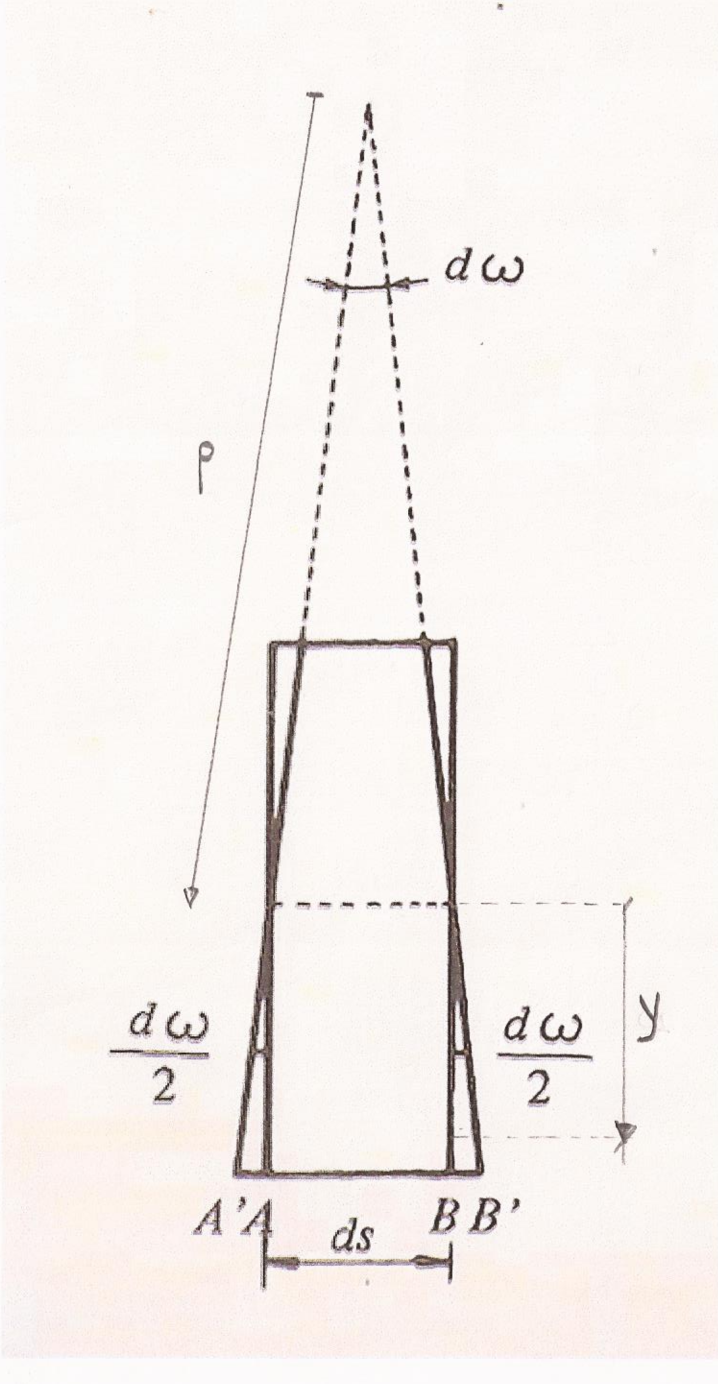
Comportamiento elastoplástico rebanada a flexión pura:



En la deformación de la rebanada se admite la hipótesis de Navier tanto en periodo elástico como plástico:

$$ds = \rho \, dw$$

Fibra situada a y:

$$\varepsilon_y = \frac{(A'A + BB')_y}{ds} = \frac{y \, dw}{ds} \Rightarrow \rho = \frac{ds}{dw} = \frac{y}{\varepsilon_y}$$

ROTULA PLASTICA:

rebanada sometida a flexión pura, momentos flectores crecientes

FASES: ELASTICA ($M \le M_e$)

ELASTOPLASTICA ($M_e < M < M_p$): equilibrio estable / fibras en fluencia contenidas por fibras en periodo elástico

