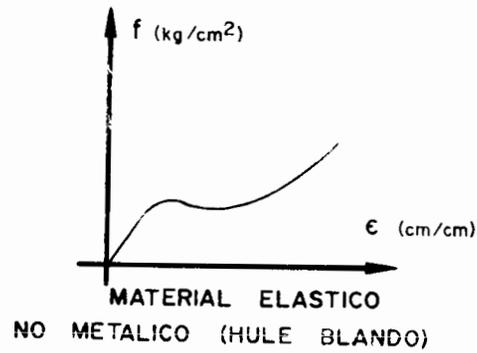
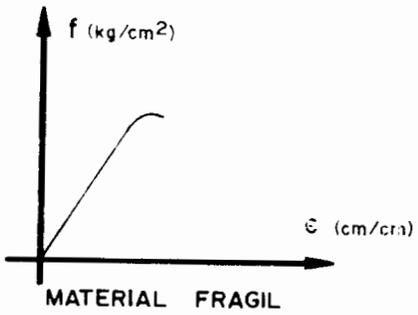
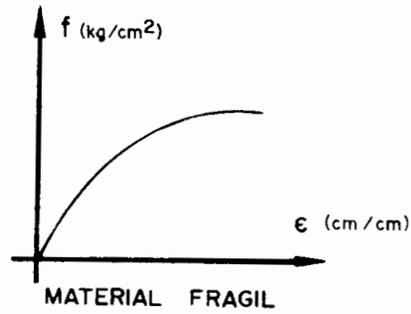
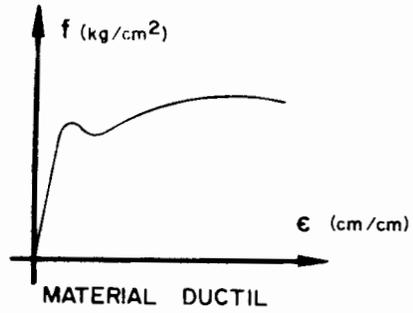
OBSERVACIONES



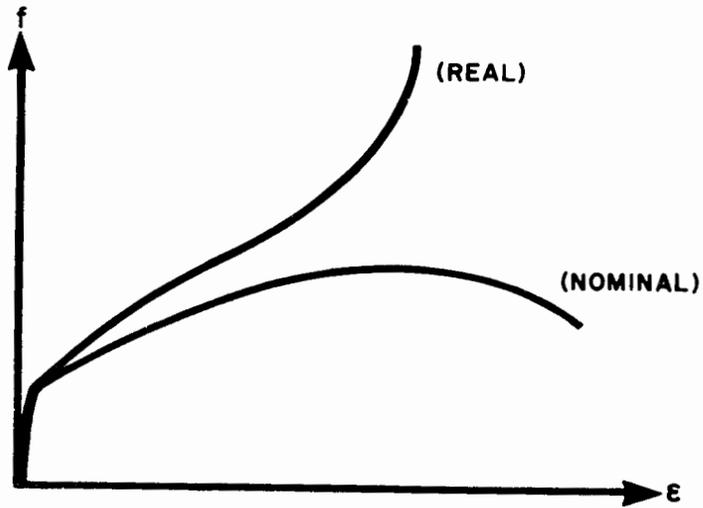
# CURVAS ESFUERZO-DEFORMACION

$f - \epsilon$

OBSERVACIONES



# ESFUERZOS REALES - ESFUERZOS NOMINALES



## OBSERVACIONES

$$f = \frac{P}{A_0} \text{ ESFUERZO NOMINAL}$$

A<sub>0</sub> = AREA INICIAL

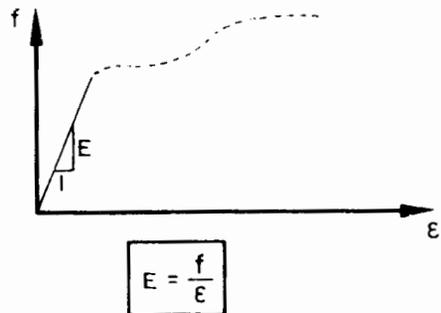
$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \text{ DEFORMACION UNITARIA NOMINAL}$$

