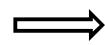


HORMIGÓN I (74.01 y 94.01)

ELU DE AGOTAMIENTO A Flexión con esfuerzo axial de pequeña excentricidad

CUÁNDO SE DICE QUE EXISTE UN ESFUERZO NORMAL DOMINANTE?

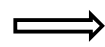
Tracción



$$M_{us} = |M_u| - N_u^+ \cdot y_s < 0 \quad \text{Tensores}$$

$$(M_{ns} = M_{us} / \phi < 0)$$

Compresión



$$|N_u^{(-)}| > 0.10 f'_c A_g \quad \text{Columnas}$$

TRACCIÓN DOMINANTE

TRACCIÓN o FLEXIÓN + TRACCIÓN CON PEQUEÑA EXCENRICIDAD

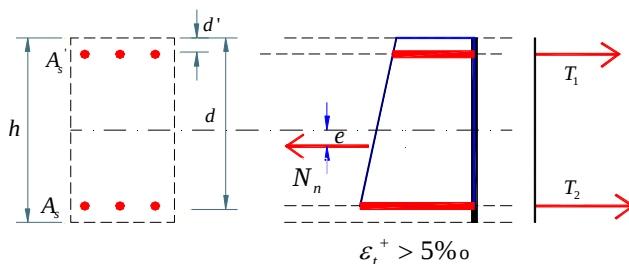
Tracción

$$\Rightarrow M_{us} = |M_u| - N_u^+ \cdot y_s < 0 \quad \text{Tensores}$$

$$M_u = N_u \cdot e \Rightarrow M_{us} = N_u \cdot e - N_u \cdot y_s \quad y_s = d - \frac{h}{2}$$

$$M_{us} = N_u \cdot (e - y_s)$$

$$M_{us} < 0 \Rightarrow e < y_s$$



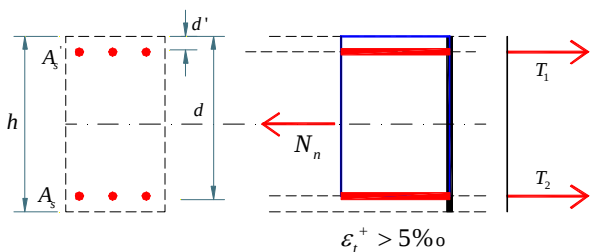
Falla
Controlada
por tracción
 $\Rightarrow \phi = 0.90$

PARA LA CAPACIDAD PORTANTE SÓLO COLABORA LA ARMADURA.
NO IMPORTA LA FORMA DE LA SECCIÓN DE HORMIGÓN

ELU DE AGOTAMIENTO A Flexión con esfuerzo axil de Pequeña excentricidad

Lámina 4

TRACCIÓN CENTRADA



Datos:
- Geometría
- Nu
- Materiales

Incógnitas:
 A_{st}

Equilibrio de fuerzas:

$$\begin{cases} N_n = T - C_c - C_s = N_u / \phi \\ M_n = M_u / \phi = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} N_n = T_1 + T_2 = N_u / \phi \\ M_n = 0 \end{cases} \quad \phi = 0.90$$

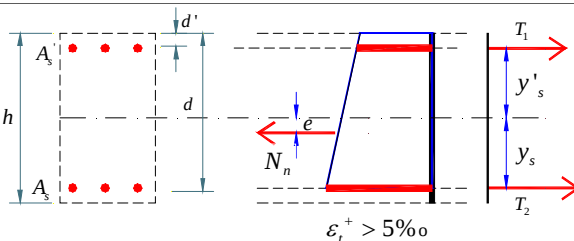
$$\Rightarrow T_{tot} = N_u / \phi = A_{st} f_y \Rightarrow A_{st} = \frac{N_u}{0.90 f_y}$$

A_{st} : armadura total
(distribuida uniformemente)