ROTULA PLASTICA ($M = M_p$): sección totalmente plastificada: el giro entre las dos caras aumenta mientras actúa Mp hasta la deformación por rotura del material

rotula con rozamiento interno vencido por Mp

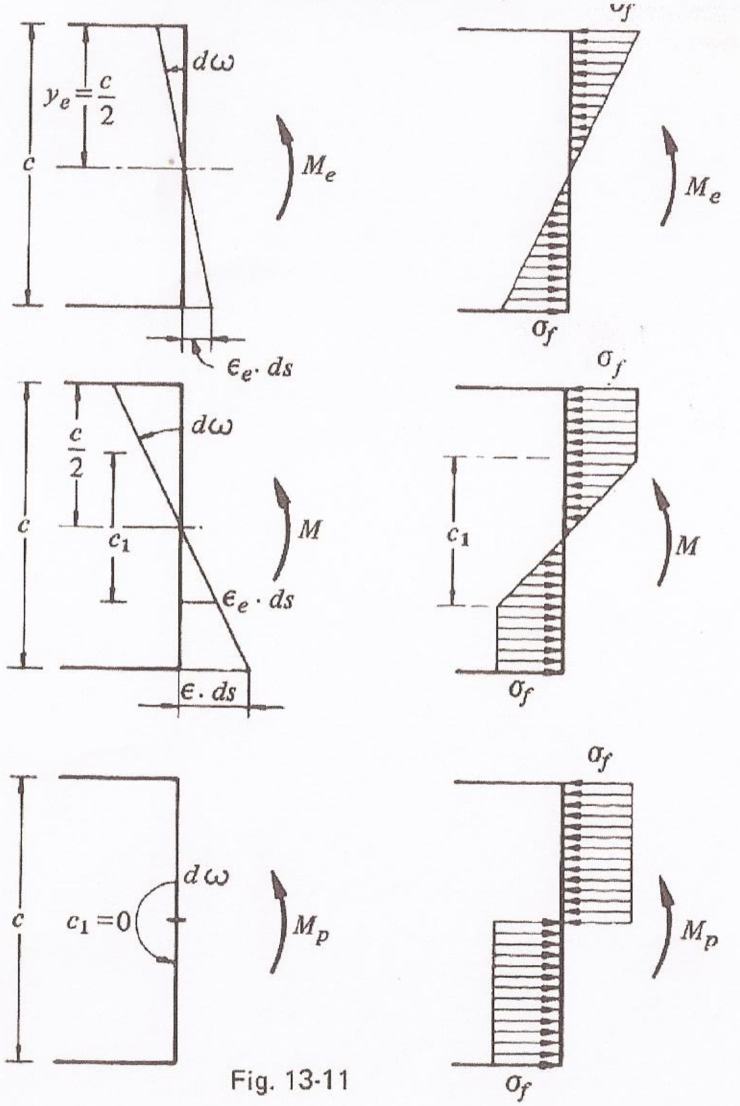
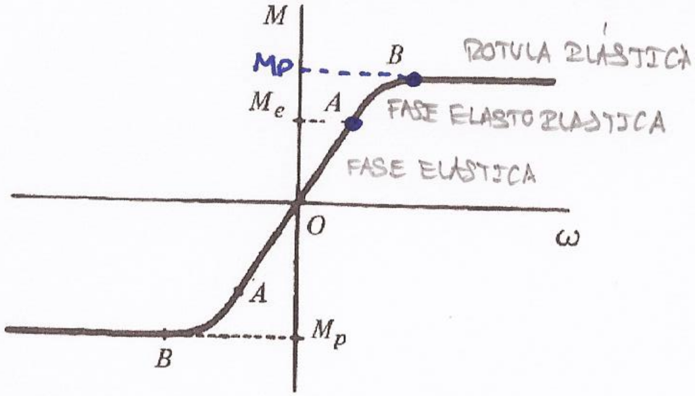


Fig. 13-11



Relación entre momentos flectores y giros

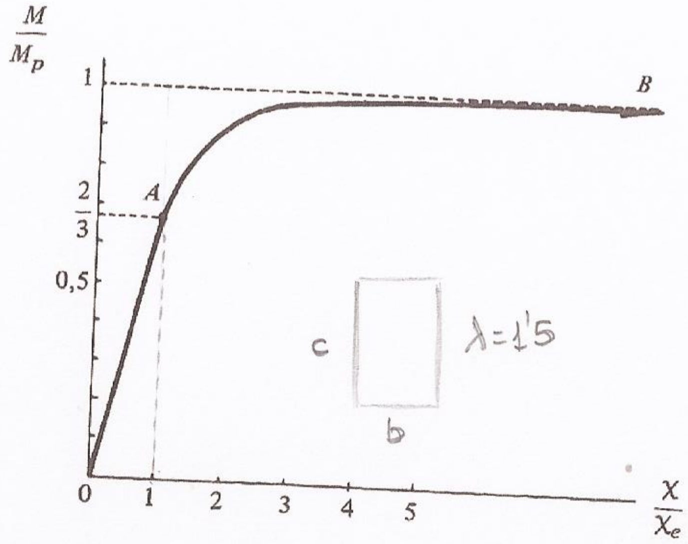


Diagrama momento - curvatura

FASE ELÁSTICA:

$$\chi = \frac{1}{\rho} = \frac{d\omega}{ds} = \frac{M}{EI} \; ; \; \frac{M}{M_e} = \frac{\chi}{\chi_e}$$

$$\frac{M}{M_p} = \frac{M}{1'5 M_e} = \frac{2}{3}\frac{\chi}{\chi_e}$$

FASE ELASTOPLÁSTICA:

$$\frac{M}{M_p} = 1 - \frac{1}{3}\left(\frac{c_1}{c}\right)^2 = 1 - \frac{1}{3}\left(\frac{\chi_e}{\chi}\right)^2$$

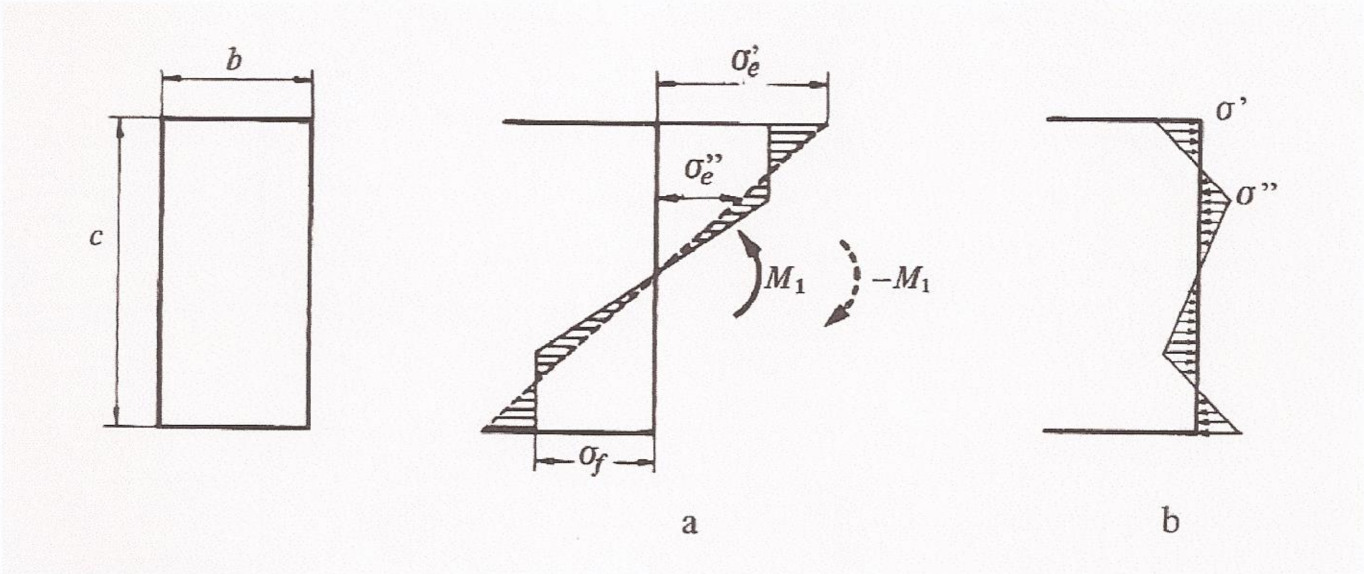
$$\left.\begin{array}{l} \rho_e = \frac{c}{2\varepsilon_e} \\ \rho_1 = \frac{c_1}{2\varepsilon_e} \end{array}\right\} \Rightarrow \frac{c_1}{c} = \frac{\chi_e}{\chi}$$

para que $M = M_p$ es necesario $\chi = \infty$

Mp: valor teórico, inalcanzable

Prof: Javier Suárez Medina

Calcular los valores de las máximas tensiones residuales cuando se anula un momento flector M_1 que había plastificado la mitad de la sección.



