Ingeniería Civil – Plan 1997 — **Materia: Teoría de Estructuras**
Asignatura: Hormigón Estructural 1 (2382) — **11/02/2019**

Nombre: ______ _____________ ___________________

PREGUNTA 1 – FLEXIÓN PURA EN VIGA SIMPLEMENTE ARMADA

a) Plantear ecuaciones de equilibrio de una sección rectangular simplemente armada sometida a flexión pura.
b) Deducir las ecuaciones adimensionales para este caso.
c) Se suele recomendar limitar el valor máximo de x (posición de la línea neutra)
- ¿Cuál es el valor máximo recomendado?
- ¿Porqué se limita x?
- ¿Cuál es el límite de x que permite la EHE-08?

d) Para una viga de **sección 25 x 60 cm**, sometida a un momento flector de diseño positivo $\mathbf{M_d}$ **= 140 kN.m**, determinar y representar la armadura longitudinal de flexión.
Utilizar un hormigón f_{ck} **= 30 MPa**, y acero f_{yk} **= 500 MPa.** Recubrimiento mecánico **4 cm.**

(Responder la pregunta en esta hoja. Puede usar el reverso)

Ingeniería Civil – Plan 1997 **Materia: Teoría de Estructuras**
Asignatura: Hormigón Estructural 1 (2382) **11/02/2019**

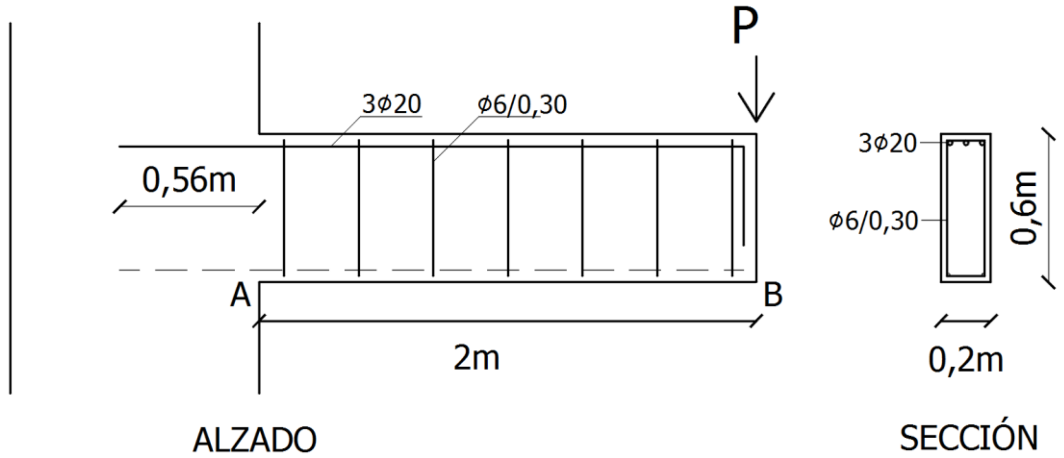
Nombre: ______ _____________ ___________________

PREGUNTA 2 – CIMENTACIONES: Cabezales rígidos

a) ¿Cuál es la separación mínima entre pilotes, y porqué es necesaria esta separación?
b) ¿Cómo se determina la armadura principal de un cabezal rígido de dos pilotes?
c) ¿A partir de qué punto se debe anclar dicha armadura?
d) Representar en planta y alzado el armado genérico del cabezal.
(Responder la pregunta en esta hoja. Puede usar el reverso)

Ingeniería Civil – Plan 1997 **Materia: Teoría de Estructuras**
Asignatura: Hormigón Estructural 1 (2382) **11/02/2019**

EJERCICIO 1



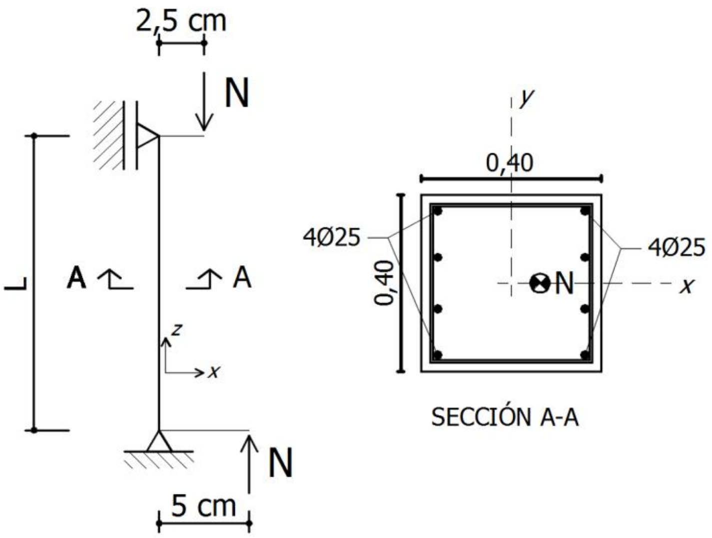
Se tiene la viga en ménsula de la figura (empotrada en el extremo A), de sección rectangular de **0,2m x 0,6m**, con una carga aplicada P en el extremo B. Determinar el valor de carga última P_u para que se cumplan todas las verificaciones de los Estados Limites Últimos de la pieza (Anclaje, Solicitaciones Normales y Cortante).
Para el P determinado calcular y representar la posición de la línea neutra, la pareja de deformaciones límite y el dominio de deformación de la sección A.