$$f' = \frac{P}{A} \text{ ESFUERZO REAL}$$

A = AREA PARA UN VALOR DE P

$$\epsilon' = \frac{\Delta L}{L} \text{ DEFORMACION UNITARIA REAL}$$

## MODULO DE ELASTICIDAD



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

COMO  $f = P/A_0$  y  $\epsilon = \frac{\Delta L_0}{L_0}$

$$E = \frac{P L_0}{A_0 \Delta L_0}$$

PENDIENTE DE LA LINEA RECTA DE LA CURVA ESFUERZO-DEFORMACION

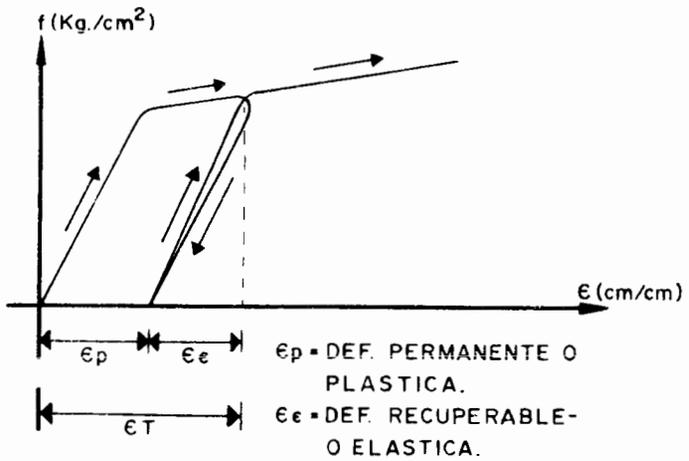
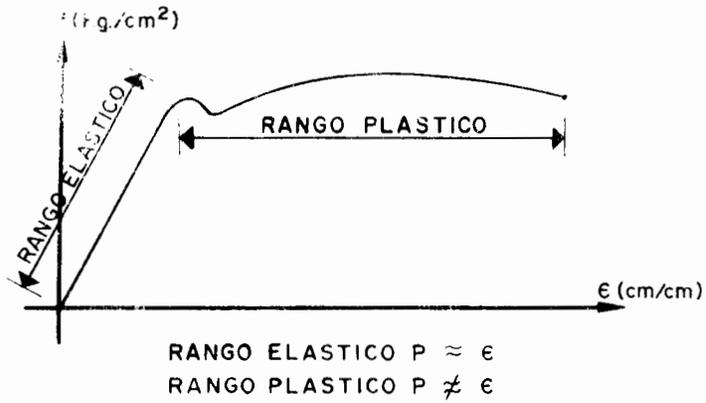
$$E = \frac{P L}{A \Delta}$$

## OBSERVACIONES



# DEFORMACIONES ELASTICAS Y PLASTICAS

## OBSERVACIONES



  
PROPIEDADES  
MECANICAS  
EN TENSION

● RANGO  
ELASTICO

RESISTENCIA ELASTICA

RIGIDEZ

RESILIENCIA

● RANGO  
PLASTICO

RESISTENCIA PLASTICA

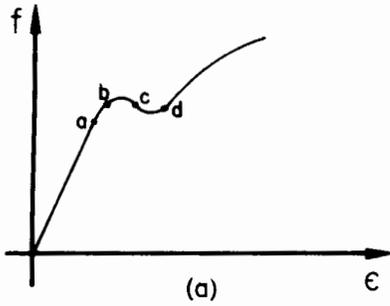
DUCTILIDAD

TENACIDAD

OBSERVACIONES

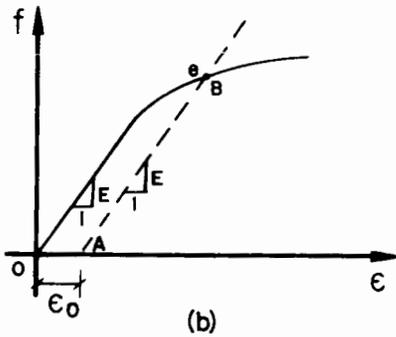


## RESISTENCIA ELASTICA



(a)