Momento elastoplástico en la sección rectangular

$$M = \frac{b}{12}\left[3c^2 - c_1^2\right]\sigma_f$$

Valor de M_1 que plastifica la mitad de la sección : $c_1 = \frac{c}{2}$

$$M_1 = \frac{b}{12}\left[3c^2 - \frac{c^2}{4}\right]\sigma_f = \frac{11}{48} bc^2 \sigma_f$$

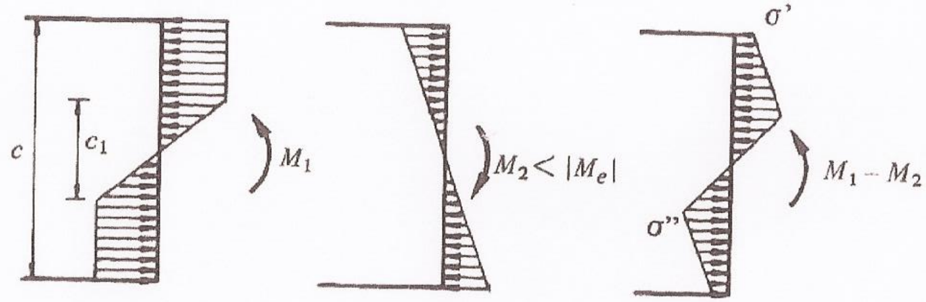
Al disminuir M_1 hasta anularse las fibras se comportan elásticamente

$$\sigma_e' = \left(\frac{My}{I}\right) = \frac{M_1\, c/2}{\frac{1}{12} bc^3} = \frac{6M_1}{bc^2} = \frac{11}{8}\sigma_f \quad ; \quad \sigma_e'' = \frac{11}{16}\sigma_f$$

Tensiones residuales máximas:

$$\sigma' = \frac{3}{8}\sigma_f \qquad \sigma'' = -\frac{5}{16}\sigma_f$$

TENSIONES RESIDUALES: después de aplicar $M_1 > M_e$ aplica M_2



$M_e < M_1 < M_p$

$\sigma = \dfrac{M_2 c}{2I}$

$\sigma' = \sigma_f - \dfrac{M_2 c}{2I}$

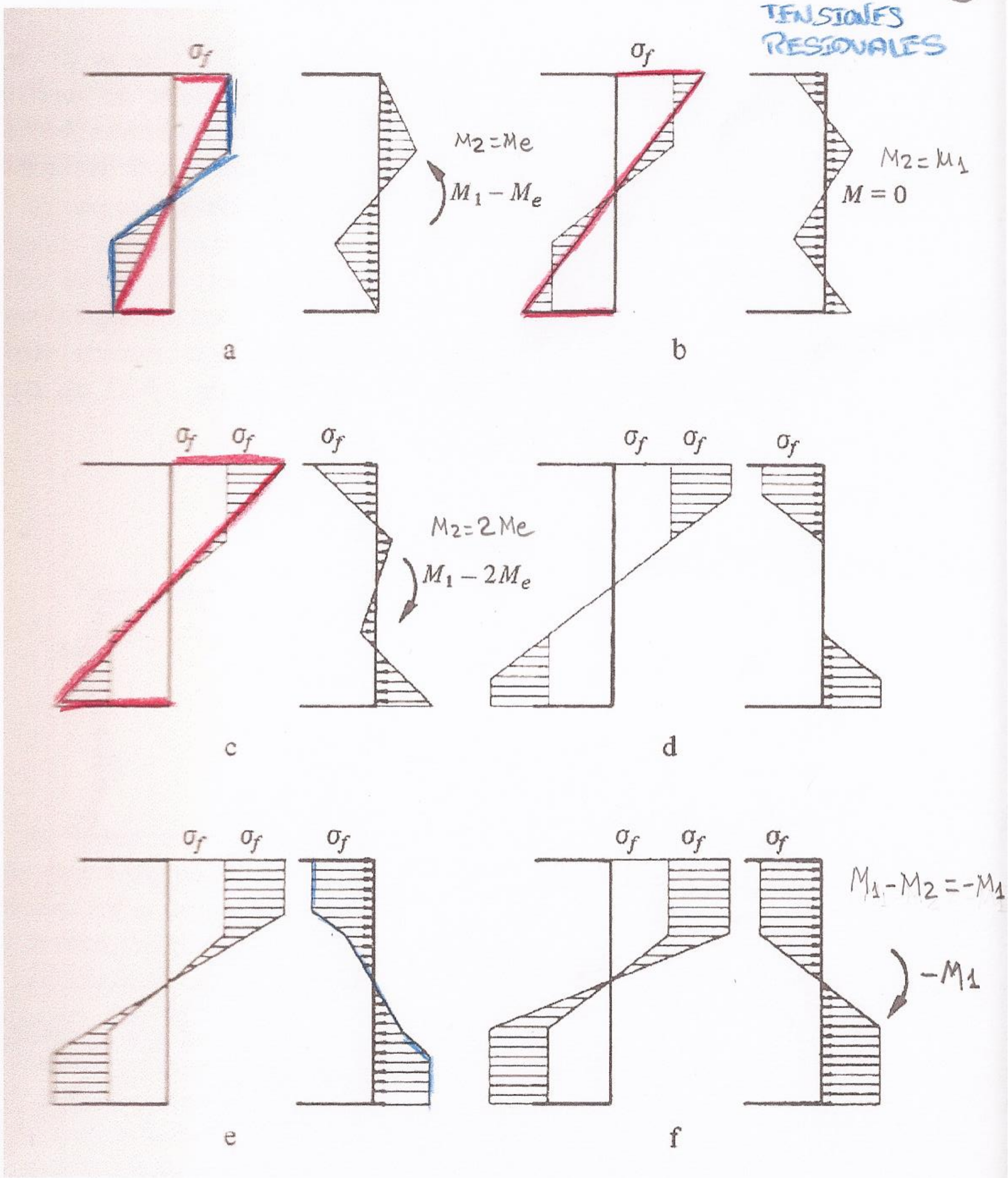
$\sigma'' = \sigma_f - \dfrac{M_2 c_1}{2I}$

