### T.P.N°3: Flexión Simple

- 1. a) Dimensionar una viga de 5 m de longitud perteneciente a un sistema de vigas de un pórtico de hormigón armado que se encontrará sometida a un momento flector en el tramo generado por cargas permanentes de MD = 3,5 tnm y por sobrecargas de ML = 2 tnm. En el apoyo, MD = 4 tnm y ML = 3 tnm. El hormigón será H-25 y el acero ADN 42/50. La viga se encuentra expuesta a un ambiente clase CL. Efectuar el cálculo según Reglamento CIRSOC 201-05 y CIRSOC 201-82. b) Dibujar la sección de la viga.
- 2. Dimensionar analíticamente a flexión la viga V102 de la Figura 1 construida de hormigón armado de sección T y 5 m de largo, ubicada entre dos losas en una dirección de 15 cm de espesor cuyas luces son de 2,5 m y 2 m entre ejes de vigas cada una. La carga total por peso propio de la losa es de 850 kg/m2, mientras que la sobrecarga es de 200 kg/m2. Para el cálculo considerar el peso propio de la viga y las reacciones transmitidas por las losas. Efectuar el cálculo según CIRSOC 201-82 o bien según CIRSOC 201-05.

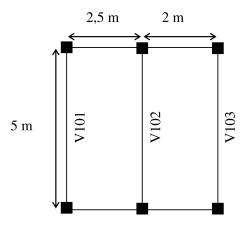


Figura 1: Esquema de cálculo para la viga V102

3. Indicar el momento último que es capaz de resistir la viga de la Figura 2, cuya armadura principal es de  $4\phi16$  mm construida con hormigón H-20 y acero ADN 42/50. Despreciar el aporte de las barras superiores. Realizar el cálculo según el CIRSOC 201-05.

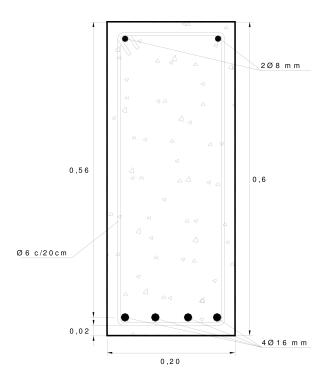


Figura 2: Corte de la viga del ejercicio 3)

## 1. <u>Dimensionar una viga de 5m de longitud</u> <u>Datos:</u>

$$l = 5m$$
Para el tramo:
 $M_D = 3,5t.m$ 
 $M_L = 2t.m$ 
Para el apoyo:
 $M_D = 4t.m$ 
 $M_L = 3t.m$ 

Hormigón H-25  $\Rightarrow$   $f'c=250\frac{Kg}{cm^2}=25MPa$  Acero ADN  $42/50 \Rightarrow fy=4200\frac{Kg}{cm^2}=420MPa$  Exposición CL (cloruros), de tabla tenemos el recubrimiento en vigas más un  $50\% \Rightarrow Cc=3cm$ 

### • <u>Armadura Inferior</u> en el tramo

$$M_u = 1.2 \cdot M_D + 1.6 \cdot M_L = 1.2 \cdot 3.5t.m + 1.6 \cdot 2t.m = \boxed{7.4t.m}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{7.4t.m}{0.9} = 8.22t.m \Rightarrow \boxed{822000Kg.cm}$$

Para hallar la altura útil se estiman los siguientes valores:

$$\begin{cases} h \approx \frac{l}{10} = \frac{5m}{10} = 50cm \\ b_w \approx \frac{h}{2} = \frac{50cm}{2} = 25cm \text{ adopto} \Rightarrow b_w = 20cm \\ dbe = 6mm \\ db = 16mm \end{cases}$$

$$d = h - Cc - dbe - \frac{db}{2} = 50cm - 3cm - 0.6cm - \frac{1.6cm}{2} = \boxed{45.6cm}$$

$$m_n = \frac{M_n}{0.85 \cdot f'c \cdot b_w \cdot d^2} = \frac{822000Kg.cm}{0.85 \cdot 250 \frac{Kg}{cm^2} \cdot 20cm \cdot (45.6cm)^2} = \boxed{0.093}$$