- Ⓐ Límite proporcional
- Ⓑ Límite elástico
- Ⓒ Punto de fluencia alto
- Ⓓ Punto de fluencia bajo



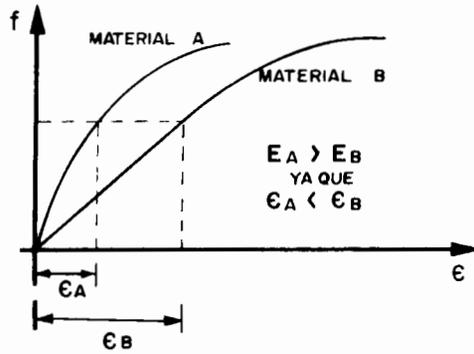
(b)

Determinación arbitraria  
de la resistencia a la  
fluencia.

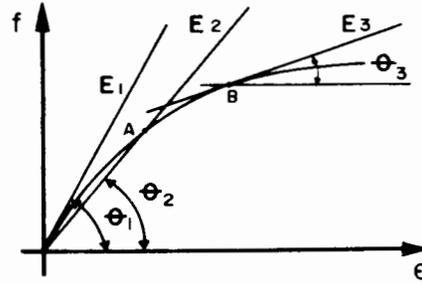
## OBSERVACIONES



## RIGIDEZ



LA RIGIDEZ DEL MATERIAL "A" ES MAYOR QUE LA DEL MATERIAL "B".



CONVENCIONES ARBITRARIAS DE RIGIDEZ.

- $E_1$  : MODULO TANGENTE INICIAL.
- $E_2$  : MODULO SECANTE
- $E_3$  : MODULO TANGENTE

## OBSERVACIONES



## RESILIENCIA

$$W = \int P \, d\Delta \quad \text{TRABAJO EXTERNO}$$

$$E = \frac{PL}{A\Delta} \quad \text{o} \quad P = \frac{AE}{L} \Delta$$

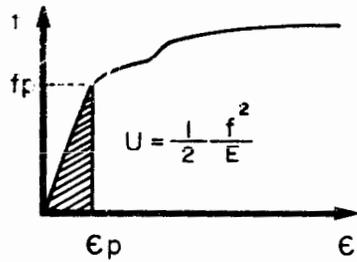
$$W = \int_0^{\Delta} \frac{AE}{L} \Delta \, d\Delta = \frac{AE}{L} \frac{\Delta^2}{2} = \frac{1}{2} P \Delta$$

$$\text{PERO } f = \frac{P}{A} \quad \text{y} \quad \epsilon = \frac{\Delta}{L}$$

$$W = \frac{1}{2} f \epsilon AL$$

$$U = \frac{1}{2} f \epsilon = \frac{1}{2} \frac{f^2}{E}$$

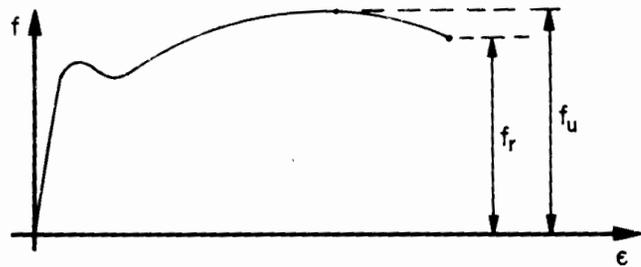
"RESILIENCIA ES LA ENERGIA DE DEFORMACION ALMACENADA EN UNA UNIDAD DE VOLUMEN REQUERIDA PARA LLEVAR EL MATERIAL AL LIMITE DE PROPORCIONALIDAD."