$M_2 = M_e \Rightarrow \sigma' = 0$

La tensión en cualquier fibra es la diferencia entre las producidas por M_1 y M_2

M_2 puede superar M_e: la sección seguirá comportándose elásticamente

TENSIONES RESIDUALES

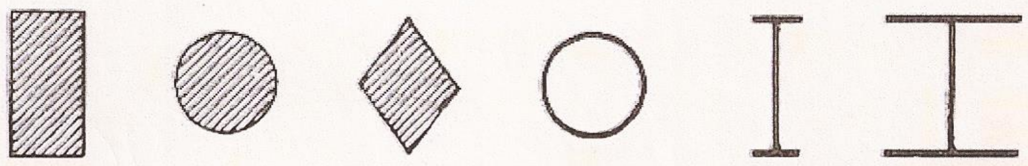


Cuando en una sección se aplica un momento $M_1 > M_e$ que después disminuye hasta anularse, quedan unas tensiones residuales (menores que σ_f)

En los materiales metálicos, la solicitación sucesiva de momentos de signo contrario, debilita la capacidad resistente de la rebanada que puede romperse sin que se haya alcanzado M_p

Fatiga por flexión alternativa $\propto$ Efecto Bauschinger

Sección



Sección						
λ	1,50	1,70	2	1,27	1,16	1,06

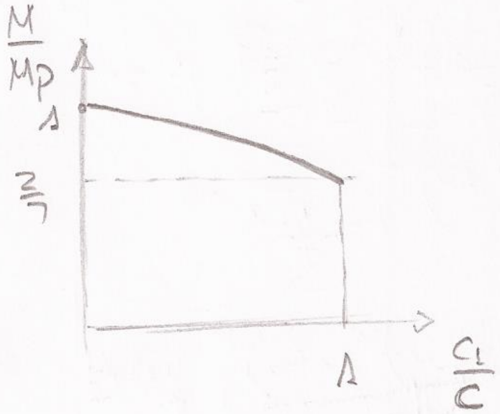
Sección rectangular:

$$M_e = \frac{bc^2}{6}\sigma_f$$

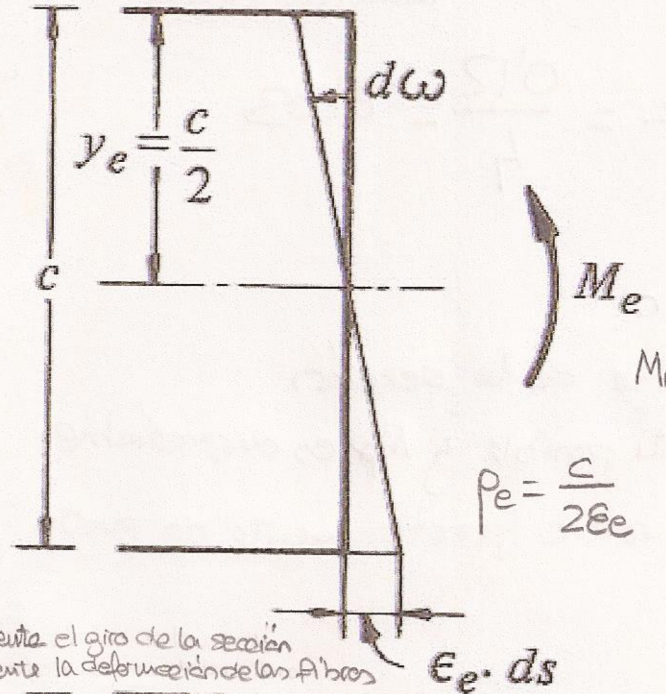
$$M = \frac{b}{12}\left[3c^2 - c_1^2\right]\sigma_f$$

$$M_p = \frac{bc^2}{4}\sigma_f$$

$$\frac{M}{M_p} = 1 - \frac{1}{3}\left(\frac{c_1}{c}\right)^2$$



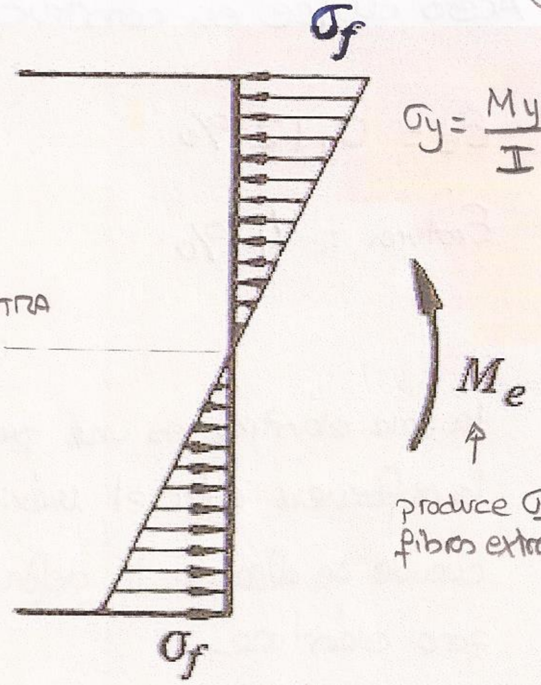
Prof.: Javier Suárez Medina



FIBRA NEUTRA
C.D.G.

