Ingeniería Civil – Plan 1997 | **Materia: Teoría de Estructuras**
Asignatura: Hormigón Estructural 1 (2382) | **26/04/2019**

Pregunta 1 – Análisis del proceso de rotura

a) Trazar diagramas momento-curvatura para vigas sub y sobre-armadas, comparándolos, cualitativamente, con el de una viga "bien diseñada".

b) Justificar la necesidad de armadura mínima mecánica.

c) Deducir la fórmula de la cuantía mínima mecánica para secciones rectangulares (despreciando los términos del pretensado).

d) Se tiene una sección simplemente armada, de altura **h=45 cm** y **5 cm** de recubrimiento mecánico, sometida a flexión pura, cuya pareja de deformaciones límite se determinó en **[-3.5 $^{0}/_{00}$, 7.95 $^{0}/_{00}$]**. Calcular el dominio de deformación en que se encuentra esta sección y explicar si tiene la ductilidad mínima recomendada. Calcular la curvatura última χ_u. Si al momento de diseñar esta sección, se agrega más área de armadura (manteniendo constantes los demás parámetros de diseño), se espera obtener mayor o menor ductilidad? Explicar brevemente.

(*Intente responder toda esta pregunta en aproximadamente una carilla. Puede usar esta hoja*)

Pregunta 2 – Cortante

a) Represente y explique las posibles formas de rotura en cortante.

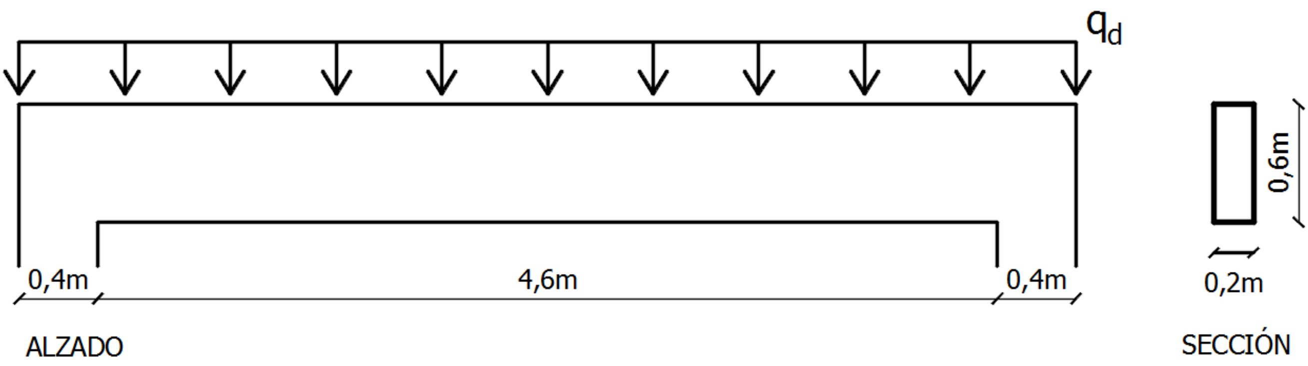
b) Determine la expresión del cortante resistido por las bielas de hormigón del alma (V_{U1}).

c) Analizar, para una sección dada, como varía el cortante resistido por el hormigón al variar la inclinación de las bielas y tirantes. ¿En qué caso puede ser conveniente utilizar barras levantadas o estribos inclinados?

(*Intente responder toda esta pregunta en aproximadamente una carilla. Puede usar esta hoja*)

Ingeniería Civil – Plan 1997 **Materia: Teoría de Estructuras**
Asignatura: Hormigón Estructural 1 (2382) **26/04/2019**

EJERCICIO 1



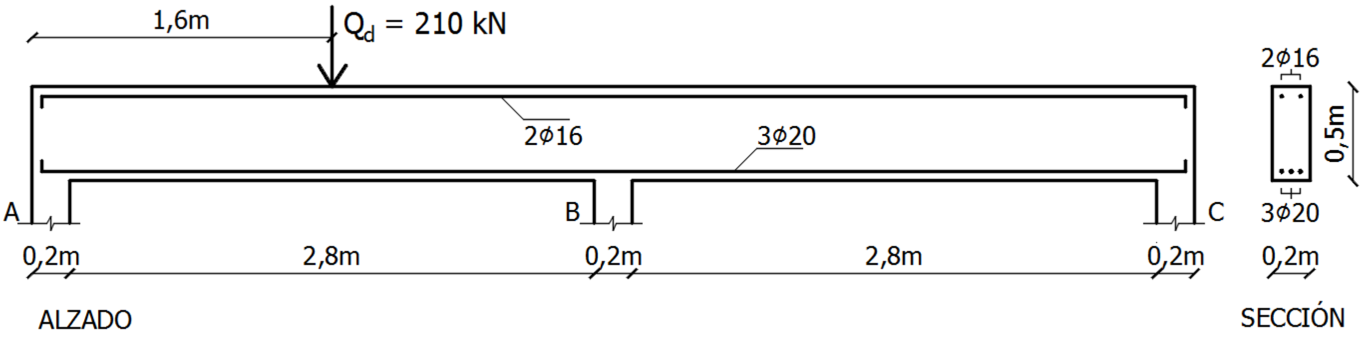
Para la viga de la figura de sección rectangular de **0,2m x 0,6m** y una carga de diseño $\mathbf{q_d}$ **= 55 kN/m**,