## OBSERVACIONES

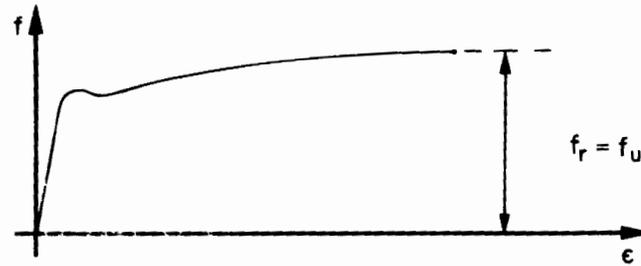


# RESISTENCIA PLASTICA

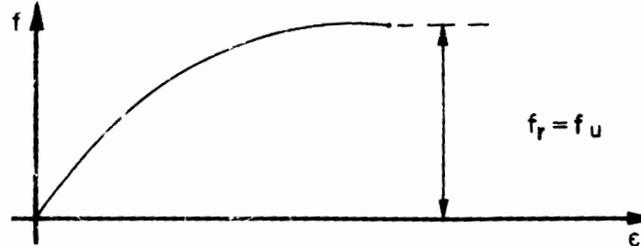


$f_u$  = ESFUERZOS ULTIMOS

$f_r$  = ESFUERZOS DE RUPTURA



$f_r = f_u$

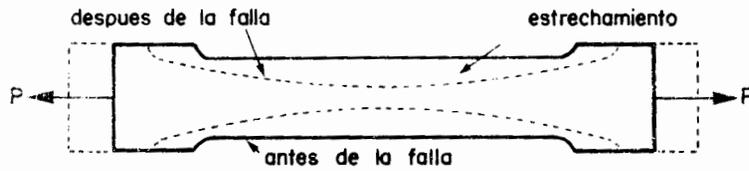


$f_r = f_u$

## OBSERVACIONES



## DUCTILIDAD



$$De = \frac{L_f - L_o}{L_o} \cdot 100$$

$L_f$  = LONG. FINAL  
 $L_o$  = LONG. INICIAL

PORCENTAJE  
DE  
ELONGACION

$$De = \epsilon_f \cdot 100$$

$\epsilon_f$  = DEFORMACION UNITARIA FINAL

PORCENTAJE  
DE  
ELONGACION

$$Da = \frac{A_o - A_f}{A_o} \cdot 100$$

$A_o$  = AREA INICIAL  
 $A_f$  = AREA FINAL

PORCENTAJE DE  
REDUCCION DE  
AREA.

OBSERVACIONES



# TENACIDAD

"ES LA ENERGIA DE DEFORMACION ALMACENADA EN UNA UNIDAD DE VOLUMEN REQUERIDA PARA LLEVAR EL MATERIAL A LA FALTA."

OBSERVACIONES

$$T = \int_0^{\epsilon_f} f \, d\epsilon$$

MODULO DE TENACIDAD  
(AREA BAJO LA CURVA f-ε)

$$T_0 = f_u \epsilon_f$$

INDICE DE TENACIDAD

$$T_0 = \left( \frac{f_y + f_u}{2} \right) \epsilon_f$$

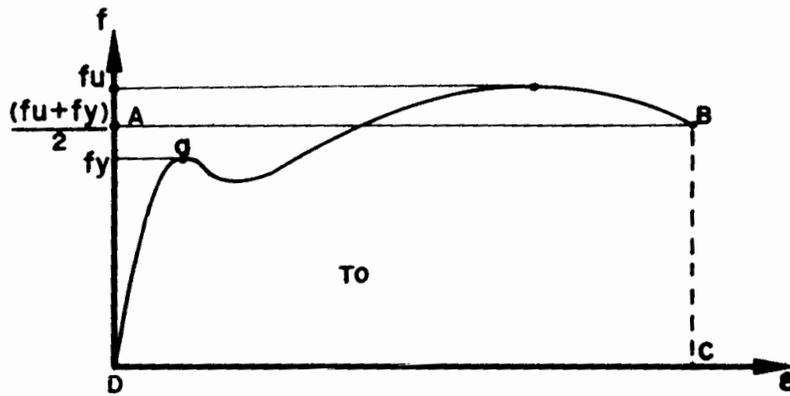
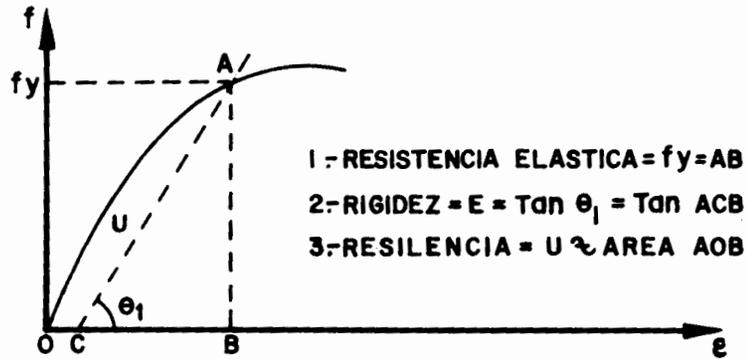
CUANDO  $f_u \neq f_y$