Materiales:
Hormigón f_{ck} **= 25 MPa**
Acero f_{yk} **= 500 MPa**
Recubrimiento mecánico: **5 cm**

EJERCICIO 2

Dado el pilar biarticulado de la figura de sección cuadrada de **0,4m** de lado, con una compresión de diseño N_d**=2400 kN** actuando con excentricidades de **2,5 cm** en un extremo y **5 cm** en el otro.

Se pide:
Determinar la luz máxima L que es capaz de resistir el pilar.
Determinar el estribado y completar el esquema de la sección del pilar.

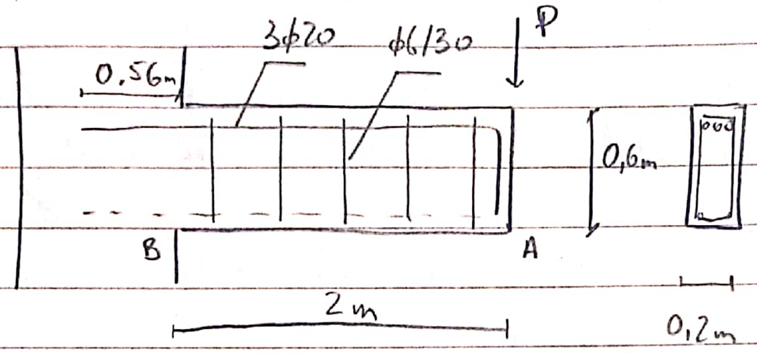


Materiales:
Hormigón f_{ck} **= 30 MPa**
Acero f_{yk} **= 500 MPa**
Recubrimiento mecánico: **5 cm**

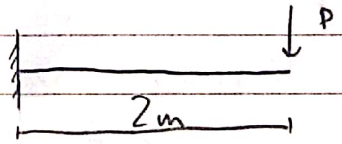
Examen Hormigón 1

11 02 19

EJ 1



$f_{ck} = 25$ MPa
$f_{yk} = 500$ MPa
$d' = 5$ cm



$M_{máx} = P \cdot l = 2 \cdot P$
$V_{máx} = P$

condiciones de anclaje:

$$\left.\begin{array}{l} f_{ck} = 25 \text{ MPa} \\ f_{yk} = 500 \text{ MPa} \end{array}\right\} \Rightarrow m = 1{,}5$$

$$\left.\begin{array}{l} \phi\ 20 \\ \text{pos II} \end{array}\right\} \Rightarrow l_b = \text{máx}\left\{\begin{array}{l} 1{,}4\, m\phi^2 = 84 \text{ cm} \\ (f_{yk}/14)\,\phi = 71{,}4\text{cm} \end{array}\right. \Rightarrow l_b = 84 \text{ cm}$$

$$l_{b,neta} = 56\text{cm} = l_b \cdot \beta \cdot \frac{A_s}{A_{s,real}} \Bigg\} \Rightarrow \frac{A_s}{A_{s,real}} = \frac{56}{84} = \frac{2}{3}$$

$\beta = 1$, prolongación recta

$\Rightarrow A_s$ a considerar en flexión: $A_s = \frac{2}{3} A(3\phi 20) = 6{,}28 \text{ cm}^2$

ELU tensiones normales

$$\omega = \frac{A_s f_{yd}}{b\, d\, f_{cd}} = \frac{6{,}28 \cdot 50/1{,}15}{20 \cdot 55 \cdot 1{,}67} = 0{,}149 > 0{,}045 \checkmark$$ verifica cuantía mín

$$\mu = \omega\left(1 - \frac{\omega}{2}\right) = 0{,}138 = \frac{M_d}{b d^2 f_{cd}}$$

$$\Rightarrow M_d = \mu\, b\, d^2 f_{cd} = 0{,}138 \cdot 20 \cdot 55^2 \cdot 1{,}67 = 139{,}1 \text{ kNm}$$

