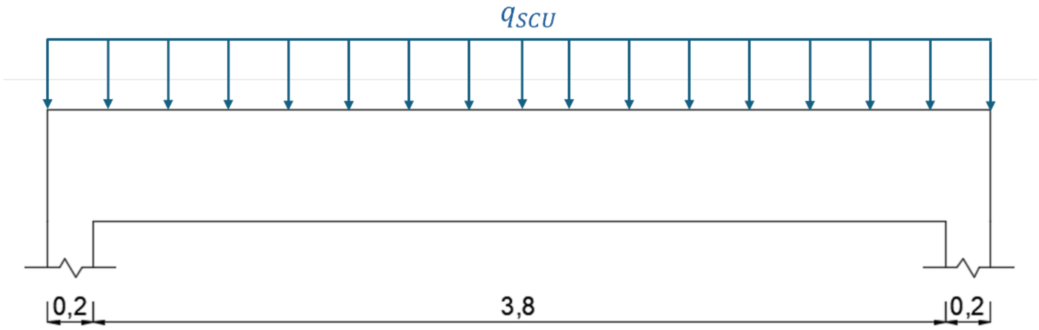
Ingeniería Civil – Plan 1997 **Materia: Teoría de Estructuras**
Primer Parcial de Hormigón Estructural 1 - Parte Práctico **29/04/2024**

EJERCICIO 1 (15 pts.)

En la figura a continuación se presenta una viga simplemente apoyada sobre dos pilares de ancho $\boldsymbol{t_1 = 20\ \mathrm{cm}}$. La luz libre entre los apoyos de la viga es $\boldsymbol{l = 3{,}80\ \mathrm{m}}$. La viga se encuentra sometida a una sobrecarga de uso característica $\boldsymbol{q_{SCU} = 30\ \mathrm{kN/m}}$ uniformemente distribuida en todo su largo más su peso propio. La sección es de dimensiones $\boldsymbol{(b \times h) = (20 \times 50)\ \mathrm{cm}^2}$. La sección tiene una armadura longitudinal de $\boldsymbol{3\phi 16}$.



Se pide:

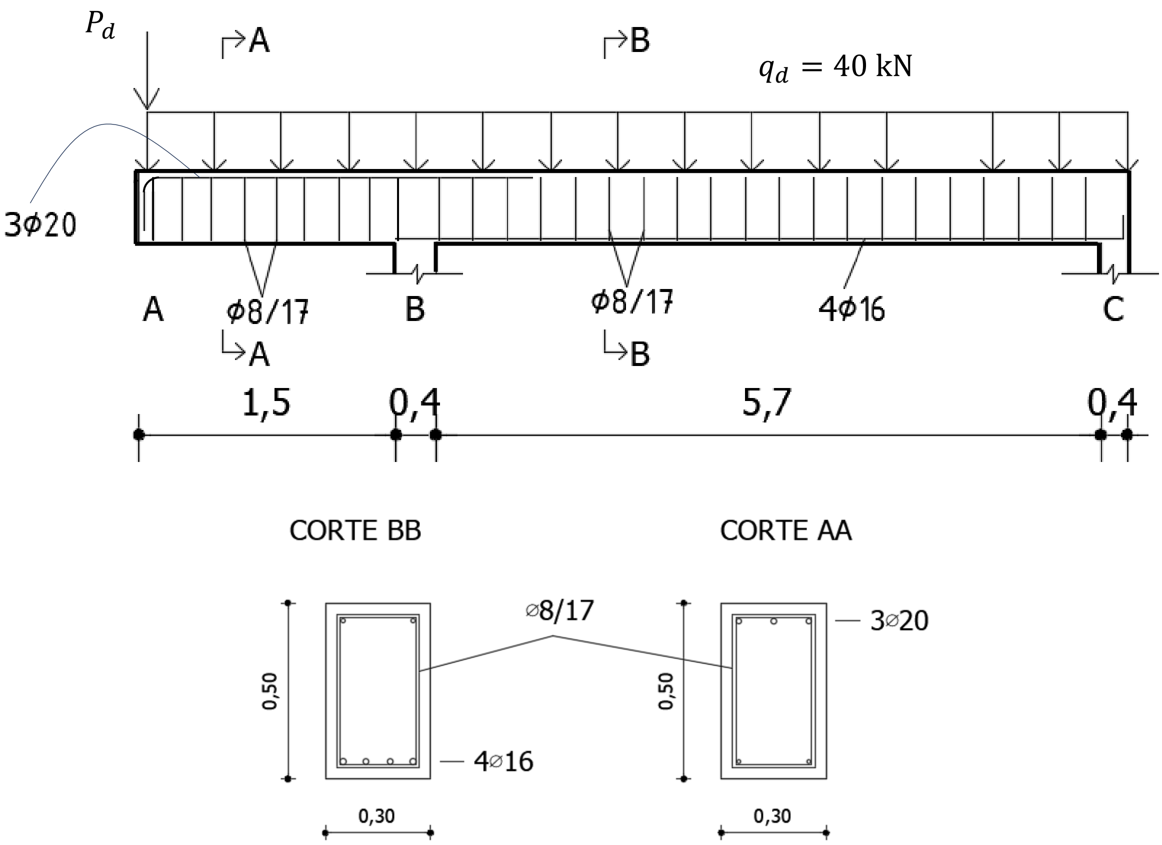
a) Determinar el esquema estructural de cálculo, la carga de diseño $\boldsymbol{q_d}$, el diagrama de momento flector de diseño y el máximo momento de diseño $\boldsymbol{M_d}$.
b) Bosquejar la armadura estructural en un esquema de alzado.
c) Verificar las cuantías mínimas.
d) Realizar el gráfico de la relación Momento-Curvatura. Calcular:
   I. Momento de Fisuración $\boldsymbol{M_{fis}}$ y sus curvaturas asociadas y ubicar en el gráfico.
   II. Inercia Fisurada $\boldsymbol{I_{fis}}$ y marcar su incidencia en el gráfico.
   III. Momento flector $\boldsymbol{M_y}$ a partir del cual se pierde la linealidad, y su curvatura asociada. Ubicar en el gráfico.
   IV. Momento Último $\boldsymbol{M_u}$ y su curvatura asociada. Ubicar en el gráfico.

Datos:

$\boldsymbol{f_{ck} = 25\ \mathrm{MPa}}$, $\boldsymbol{f_{yk} = 500\ \mathrm{MPa}}$, **rec.mec = 5 cm**, $\boldsymbol{E_s} = \mathbf{200}\ \mathrm{GPa}$

Ingeniería Civil – Plan 1997 **Materia: Teoría de Estructuras**
Primer Parcial de Hormigón Estructural 1 - Parte Práctico **29/04/2024**

EJERCICIO 2 (15 pts.)



La figura muestra una viga y su armadura longitudinal estructural (superior: $\mathbf{3\phi20}$ e inferior: $\mathbf{4\phi16}$) y transversal ($\boldsymbol{\phi 8/17}$ en toda la viga) Esta es de sección rectangular de $(\mathbf{30} \times \mathbf{50})\ \mathbf{cm^2}$, con una carga $\boldsymbol{q_d}$ aplicada en todo el largo de la viga y una carga $\boldsymbol{P_d}$ aplicada en el extremo A.

a) Considerando ELU de solicitaciones normales, determinar:
   I. El momento último positivo de la viga ($\boldsymbol{M_u^+}$).
   II. El momento último negativo de la viga ($\boldsymbol{M_u^-}$).
   III. Para la sección donde ocurra $M_d = \boldsymbol{M_u^-}$,calcular y representar la posición de la línea neutra. La pareja de deformaciones límite y el dominio de deformación.

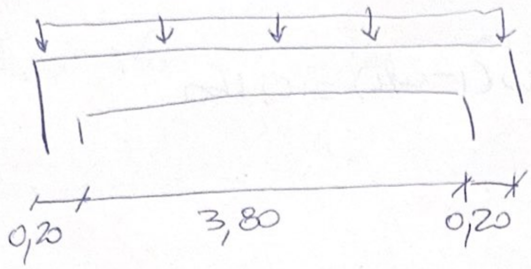
b) Considerando ELU de cortante:
   I. Determinar el máximo cortante que resiste la biela comprimida.
   II. Determinar el máximo cortante que resiste la biela traccionada.

c) Determinar el máximo valor de carga $\boldsymbol{P_d}$ para que cumplan con ELU de Solicitaciones Normales y de Cortante.