ELU DE AGOTAMIENTO A Flexión con esfuerzo axil de Pequeña excentricidad

Lámina 5

TRACCIÓN o FLEXIÓN + TRACCIÓN CON PEQUEÑA EXCENRICIDAD



Datos:
- Geometría
- Nu y Mu
- Materiales

Incógnitas:
 A'_s y A_s

$$e = M_u / N_u = M_n / N_n$$

Hipótesis Simplificativa para el dimensionado:
Ambas armaduras están en fluencia

$$\Rightarrow \begin{cases} T_1 = A'_s f_y \\ T_2 = A_s f_y \end{cases}$$

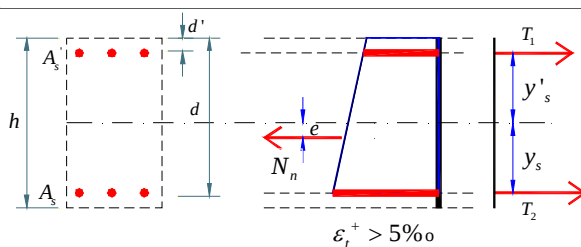
Incógnitas reales

A'_s , ϵ'_s [f'_s] y A_s

ELU DE AGOTAMIENTO A Flexión con esfuerzo axil de Pequeña excentricidad

Lámina 6

TRACCIÓN o FLEXIÓN + TRACCIÓN CON PEQUEÑA EXCENRICIDAD



$$\begin{cases} T_1 = A_s' f_y \\ T_2 = A_s f_y \end{cases}$$

Por conveniencia
elijo dos ecuaciones
de momento

Ecuaciones de Equilibrio:

1- Momentos con respecto a la armadura inferior:

$$M_{ns} - M_{us} / \phi = 0 \Rightarrow M_{ns} - N_u (y_s - e) / \phi = 0$$

$$T_1 (y_s + y_s') - N_u (y_s - e) / \phi = 0 \Rightarrow A_s' = \frac{N_u (y_s - e)}{0.90 f_y (y_s + y_s')}$$

2- Momentos con respecto a la armadura superior:

$$M_{ns}' - M_{us}' / \phi = 0 \Rightarrow M_{ns}' - N_u (y_s' + e) / \phi = 0$$

$$T_2 (y_s + y_s') - N_u (y_s' + e) / \phi = 0 \Rightarrow A_s = \frac{N_u (y_s' + e)}{0.90 f_y (y_s + y_s')}$$

- Verifico equilibrio de fuerzas:

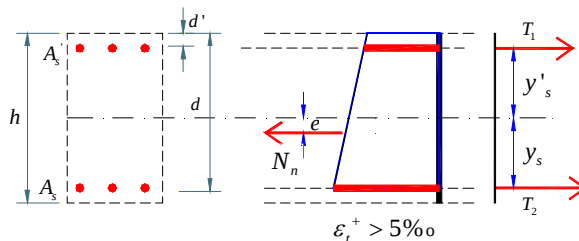
$$T_1 + T_2 = N_n \geq N_u / \phi$$

ELU DE AGOTAMIENTO A Flexión con esfuerzo axial de Pequeña excentricidad

Lámina 7

TRACCIÓN o FLEXIÓN + TRACCIÓN CON PEQUEÑA EXCENRICIDAD

Hipótesis Simplificativa para el dimensionado:
Ambas armaduras están en fluencia



En esta zona, no es posible definir una
distribución de deformaciones en forma unívoca
en base a las ecuaciones de equilibrio.

Para valores $e \approx y_s$
se recomienda adoptar A_s 's mayor
que el valor calculado.

ELU DE AGOTAMIENTO A Flexión con esfuerzo axial de Pequeña excentricidad

Lámina 8

TRACCIÓN o FLEXIÓN + TRACCIÓN CON PEQUEÑA EXCENRICIDAD

IMPORTANTE:

**HASTA ACÁ HEMOS APRENDIDO A DIMENSIONAR UNA
SECCIÓN DE HºAº SOLICITADA A FLEXOTRACCIÓN CON
PEQUEÑA EXCENRICIDAD**

**EN UN ELEMENTO ESTRUCTURAL COMO POR EJ.
TENSORES, LUEGO DEL DIMENSIONAMIENTO DE
ACUERDO A LOS ELU**

**SE DEBE VERIFICAR EL ESTADO LÍMITE DE SERVICIO
DE FISURACIÓN
(ELS)**

ELU DE AGOTAMIENTO A Flexión con esfuerzo axial de Pequeña excentricidad

Lámina 9

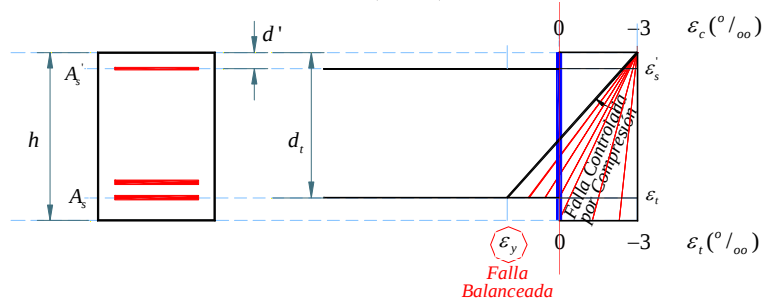
COMPRESIÓN DOMINANTE

ELU DE AGOTAMIENTO A Flexión con esfuerzo axil de Pequeña excentricidad

Lámina 10

COMPRESIÓN DOMINANTE

Compresión $\Rightarrow |N_u^{(-)}| > 0.10 f'_c A_g$ Columnas



Estridos $\phi = 0.90$ $\phi = 0.65$

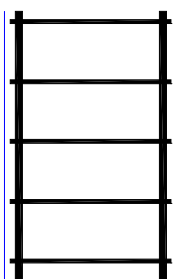
Zunchos $\phi = 0.90$ $\phi = 0.75$

Nota: para $|N_u^{(-)}| > 0.10 f'_c A_g$ también pueden corresponder planos límite últimos comprendidos entre el plano $-3\text{‰}/+4\text{‰}$ y el plano de falla balanceada.

ELU DE AGOTAMIENTO A Flexión con esfuerzo axil de Pequeña excentricidad

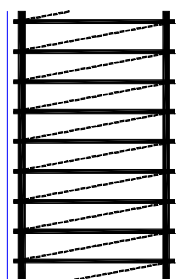
Lámina 11

COLUMNAS

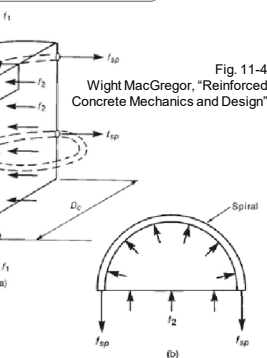


Columnas con Estrados

$\phi = 0.65$



Columnas Zunchadas



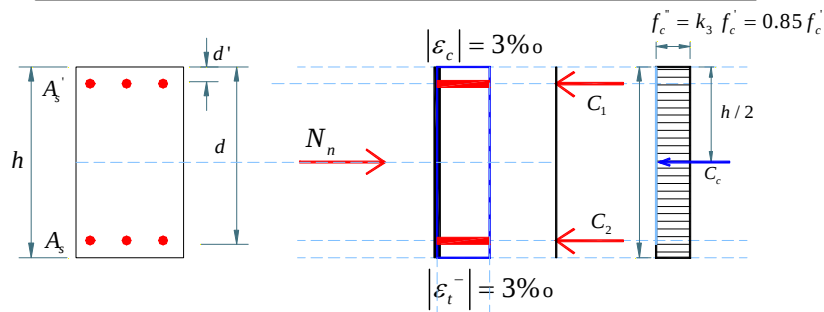
los zunchos proporcionan confinamiento y por lo tanto ductilidad

$\Rightarrow \phi = 0.75$

ELU DE AGOTAMIENTO A Flexión con esfuerzo axil de Pequeña excentricidad

Lámina 12

COMPRESIÓN CENTRADA



Resistencia nominal en compresión centrada

$$P_o = P_{n,c} + P_{n,s} \quad \text{Ley de Adición - ELU}$$

$$P_o = k_3 f'_c (A_g - A_{st}) + f_y A_{st}$$

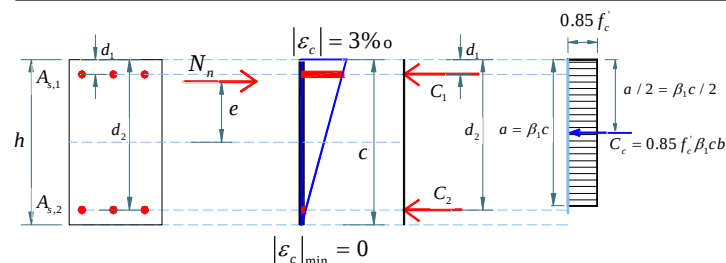
A_{st} : armadura total
(distribuida uniformemente)

$$k_3 = 0.85$$

ELU DE AGOTAMIENTO A Flexión con esfuerzo axil de Pequeña excentricidad

Lámina 13

COMPRESIÓN DOMINANTE



Resistencia nominal en compresión excéntrica

Esfuerzo Normal:

$$P_n = P_{n,c} + \sum_{i=1}^n P_{n,si}$$

$$P_n = 0.85 f'_c \beta_1 c b + A_{s,1} (f_{s,1} - 0.85 f'_c) + A_{s,2} (f_{s,2} - 0.85 f'_c)$$