a) Representar el esquema de armado en alzado y sección.
b) Calcular el área de acero necesaria para satisfacer el Estado Limite Ultimo de Solicitaciones Normales. Definir la armadura correspondiente.
c) Calcular y representar, para la sección media, la posición de la línea neutra, la pareja de deformaciones límite, el dominio de deformación y la curvatura de la sección.
d) Para el armado definido en la parte b), determinar el momento M_y y la curvatura $(1/r)_y$ en el que la sección de hormigón armado deja de tener un comportamiento lineal de alguno de los materiales.
Considere: $\boldsymbol{E_{cm}}$ **= 28576,8 MPa;** $\boldsymbol{\sigma_E}$ **= 8 MPa;** $\boldsymbol{E_s}$ **= 200000 MPa**.

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

Ingeniería Civil – Plan 1997 | **Materia: Teoría de Estructuras**
Asignatura: Hormigón Estructural 1 (2382) | **26/04/2019**

EJERCICIO 2



Para la viga de la figura, de sección rectangular de **0,2m x 0,50m** y armada según sección, con una carga puntual de diseño **Q_d = 210 kN** según alzado, y sabiendo que la reacción vertical de diseño en el apoyo B es $\boldsymbol{R^{B}_{V,d}}$ **= 144,4 kN**,

a) Determinar la armadura transversal necesaria para que se verifique el Estado Limite Ultimo de Cortante, despreciando el peso propio de la pieza y utilizando un único estribado para el tramo AB y otro para el tramo BC.
b) Si el paso de la armadura trasversal no pudiera ser menor a 24cm y las únicas varillas con las que se cuenta en obra son de ϕ6, indique que solución adoptaría.
Recalcule el paso para el sector con mayor cortante.

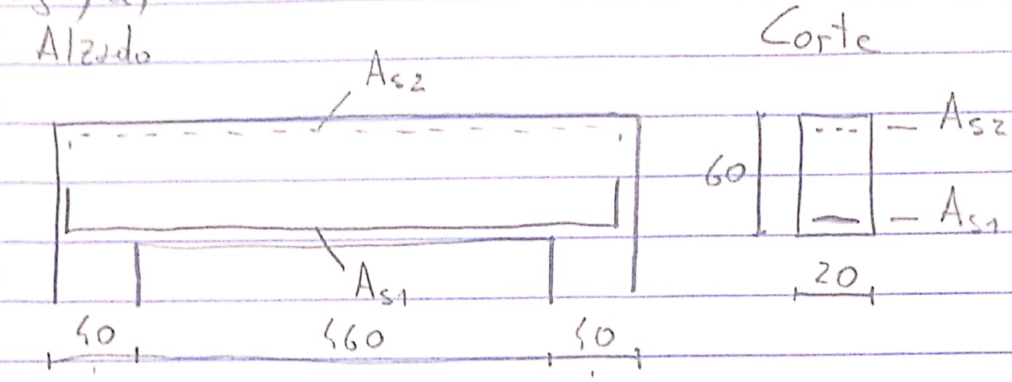
Materiales:
Hormigón f_{ck} **= 25 MPa**
Acero f_{yk} **= 500 MPa**
Recubrimiento mecánico: **5 cm**

Formulómetro:

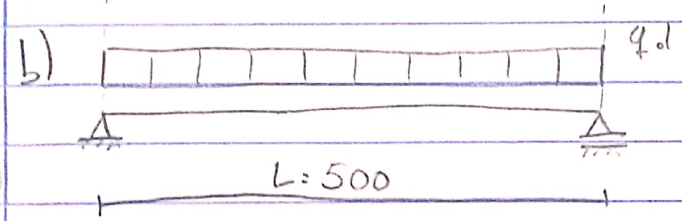
- $V_{u1} = K \cdot 0{,}6 \cdot f_{cd} \cdot b_o \cdot d \cdot \frac{cotg(\theta)+cotg(\alpha)}{1+cotg^2(\theta)}$
- $V_{su} = z \cdot sen(\alpha) \cdot [cotg(\alpha) + cotg(\theta)] \cdot \sum A_\alpha f_{y\alpha,d}$
- $V_{cu} = \left[\frac{0.15}{\gamma_c} \cdot \xi \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{cv})^{1/3} + 0.15 \cdot \sigma'_{cd}\right] \cdot \beta \cdot b_0 \cdot d$, $con\ \xi = \left(1 + \sqrt{\frac{200}{d}}\right) < 2{,}0$
    - Con un mínimo de $V_{cu} = \left[\frac{0.075}{\gamma_c} \cdot \xi^{3/2} \cdot {f_{cv}}^{1/2} + 0.15 \cdot \sigma'_{cd}\right] \cdot b_0 \cdot d$
- $\sum \frac{A_\alpha f_{y\alpha,d}}{sen(\alpha)} \geq \frac{f_{ct,m}}{7{,}5} \cdot b_0$
- Separación longitudinal entre armaduras transversales:
    - $s_t \leq 0{,}75d[1 + cotg(\alpha)] \leq 600$ mm si $V_{rd} \leq \frac{1}{5} V_{u1}$
    - $s_t \leq 0{,}60d[1 + cotg(\alpha)] \leq 450$ mm si $\frac{1}{5} V_{u1} < V_{rd} \leq \frac{2}{3} V_{u1}$
    - $s_t \leq 0{,}30d[1 + cotg(\alpha)] \leq 300$ mm si $V_{rd} > \frac{2}{3} V_{u1}$

1er Parcial 2019

Ej 1) a)



b)



$L = 460 + 2 \times \min\left\{\frac{40}{2} ; \frac{60}{2}\right\} = 500 \text{ cm}$

$M_d = \frac{q_d L^2}{8} = \frac{55 \times 5^2}{8} = 171{,}88 \text{ kNm}$

$\mu = \frac{M_d}{b d^2 f_{cd}} = \frac{17188}{20 \times 55^2 \times 2{,}0} = 0{,}142 < 0{,}295 \Rightarrow$ VSA

$\omega = 1 - \sqrt{1 - 2\mu} = 0{,}154 > 0{,}045$ ✓ verifica cuantía mecánica mínima

$A_s = \frac{\omega\, b\, d\, f_{cd}}{f_{yd}} = \frac{0{,}154 \cdot 20 \cdot 55 \cdot 2{,}0}{50/1{,}15} = 7{,}79 \text{ cm}^2 \Rightarrow \boxed{4\phi16 \quad b_{nec} = 17{,}6 \text{ cm}}$

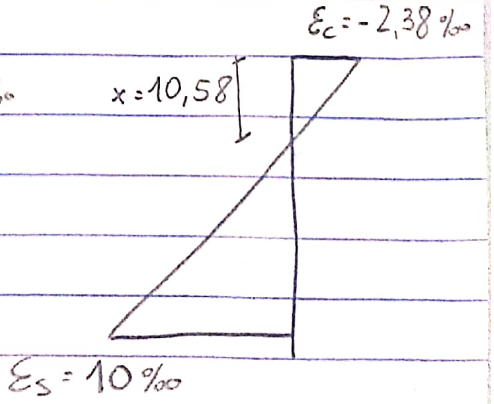
$A_{s,geom} = \frac{2{,}8}{1000} A_c = \frac{2{,}8}{1000} \cdot 20 \cdot 60 = 3{,}36 \text{ cm}^2$ ✓

c) $\frac{x}{d} = \frac{\omega}{0{,}8} = 0{,}192 \rightarrow$ Dominio 2

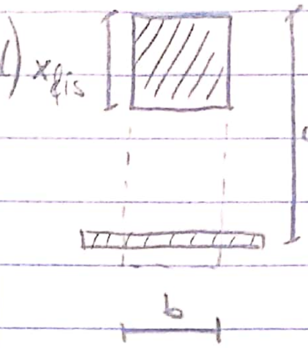
$\rightarrow \varepsilon_s = 10‰$

$\rightarrow \varepsilon_c = \frac{\varepsilon_s \left(\frac{x}{d}\right)}{\left(1 - \left(\frac{x}{d}\right)\right)} = 2{,}38‰$