Datos:

$\boldsymbol{f_{ck} = 25\ \text{MPa}, f_{yk} = 500\ \text{MPa}}$, **rec.mec = 5 cm**

—

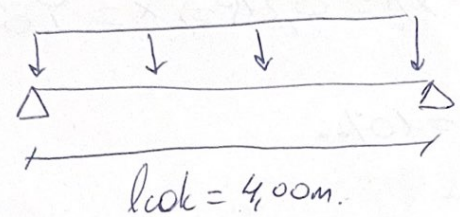


$p_{scu} = 30\ kN/m$

$p_{pp} = 0{,}2 \times 0{,}5 \times 25 = 2{,}5\ kN/m$

$A_{s1} = 3\phi16 = 6{,}03\ cm^2$

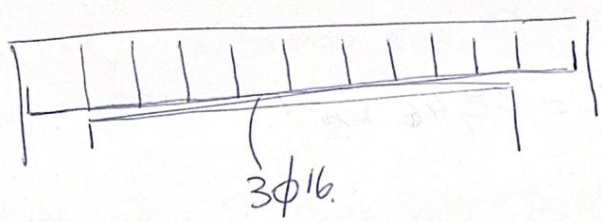
a)



$p_d = 1{,}35\, p_{pp} + 1{,}5\, p_{scu} = 48{,}38\ kN/m$

$M_d = \frac{p_d l^2}{8} = 96{,}8\ kNm$

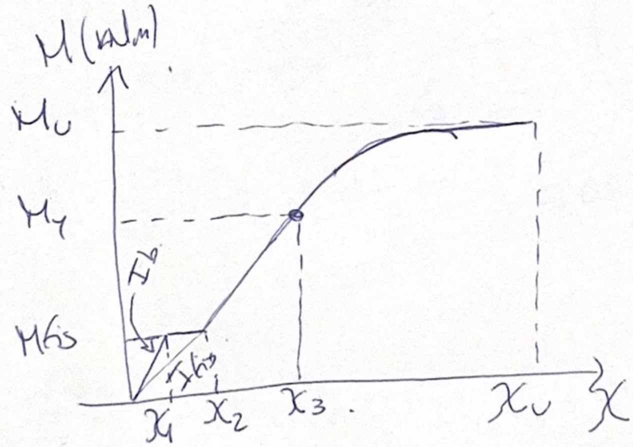
b)



c) $A_{s,mec,min} \Rightarrow \omega = 0{,}045 \Rightarrow A_s = 1{,}55\ cm^2$

$A_{s,geo,min} = 2{,}8‰\, bh = 2{,}8\ cm^2$

d)



$E = 8500\sqrt[3]{25+8} = 27{,}26\ GPa$

$f_{ct,m} = 0{,}3 f_{ck}^{2/3} = 2{,}56\ MPa$ $\quad f_{ctm,fl} = \max\{(1{,}6 - h/1000) f_{ct,m};\ f_{ct,m}\} =$

$= 1{,}1 \cdot 2{,}56\ MPa = 2{,}82\ MPa$

$I_b = \frac{bh^3}{12} = 2{,}08 \times 10^{-3}\ m^4$

$\Rightarrow M_{fis} = \frac{2 I_b f_{ctm,fl}}{h} = 23{,}5\ kNm \Rightarrow \chi_1 = \frac{M}{EI} = 0{,}41\ km^{-1}$

⇒ Calculo x_{fis} con equilibrio en la sección

$$\frac{E_{cm}\,\varepsilon_c\,x_{fis}\,b}{2} = E_s A_s \frac{d - x_{fis}}{x_{fis}}\,\varepsilon_c \Rightarrow$$