$$Ka = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot m_n} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0.093} = \boxed{0.0978}$$

$$Ka_{min} = \frac{1.4}{0.85 \cdot f'c} = \frac{1.4}{0.85 \cdot 25MPa} = \boxed{0.0658}$$

$$Ka_{max} = 0.375 \cdot \beta_1 = 0.375 \cdot 0.85 = \boxed{0.3187}$$

$$Ka_{min} < Ka < Ka_{max}$$

$$0.0658 < 0.0978 < 0.3187 \Rightarrow \text{Verifica} \quad \sqrt{}$$

$$As = 0.85 \cdot f'c \cdot b_w \cdot Ka \cdot \frac{d}{fy} = 0.85 \cdot 250 \frac{Kg}{cm^2} \cdot 20cm \cdot 0.0978 \cdot \frac{45.6cm}{4200 \frac{Kg}{cm^2}} = \boxed{4.51cm^2}$$

$$Adopto \quad 4\phi 12mm \Rightarrow 4.52cm^2 \quad \text{inferiores}$$

$$Separacion = \frac{b_w - 2 \cdot Cc - 2 \cdot dbe - 4 \cdot db}{3}$$

$$= \frac{20cm - 2 \cdot 3cm - 2 \cdot 0.6cm - 4 \cdot 1.2cm}{3} = \boxed{2.66cm > 2.5cm} \quad \Rightarrow \text{Verifica} \quad \sqrt{}$$

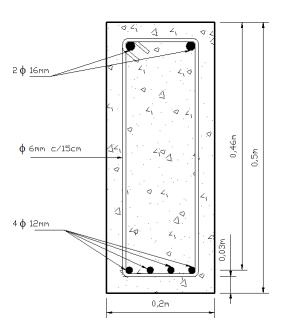


Figura 3: Sección en el tramo

#### Armadura Superior en el apoyo

$$\begin{split} &M_{u} = 1,2 \cdot M_{D} + 1,6 \cdot M_{L} = 1,2 \cdot 4t.m + 1,6 \cdot 3t.m = \boxed{9,6t.m} \\ &M_{n} = \frac{M_{u}}{\phi} = \frac{9,6t.m}{0,9} = 10,66t.m \Rightarrow \boxed{1066000Kg.cm} \\ &m_{n} = \frac{M_{n}}{0,85 \cdot f'c \cdot b_{w} \cdot d^{2}} = \frac{1066000Kg.cm}{0,85 \cdot 250\frac{Kg}{cm^{2}} \cdot 20cm \cdot (45,6cm)^{2}} = \boxed{0.1207} \\ &Ka = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot m_{n}} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,1207} = \boxed{0.1290} \\ &Ka_{min} = \frac{1,4}{0,85 \cdot f'c} = \frac{1,4}{0,85 \cdot 25MPa} = \boxed{0.0658} \\ &Ka_{max} = 0,375 \cdot \beta_{1} = 0,375 \cdot 0,85 = \boxed{0.3187} \\ &Ka_{min} < Ka < Ka_{max} \\ &0,0658 < 0,1290 < 0,3187 \Rightarrow \text{ Verifica } \sqrt{} \\ &As = 0,85 \cdot f'c \cdot b_{w} \cdot Ka \cdot \frac{d}{fy} = 0,85 \cdot 250\frac{Kg}{cm^{2}} \cdot 20cm \cdot 0,1290 \cdot \frac{45,6cm}{4200\frac{Kg}{cm^{2}}} = \boxed{5,95cm^{2}} \\ &Adopto \quad 3\phi16mm \Rightarrow 6,03cm^{2} \quad \text{superiores} \\ &Separacion = \frac{b_{w} - 2 \cdot Cc - 2 \cdot dbe - 3 \cdot db}{2} \\ &= \frac{20cm - 2 \cdot 3cm - 2 \cdot 0,6cm - 3 \cdot 1,6cm}{2} = \boxed{4cm > 2,5cm} \quad \Rightarrow \text{ Verifica } \sqrt{} \end{split}$$