$$T_0 = \frac{2}{3} f_u \epsilon_f$$

CUANDO LA CURVA f-ε ES UNA PARABOLA



## RESUMEN PROPIEDADES



- 1.- RESISTENCIA PLASTICA =  $f_u$
- 2.- DUCTILIDAD =  $100 \epsilon_f = 100 \overline{DC}$
- 3.- TENACIDAD =  $T_o = \text{AREA } \overline{ABCD}$

## OBSERVACIONES





## FRACTURA

"SEPARACION DE UN CUERPO SUJETO A ESFUERZOS EN DOS O MAS PARTES, INICIANDOSE POR LA PROPAGACION DE UNA GRIETA."

## OBSERVACIONES



● *FRACTURA  
FRAGIL*



OCURRE POR PROPAGACION RAPIDA DE LA GRIETA SIN QUE SE DESARROLLEN DEFORMACIONES PLASTICAS IMPORTANTES.

● *FRACTURA  
DUCTIL*



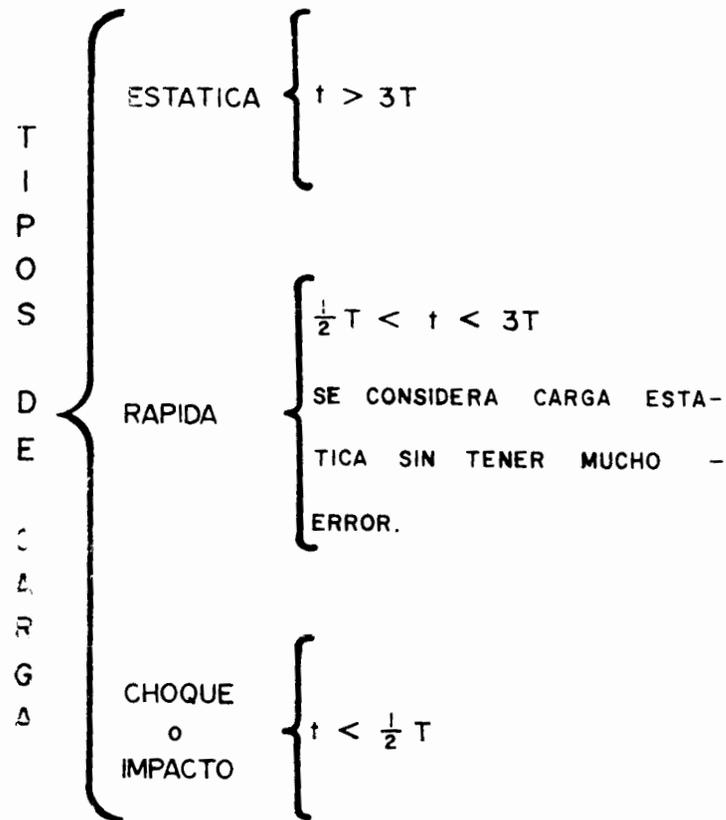
OCURRE DESPUES DE QUE SE DESARROLLAN DEFORMACIONES PLASTICAS - APRECIABLES.