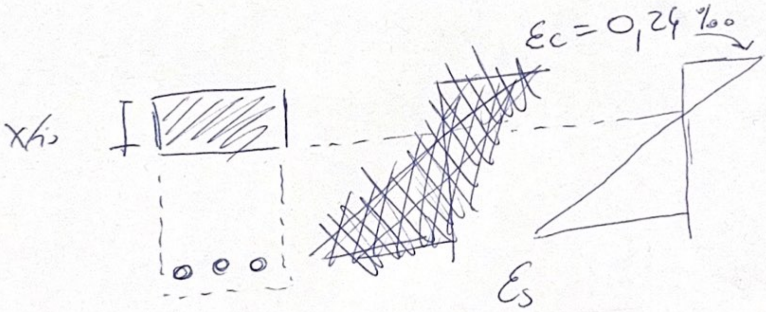
$$\Rightarrow \frac{E_{cm} b}{2} x^2_{fis} + E_s A_s x_{fis} - E_s A_s d = 0$$

$$x_{fis} = 12{,}07 \text{ cm}$$

$$n = \frac{E_s}{E_{cm}} = 7{,}34 \qquad I_{fis} = 5{,}97 \times 10^{-4}\ m^4 \Rightarrow \chi_2 = \frac{M_{fis}}{E I_{fis}} = 1{,}44\ km^{-1}$$

Hallaremos M_y suponiendo que el hormigón llega al límite elástico:

$$\Rightarrow \sigma_c = 0{,}4 f_{cd} = 6{,}67\ MPa \Rightarrow \varepsilon_c = 6{,}67/27{,}26 = 0{,}24‰$$



$$\varepsilon_s = \varepsilon_c \frac{d - x_{fis}}{x_{fis}} = 0{,}65‰ < 2{,}17‰$$ fluencia del Acero. Hipótesis correcta

$$M_y = \frac{\sigma_c I_{fis}}{x_{fis}} = 32{,}99\ kNm. \qquad \chi_3 = \frac{M}{E I_{fis}} = 2{,}03\ km^{-1}$$

$$\omega = \frac{A_s f_{yd}}{b d f_{cd}} = 0{,}175 \Rightarrow \mu = \omega(1-\omega/2) = 0{,}160$$

$$\xi = \omega/0{,}8 = 0{,}219$$

$$\boxed{M_u = \mu b d^2 f_{cd} = 108{,}0\,kNm.}$$

$$x/d = 0{,}219 \Rightarrow x = 9{,}86\,cm.$$

Me encuentro en dominio 2, $\varepsilon_s = 10‰$.

$$\frac{\varepsilon_c}{x} = \frac{\varepsilon_s}{d-x} \Rightarrow \varepsilon_c = \frac{x}{d-x}\varepsilon_s \rightarrow \varepsilon_c = 2{,}81‰$$

$$\Rightarrow \chi_u = \frac{12{,}81‰}{0{,}45} = 28{,}46\ km^{-1}$$

Ejercicio 2

a) I) $A_s^+ = 8{,}04\,cm^2\ (4\phi16)$ $\quad \omega^+ = \dfrac{A_s^+ f_{yd}}{b d f_{cd}} = 0{,}155$

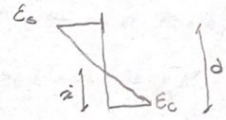
$\mu^+ = \omega^+ \left(1 - \dfrac{\omega^+}{2}\right) = 0{,}143 \qquad M_u^+ = \mu^+ b d^2 f_{cd} = 145\,kNm$

II) $A_s^- = 9{,}42\,cm^2\ (3\phi20)$ $\quad \omega^- = \dfrac{A_s^- f_{yd}}{b d f_{cd}} = 0{,}182$

$\mu^- = \omega^- \left(1 - \dfrac{\omega^-}{2}\right) = 0{,}165 \qquad M_u^- = \mu^- b d^2 f_{cd} = 167\,kNm$

III) $\xi^- = \omega^- / 0{,}8 = 0{,}2275 \Rightarrow x^- = \xi^- d = 10{,}2\,cm$