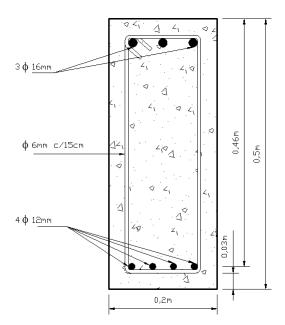


Figura 4: Sección en el apoyo

# 2. $\frac{\text{Viga T - Viga 102}}{\text{Datos:}}$

$$l = 5m$$

$$h_f = 15cm$$

$$L_{T1} = 2.5m$$

$$L_{T2} = 2m$$

$$D_{losa} = 850 \frac{Kg}{m^2}$$

$$L_{losa} = 200 \frac{Kg}{m^2}$$

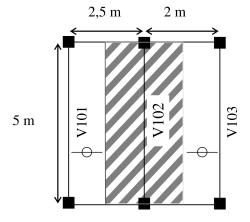


Figura 5: Vista en planta

### Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco Cátedra: Hormigón I

$$R_D = 850 \frac{Kg}{m^2} \cdot \frac{2,5m}{2} + 850 \frac{Kg}{m^2} \cdot \frac{2m}{2} = \boxed{1912,6 \frac{Kg}{m}}$$

$$R_L = 200 \frac{Kg}{m^2} \cdot \frac{2,5m}{2} + 200 \frac{Kg}{m^2} \cdot \frac{2m}{2} = \boxed{450 \frac{Kg}{m}}$$

Para hallar la altura útil se estiman los siguientes valores:

altura util se estiman los siguientes valores: 
$$\begin{cases} h \approx \frac{l}{10} = \frac{5m}{10} = 50cm \\ b_w \approx \frac{h}{2} = \frac{50cm}{2} = 25cm \quad \text{adopto} \Rightarrow b_w = 20cm \\ dbe = 6mm \\ db = 12mm \\ Cc = 2cm \end{cases}$$

$$d = h - Cc - dbe - \frac{db}{2} = 50cm - 2cm - 0.6cm - \frac{1.2cm}{2} = \boxed{46.8cm}$$

Peso propio de la viga

$$\begin{split} D_{viga} &= b_w \cdot h \cdot \gamma_H = 0.2m \cdot 0.50m \cdot 2500 \frac{Kg}{m^3} = \boxed{250 \frac{Kg}{m}} \\ U &= 1.2 \cdot (R_D + D_{viga}) + 1.6 \cdot R_L = 1.2 \cdot (1912.6 \frac{Kg}{m} + 250 \frac{Kg}{m}) + 1.6 \cdot 450 \frac{Kg}{m} = \boxed{3315 \frac{Kg}{m}} \\ M_u &\simeq \frac{U \cdot l^2}{8} = \frac{3315 \frac{Kg}{m} \cdot (5m)^2}{8} = \boxed{10360 Kg.m} \\ M_n &= \frac{M_u}{\phi} = \frac{10360 Kg.m}{0.9} = \boxed{11511 Kg.m} \\ b &= b_w + b_{efiza} + b_{efder} \end{split}$$

$$b_{ef_{izq}} \le \begin{cases} 8 \cdot h_f = 8 \cdot 0.15m = \boxed{1.2m} \\ \frac{l_{transversal}}{2} = \frac{2.5m}{2} = 1.25m \end{cases}$$

$$b_{ef_{der}} \le \begin{cases} 8 \cdot h_f = 8 \cdot 0.15m = 1.2m \\ \frac{l_{transversal}}{2} = \frac{2m}{2} = \boxed{1m} \end{cases}$$

### Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco Cátedra: Hormigón I

$$b = b_w + b_{ef_{izq}} + b_{ef_{der}} \le \frac{l}{4}$$

$$b = 0.2m + 1.2m + 1m \le \frac{5m}{4}$$

$$2.4m \le 1.25m \quad \text{No Verifica}$$

$$m_n = \frac{M_n}{0.85 \cdot f'c \cdot b \cdot d^2} = \frac{1151100Kg.cm}{0.85 \cdot 250\frac{Kg}{cm^2} \cdot 125cm \cdot (46.8cm)^2} = \boxed{0.0197}$$

$$Ka = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot m_n} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0.0197} = \boxed{0.020}$$