$$M_e = \frac{2\sigma_f I}{c}$$

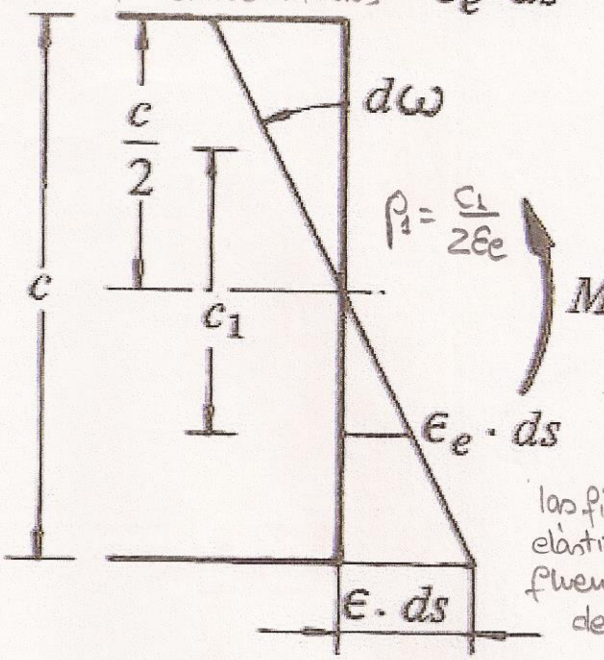
$$\rho_e = \frac{c}{2\varepsilon_e}$$



$$\sigma_y = \frac{My}{I}$$

produce σ_f en fibras extremas

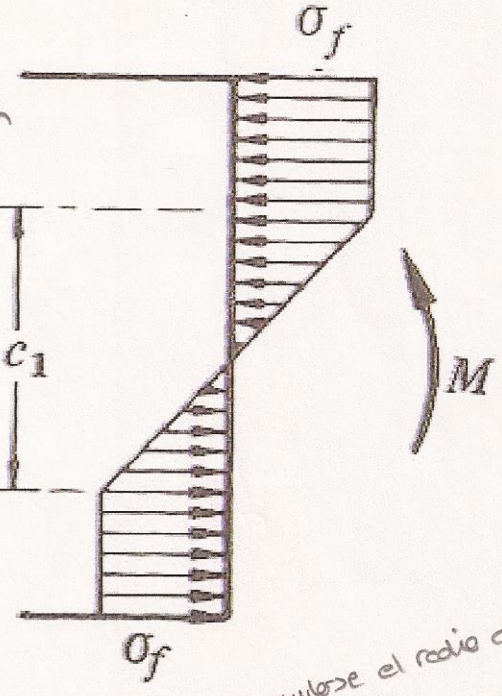
aumenta el giro de la sección
aumenta la deformación de las fibras



$$\rho_1 = \frac{c_1}{2\varepsilon_e}$$

zona plástica

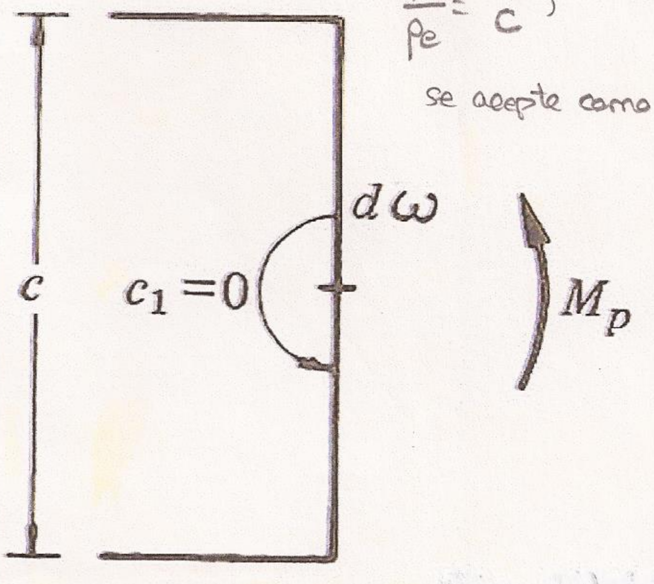
zona elástica
$\varepsilon \leq \varepsilon_e$

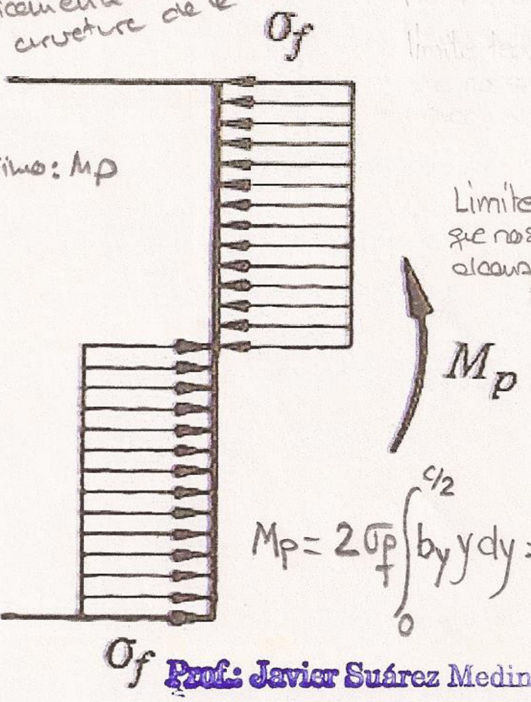


las fibras de la zona elástica contienen la fluencia de las fibras de la zona plástica

$$\frac{\rho_1}{\rho_e} = \frac{c_1}{c}\,; \quad c_1 = 0 \Rightarrow \rho_1 = 0$$ (físicamente no puede anularse el radio de curvatura de la rebanada)

se acepta como momento máximo: M_p





Límite teórico que no se puede alcanzar

$$M_p = 2\sigma_f \int_0^{c/2} b_y\, y\, dy = 2 M_E \sigma_f$$

Factor de forma: $\lambda = \frac{M_p}{M_e} = \frac{2 M_E \sigma_f}{2\sigma_f I / c} = \frac{c\, M_E}{I}$

Prof.: Javier Suárez Medina