## PROPIEDADES DINAMICAS

t: TIEMPO DE APLICACION DE LA CARGA

T: PERIODO NATURAL DE VIBRACION DEL ELEMENTO

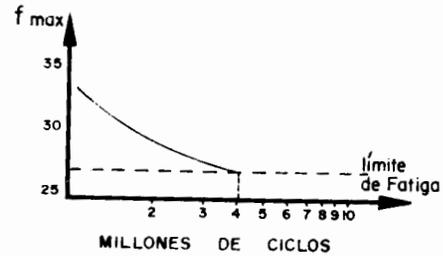


## OBSERVACIONES



## PROPIEDADES DINAMICAS

### A) FATIGA

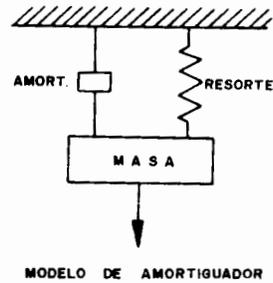
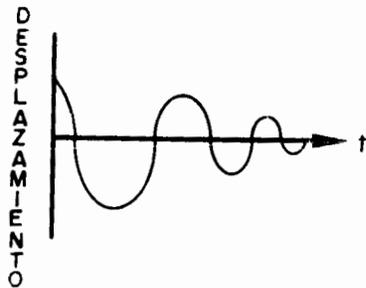


#### VARIABLES QUE AFECTAN LA FATIGA:

- TAMAÑO Y FORMA
- FRECUENCIA DE LOS CICLOS DE CARGA
- TEMPERATURA
- CONDICION DE SUPERFICIE
- CONCENTRACIONES DE ESFUERZOS