$$As = 0.85 \cdot f'c \cdot b \cdot Ka \cdot \frac{d}{fy} = 0.85 \cdot 250\frac{Kg}{cm^2} \cdot 125cm \cdot 0.020 \cdot \frac{46.8cm}{4200\frac{Kg}{cm^2}} = \boxed{5.91cm^2}$$
Adopto  $3\phi 16mm \Rightarrow \boxed{6.03cm^2}$  inferiores
$$As_{min} = 1.4 \cdot b_w \cdot \frac{d}{fy} = 1.4 \cdot 0.20m \cdot \frac{0.468m}{420MPa} = 3.12cm^2$$

$$As = 6.03cm^2 > 3.12cm^2 \quad \text{Verifica} \quad \sqrt{}$$

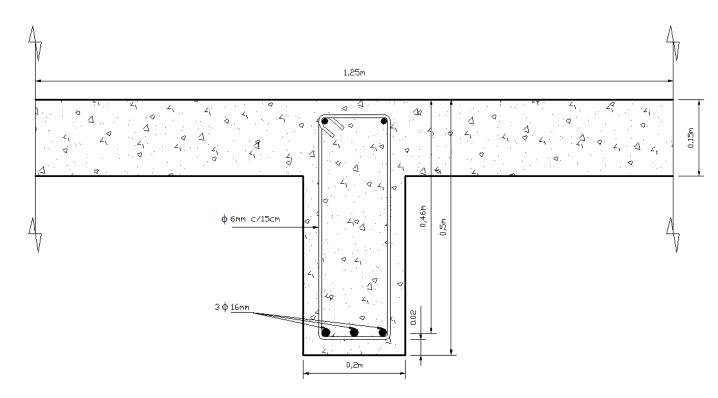


Figura 6: Sección Viga T

### Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco Cátedra: Hormigón I

### 3. Verificar el momemnto último de una viga

<u>Datos:</u>

Hormigón H20 
$$\Rightarrow$$
  $f'c = 20MPa$   
Acero ADN  $42/50 \Rightarrow fy = 420MPa$   
 $4\phi 16mm$  inferior  $\Rightarrow 8,04cm^2$   
 $b_w = 20cm$   
 $d = 0,56m$   
 $h = 0,6m$ 

$$a = \frac{As \cdot fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b_w} = \frac{8.04cm^2 \cdot 420MPa}{0.85 \cdot 20MPa \cdot 20cm} = \boxed{9.93 \text{ cm}}$$

$$Ka = \frac{a}{d} = \frac{9.93cm}{56cm} = \boxed{0.177}$$

$$Ka_{min} = \frac{1.4}{0.85 \cdot f'c} = \frac{1.4}{0.85 \cdot 20MPa} = \boxed{0.082}$$

$$Ka_{max} = 0.375 \cdot \beta_1 = 0.375 \cdot 0.85 = \boxed{0.3187}$$

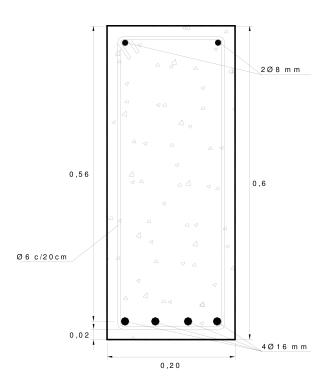
$$Ka_{min} < Ka < Ka_{max}$$

$$0.082 < 0.177 < 0.3187 \Rightarrow \text{ Verifica } \sqrt{}$$

$$M_n = 0.85 \cdot f'c \cdot b_w \cdot Ka \cdot d^2 \cdot (1 - \frac{Ka}{2})$$

$$M_n = 0.85 \cdot 20000 \frac{KN}{m^2} \cdot 0.2m \cdot 0.177 \cdot (0.56m)^2 \cdot (1 - \frac{0.177}{2}) = \boxed{172 \text{ KN.m}}$$

$$M_u = \phi \cdot M_n = 0.9 \cdot 172KN.m = \boxed{154 \text{ KN.m}}$$



 ${\bf Figura~7:~Secci\'{o}n~de~la~viga}$