$\rightarrow x = \frac{\omega \cdot d}{0{,}8} = 10{,}58 \text{ cm}$



$\frac{1}{r} = \frac{\varepsilon_c}{x} = 22{,}51 \text{ km}^{-1}$

d) 

$$x_G = x_{fis} = \frac{x_{fis}/2 \cdot x_{fis} \cdot b + n d A_s}{x_{fis} \cdot b + n A_s}$$

$$n = \frac{E_s}{E_{cm}} = 7,0 \; ; \; A_s(4\phi 16) = 8,04 \, cm^2$$

$\Rightarrow x_{fis} = 15,0 \, cm$

$$I_{fis} = \frac{b x_{fis}^3}{3} + n A_s (d - x_{fis})^2 = 112558,8 \, cm^4$$

Límite de comportamiento lineal

$$\sigma_E = 8 MPa \Rightarrow \varepsilon_E = \frac{\sigma_E}{E_{cm}} = 0,28 ‰$$

$$\sigma_{pl} = f_{yd} = 434,8 MPa \Rightarrow \varepsilon_{pl} = \frac{f_{yd}}{E_s} = 2,17 ‰$$

$$\frac{\varepsilon_c}{x} = \frac{\varepsilon_s + \varepsilon_c}{d} \rightarrow \text{impongo } \varepsilon_c = \varepsilon_E = 0,28 ‰$$

$$\Rightarrow \varepsilon_s = 0,75 ‰ < \varepsilon_{pl} \checkmark$$

el hormigón es el que se comporta no lineal primero.

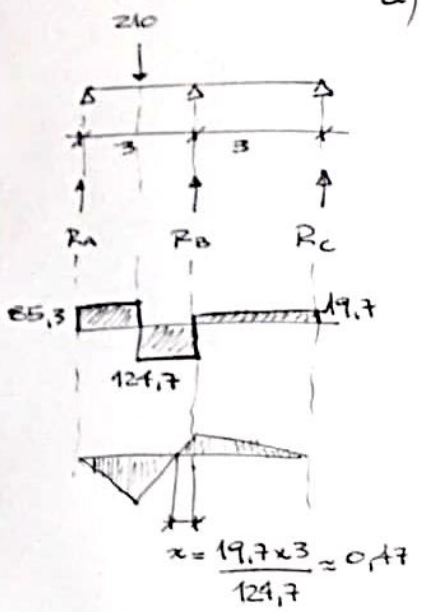
$$\varepsilon_c = \varepsilon_E \Rightarrow \sigma_c = \sigma_E = 8 MPa$$

$$\Rightarrow M_y = \frac{\sigma_c \cdot I_{fis}}{x_{fis}} = \frac{0,8 \times 112558,8}{15,0} = \underline{\underline{60,01 \, kNm}} \; //$$

$$\left(\frac{1}{r}\right)_y = \frac{\varepsilon_c}{x} = \frac{\varepsilon_E}{x_{fis}} = \underline{\underline{1,87 \, km^{-1}}} \; //$$

Ej2

a)



$144,4 \times 3 - 210 \times 4,5 + R_A \times 6 = 0$

$R_A = 85,3\ kN$

$R_B = -19,7\ kN$

$V_{u1} = 0,3 \cdot \frac{25}{1,5} \cdot \frac{200 \times 450}{1000} = 450\ kN \geq V_{rd}$ ✓

$\xi = 1,67$

$\rho_l^{sup} = 0,004$

$\rho_l^{inf} = 0,010$

$$V_{cu}^{sup} = \begin{cases} \frac{0,15}{1,5} \cdot 1,67 \, (100 \times 0,004 \times 25)^{1/3} \cdot \frac{200 \cdot 450}{1000} = 32,4\ kN \\ 0,075 \cdot 1,67^{3/2} \sqrt{25} \cdot \frac{200 \cdot 450}{1000} = 48,4\ kN \end{cases}$$

$V_{cu}^{sup} = 48,4\ kN$

$$V_{cu}^{inf} = \begin{cases} 43,9\ kN \\ 48,4\ kN \end{cases} = 48,4\ kN$$

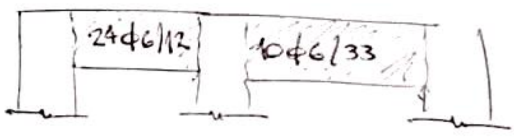
Tramo AB

$V_{su} \geq 76,3\ kN$ — $A_{90} = 4,71\ \frac{cm^2}{m}$ — $\phi 6/12$

$\frac{V_{rd}}{V_{u1}} \begin{cases} > 1/5 \\ < 2/3 \end{cases}$ — $s_t^{max} = 0,6 \times 45 = 27\ cm$

$A_s^{min} = \frac{0,3 \cdot 25^{2/3} \cdot 20}{7,5 \cdot 400} = 1,71\ \frac{cm^2}{m}$ ✓

$\phi 6/12$



Tramo BC

$V_{su} \geq 19,7 - 48,4 < 0$ — A_s^{min} } $\phi 6/33$

$\frac{V_{rd}}{V_{u1}} < 1/5 \rightarrow S_t^{max} = 33\ cm$

b) $\phi 6/24 \Rightarrow 2,35\ cm^2/m < 4,71\ \frac{cm^2}{m}$

Pruebo con 2 ramas

$4,71 = \frac{A_{90}(2\phi 6)}{s_t}$ — $s_t = 24$ — $(2\phi 6)/24\ cm$