### B) IMPACTO

### C) AMORTIGUAMIENTO



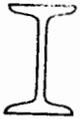
## OBSERVACIONES



# ACERO

## OBSERVACIONES

EJEMPLOS DE SECCIONES LAMINADAS, PLACAS Y  
SECCIONES COMPUESTAS COMUNMENTE FABRICA-  
DAS EN MEXICO



VIGAS I



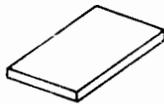
CANALES



ANGULOS



VIGAS H

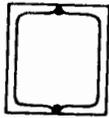


PLACAS

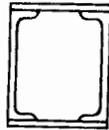


VIGAS I

COMPUESTAS



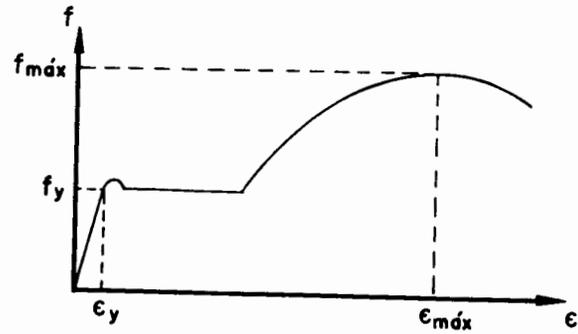
2 CANALES  
EN CAJON



CAJON COMPUESTO DE  
CANALES Y PLACAS

# ACERO

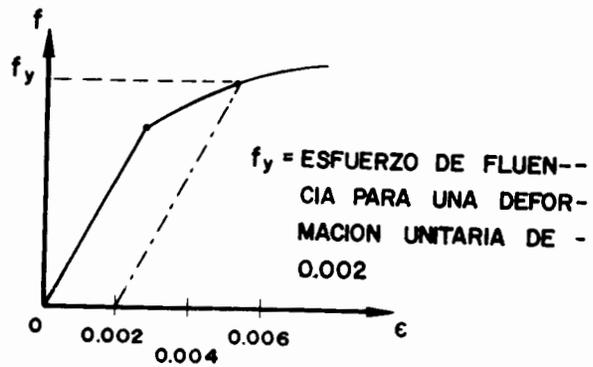
## CURVAS TÍPICAS ESFUERZO-DEFORMACION



## OBSERVACIONES



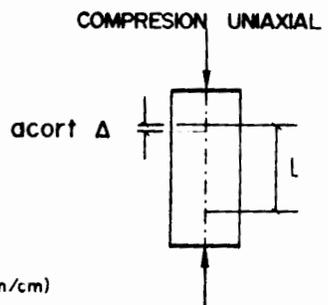
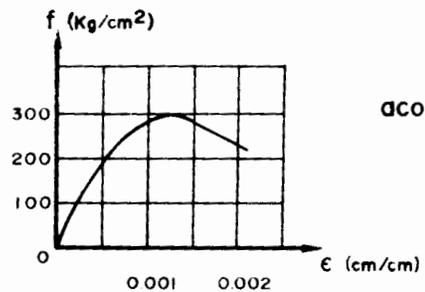
## CURVA $f$ - $\epsilon$ DE UN ACERO LAMINADO EN CALIENTE



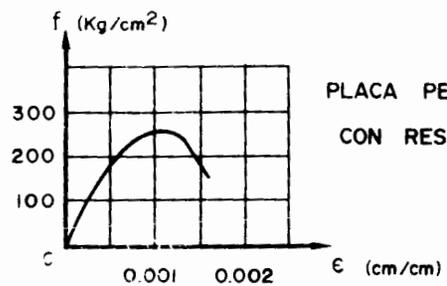
# CONCRETO

# OBSERVACIONES

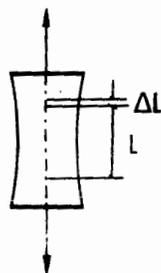
## CURVAS TÍPICAS ESFUERZO-DEFORMACION

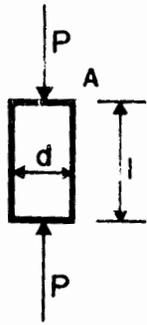
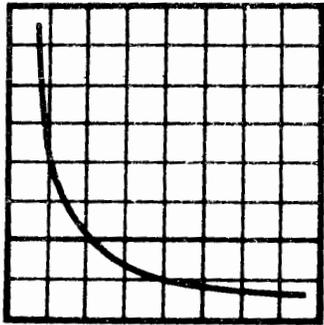


## TENSION UNIAxIAL



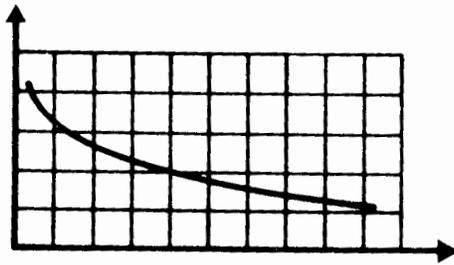
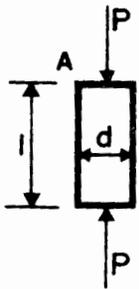
PLACA PEGADA  
CON RESINA





EFECTO DE LA ESBELTEZ

OBSERVACIONES

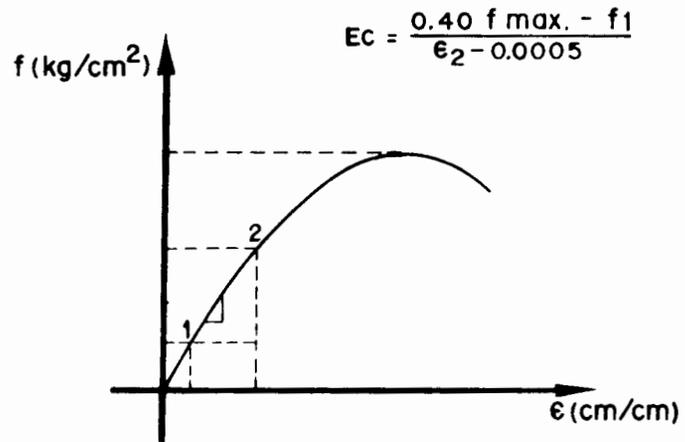


EFECTO DEL TAMAÑO



# MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO

OBSERVACIONES



DETALLE DEL MODULO ESTATICO DE ELASTICIDAD

604026