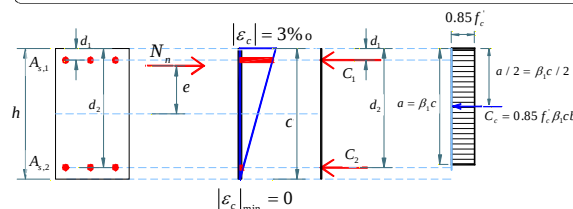
Momento con respecto al baricentro de la sección:

$$M_n = |C_c| \left(\frac{h}{2} - \frac{a}{2} \right) + |C_{s,1}| \left(\frac{h}{2} - d_1 \right) + |C_{s,2}| \left(\frac{h}{2} - d_2 \right)$$

ELU DE AGOTAMIENTO A Flexión con esfuerzo axil de Pequeña excentricidad

Lámina 14

DIMENSIONAMIENTO EN COMPRESIÓN DOMINANTE



Datos:

- Geometría
- N_u , M_u
- Materiales

Incógnitas:

$A_{s,1}$ y $A_{s,2}$

Podría ir planteando distintos planos y distintas armaduras hasta verificar que

$$\begin{cases} N_d = \phi N_n \geq N_u \\ M_d = \phi M_n \geq M_u \end{cases}$$

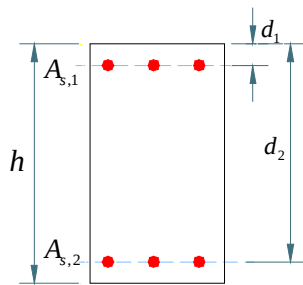
Proceso iterativo

- Elegir un plano límite
- Plantear las ecuaciones de Equilibrio y Compatibilidad
- Determinar N_d y M_d
- Si no coinciden con las requeridas, plantear otro plano.....

ELU DE AGOTAMIENTO A Flexión con esfuerzo axil de Pequeña excentricidad

Lámina 15

ÁBACOS DE INTERACCIÓN



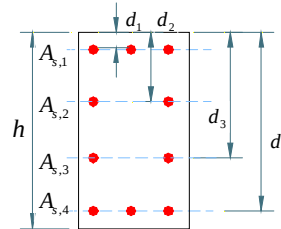
Datos:
- Geometría
- Materiales
- $A_{s,1}$ y $A_{s,2}$

Incógnitas:
 N_n y M_n
para obtener N_d y M_d

Para esta sección, se plantean varios planos límites de deformación posibles.

En cada uno, se determinan N_n y M_n .

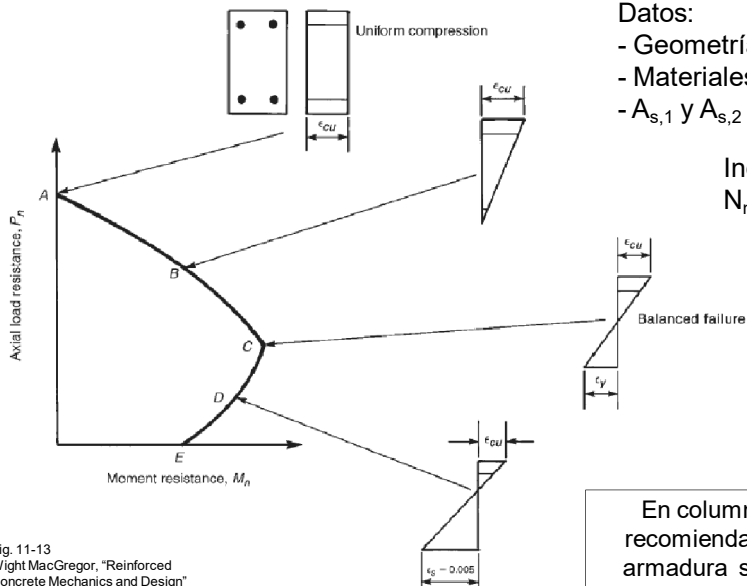
Pueden plantearse distintas distribuciones de armadura, por ejemplo:



ELU DE AGOTAMIENTO A Flexión con esfuerzo axial de Pequeña excentricidad

Lámina 16

ÁBACOS DE INTERACCIÓN



ELU DE AGOTAMIENTO A Flexión con esfuerzo axial de Pequeña excentricidad

Lámina 17

ÁBACOS DE INTERACCIÓN

Datos:
- Geometría
- Materiales
- $A_{s,1}$ y $A_{s,2}$

Conocidos N_n y M_n
se determina N_d y M_d

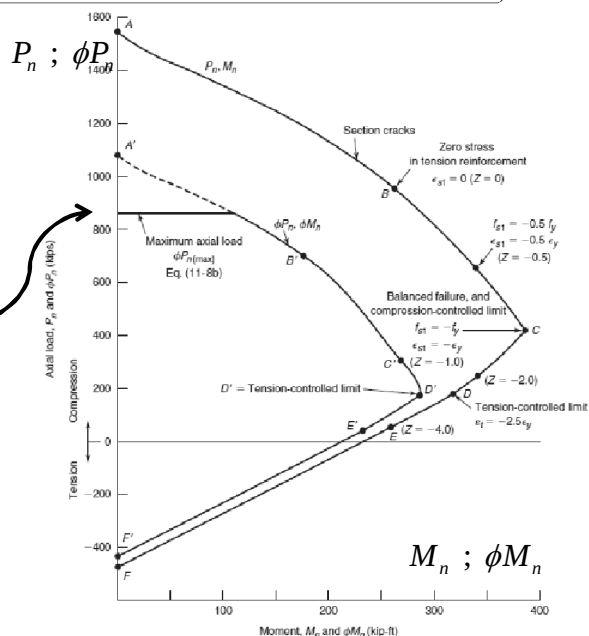
$$P_o = k_3 f'_c (A_g - A_{st}) + f_y A_{st}$$

estribos:

$$0.80 \phi P_o = 0.80 \cdot 0.65 P_o$$

zunchos:

$$0.85 \phi P_o = 0.85 \cdot 0.75 P_o$$



ELU DE AGOTAMIENTO A Flexión con esfuerzo axial de Pequeña excentricidad

Lámina 18



$$\frac{\phi P_n}{b h} [MPa]$$

$$\frac{N_u}{b h}$$

$$\rho_g = \frac{A_{st}}{b h}$$

$$Ej \rho_g = 0.054$$

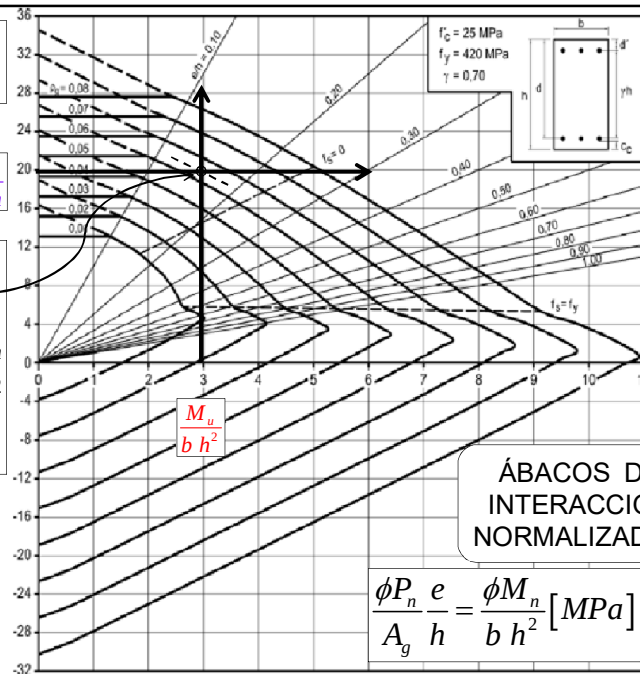
$$\Rightarrow A_{st} = 0.054 b h$$

$$A_{s,1} = A_{s,2} = A_{st} / 2$$

Verificar que
 $0.01 \leq \rho_g \leq 0.08$

RESISTENCIAS
DE DISEÑO

Diagrama 18
CIRSOC 201 - 2005



ÁBACOS DE
INTERACCIÓN
NORMALIZADOS

$$\frac{\phi P_n}{A_g} \frac{e}{h} = \frac{\phi M_n}{b h^2} [MPa]$$

ELU DE AGOTAMIENTO A Flexión con esfuerzo axil de Pequeña excentricidad

Lámina 19



FIN –
ELU DE AGOTAMIENTO A
Flexión con esfuerzo axil
de pequeña excentricidad

GRACIAS POR SU ATENCION !!!