$$\Rightarrow P_u \leq \frac{M_d}{2} = \underline{69{,}55 \text{ kN}}$$

ELU de cortante

$V_{u1} = 0,3 f_{cd} b d = 0,3 \times 1,67 \times 20 \times 55 = 550 \text{ kN}$

$V_{u2} = V_{cu} + V_{su}$

$$V_{cu} = \begin{cases} \left[\dfrac{0,15}{\gamma_c}\xi(100\rho_1 f_{cv})^{1/3} + \overbrace{0,15\sigma'_{cd}}^{0}\right]\beta b_0 d = 42,8 \text{ kN} \\ \left[\dfrac{0,075}{\gamma_c}\xi^{3/2} f_{cv}^{1/2} + \underbrace{0,15\sigma'_{cd}}_{0}\right] b_0 d = 55,8 \text{ kN} \end{cases}$$

$\beta = 1$

$f_{cv} = f_{ck} = 25 \text{ MPa}$ $\Rightarrow$ $\underline{V_{cu} = 55,8 \text{ kN}}$

$\rho_1 = \dfrac{A_s}{bd} = \dfrac{6,28}{20 \times 55} = 0,0057 < 0,02$ ✓

$\xi = 1 + \sqrt{\dfrac{200}{d}} = 1,60 < 2$ ✓

$\phi 6/30 \Rightarrow A_\alpha = \dfrac{2 \times 0,238}{0,3} = 1,88 \text{ cm}^2/\text{m} \Rightarrow V_{su} = A_\alpha f_{y\alpha} 0,9 d$
$= 1,88 \times 40 \times 0,9 \times 55$
$= 37,3 \text{ kN}$

$\Rightarrow V_{u2} = V_{cu} + V_{su} = \underline{93,1 \text{ kN} \geq P_u}$

$\dfrac{V_d}{V_{u1}} = \dfrac{93,1}{550} = 0,17 < \dfrac{1}{5} \Rightarrow s_T = \begin{cases} 0,75 d (1 + \cot g \alpha) = 41,25 \text{ cm} ✓ \\ 45 \text{ cm} \end{cases}$

$\Sigma \dfrac{A_\alpha f_{y\alpha}}{\operatorname{sen} \alpha} \geq \dfrac{f_{ct,m} b_0}{7,5} \Rightarrow A_\alpha \geq \dfrac{2,56 \times 20}{7,5 \times 40} = 1,71 \text{ cm}^2/\text{m}$ ✓

De ambos condiciones se obtiene $\boxed{P_u = 69,55 \text{ kN}}$

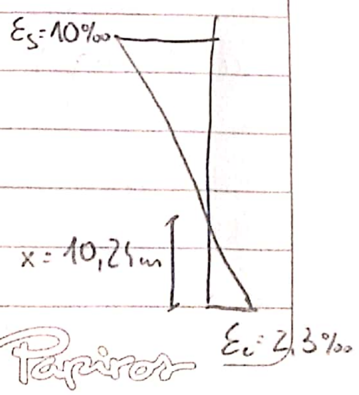
En estas condiciones:

$\dfrac{x}{d} = \dfrac{\omega}{0,8} = \dfrac{0,149}{0,8} = 0,186 \longrightarrow$ dominio 2

$\hookrightarrow \varepsilon_s = 10‰$

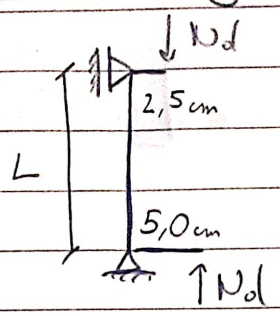
$\hookrightarrow \varepsilon_c = \dfrac{\varepsilon_s \left(\frac{x}{d}\right)}{1 - \left(\frac{x}{d}\right)} = 2,3‰$

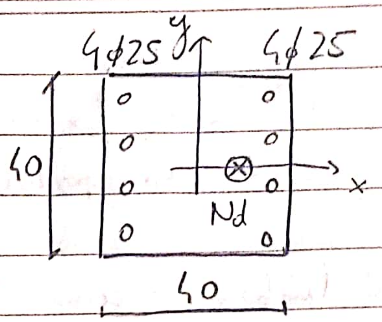
$\hookrightarrow x = \dfrac{\omega d}{0,8} = 10,24 \text{ cm}$



Examen Hormigón 1 | 11 | 02 | 19

Ej 2:





$f_{ck} = 30$ MPa
$f_{yk} = 500$ MPa
$d' = 5$ cm
$N_d = 2400$ kN
$A_s(8\phi25) = 39{,}27$ cm^2