Dominio 2 $\Rightarrow \varepsilon_s = 10‰ \qquad \varepsilon_c = \dfrac{x^- \varepsilon_s}{d - x^-} = 2{,}93‰$



b) I) $V_{rd,max} = 0{,}6 f_{cd}\, b\, z \dfrac{1}{\cot\theta + \tan\theta}$ $\qquad$ Fijo $\cot\theta = 2$

Supongo $z = 0{,}9 d$

$\Rightarrow V_{rd,max} = 486\,kN$

II) $V_{rd,c,min} = 0{,}035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} b d = 50{,}98\,kN$

$\hookrightarrow k = 1 + \sqrt{\dfrac{200}{d}} = 1{,}67$

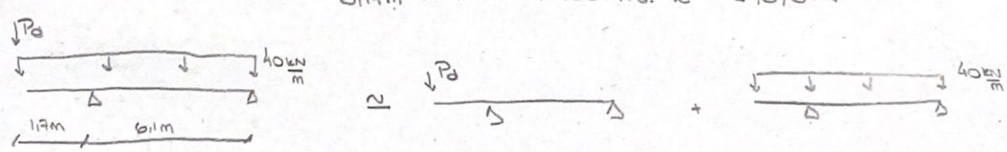
$V_{rd,c} = \dfrac{0{,}18}{\gamma_c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} b d$

$\rho_l^+ = 5{,}96‰ \qquad \rho_l^- = 6{,}98‰ \Rightarrow V_{rd,c}^+ = 66{,}57\,kN$

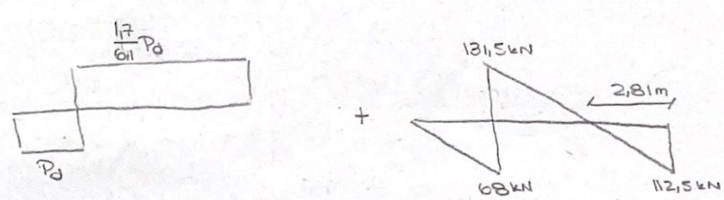
$V_{rd,c}^- = 70{,}17\,kN$

$V_{rd,s} = \dfrac{A_{sw}}{s} z f_{yd} \cot\theta = \dfrac{1{,}00\,cm^2}{0{,}17\,m} (0{,}9 \cdot 45\,cm)\, 400\,MPa \cdot 2 = 190{,}6\,kN$

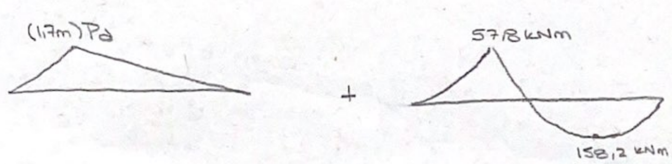
c)



V



M



Aumentar P_d me disminuye $M^+_{d,max}$, entonces no condiciona

$$M^-_{d,max} = 1{,}7m\,P_d + 57{,}8\,kNm \leq 167\,kNm \Rightarrow P_d \leq 64{,}2\,kN$$

El cortante máximo es en el apoyo B.

Compresión de la biela

$$V_{izq} = P_d + 68\,kN - 0{,}2m\left(40\,\tfrac{kN}{m}\right) \leq 486\,kN \Rightarrow P_d \leq 426{,}0\,kN$$

$$V_{der} = \frac{1{,}7}{6{,}1}P_d + 131{,}5\,kN - 0{,}2\left(40\,\tfrac{kN}{m}\right) \leq 486\,kN \Rightarrow P_d \leq 1300{,}7\,kN$$

Tracción de la biela

$$V_{izq} = P_d + 68\,kN - 0{,}65m\left(40\,\tfrac{kN}{m}\right) \leq 190{,}6\,kN \Rightarrow P_d \leq 148{,}6\,kN$$

$$V_{der} = \frac{1{,}7}{6{,}1}P_d + 131{,}5\,kN - 0{,}65m\left(40\,\tfrac{kN}{m}\right) \leq 190{,}6\,kN \Rightarrow P_d \leq 305{,}4\,kN$$

$$\Rightarrow P_{d,max} = 64{,}2\,kN$$