- lado mínimo $= 40$ cm > 25 cm $\overset{EHE}{\Rightarrow}$ $f_{cd} = f_{ck}/\gamma_m = 20$ MPa

$$\omega = \frac{A_s f_{yd}}{A_c f_{cd}} = \frac{39{,}27 \times 43{,}5}{40 \times 40 \times 2} = 0{,}534$$

$$\nu = \frac{N_d}{A_c f_{cd}} = \frac{2400}{40 \times 40 \times 2} = 0{,}75$$

$$\frac{d'}{h} = \frac{5}{40} = 0{,}125 \Rightarrow \text{tomo } \frac{d'}{h} = 0{,}15 \text{ (seguridad)}$$

$\Rightarrow (y\text{-}y),\ \mu \cong 0{,}21 = \nu \dfrac{e}{h}$ $\boxed{\equiv}$

$\Rightarrow (x\text{-}x),\ \mu \cong 0{,}15 = \nu \dfrac{e}{h}$ $\boxed{||}$

$$e_a = (1 + 0{,}12\beta)\left(\varepsilon_y + \frac{3{,}5}{1000}\right) \frac{h + 20e_e}{h + 10e_e} \frac{l_0^2}{50 i_c}$$

$$\Rightarrow l_0^2 = \frac{e_a \cdot 50 \cdot i_c \cdot (h + 10e_e)}{(1 + 0{,}12\beta)(\varepsilon_y + 3{,}5/1000)(h + 20e_e)}$$

$f_{yk} = 500$ MPa $\Rightarrow \varepsilon_y = 2{,}17$ ‰

$i_c = 40/\sqrt{12} = 11{,}55$ cm (ambas direcciones)

$(y\text{-}y)$ $e_e = 0{,}6e_2 + 0{,}4e_1 = 0{,}6 \cdot 5 + 0{,}4 \times 2{,}5 = 4{,}0$ cm $\nless 0{,}4 \times 4 = 1{,}6$ cm ✓

$e_{e,mín} = máx\{2$ cm$;\ 40/20 = 2$ cm$\} = 2$ cm ✓

$\mu \cong 0{,}21 = \nu \dfrac{e}{h} \Rightarrow e_{TOT} = 11{,}2$ cm $= e_e + e_a$

$\Rightarrow e_a = 7{,}2$ cm
$\beta = 1$ $\boxed{\equiv}$
$\Rightarrow l_0^2 = 436093{,}8 \Rightarrow l_0 \approx 660$ cm

$(x\text{-}x)$ $e_e = e_{e,mín} = 2$ cm

$\mu \cong 0{,}15 = \nu \dfrac{e}{h} \Rightarrow e_{TOT} = 8{,}0$ cm $= e_e + e_a$

$$\left.\begin{array}{l} \Rightarrow e_a = 6,0\,cm \\ \beta = 3 \quad \boxed{III} \end{array}\right\} \Rightarrow l_0^2 = 336690,1 \rightarrow \underline{l_0 \approx 580\,cm}$$

$$\Rightarrow \text{Tomo el menor } l_0 = 580\,cm = \underbrace{1}_{\text{bi-apoyado}} \times L \Rightarrow \boxed{L = 580\,cm}$$

$$\lambda = \frac{l_0}{i_c} = \frac{580}{11,55} = 50,2 \text{ (ambas direcciones)}$$

$\hookrightarrow$ $35 < \lambda < 100$ ✓ vale método aprox

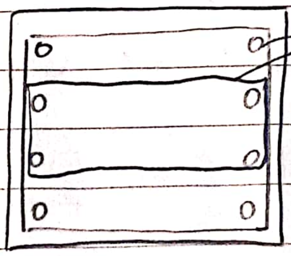
Cuantías:

- Geométrica: $A_s \geq \frac{4}{1000} A_c = \frac{4}{1000} 40 \times 40 = 6,4\,cm^2$ ✓
- Mecánica mínima: $A_s \geq 0,1 \frac{N_d}{f_{yc,d}} = \frac{0,1 \cdot 2400}{40} = 6,0\,cm^2$ ✓
- Mecánica máxima: $A_s \leq \frac{A_c f_{cd}}{f_{yc,d}} = \frac{40 \times 40 \times 2}{40} = 80\,cm^2$ ✓

Armado de pilar:

$$\phi_l = 25\,mm \Rightarrow \phi_t = \frac{25}{4} = 6,25 \Rightarrow \phi_t = 8\,mm$$

$$s_t = \text{mín}\{b, h, 15\phi_l, 30\,cm\}$$
$$= \text{mín}\{40, 40, 37,5, 30\} \Rightarrow s_t = 30\,cm$$



$\phi 8/30$

$4\phi 25$ $4\phi 25$

se deben arriostrar para cumplir que una de cada dos barras consecutivas estén sujetas.