



PREGUNTA 1: HIPÓTSIS BÁSICAS DE CÁLCULO BAJO SOLICIT. NORMALES EN ELU (20 Puntos)

- a) Nombrar cuales son, sin explicarlas.
- b) Caracterización del estado límite último: Indicar las deformaciones límite de cada material.
- c) Trazar el diagrama de “dominio de deformación”, indicando valores de x para los límites de dominios.
- d) ¿En qué orden de magnitud está el valor ε_y ? ¿y el valor x_{lim} ?



PREGUNTA 2: ANÁLISIS DEL PROCESO DE ROTURA (20 Puntos)

- a) Trazar el diagrama Momento-Curvatura para el de una viga “bien diseñada”, nombrando los distintos estados en cada tramo del diagrama, y especificando los valores de Momento y Curvatura que limitan cada estado.
- b) Trazar cualitativamente los diagramas de tensión de la sección para cada uno de los distintos estados.
- c) ¿Cuál es el valor de la pendiente del diagrama en los tramos elástico-lineales?
- d) Indicar (explicando por qué) cuál de las siguientes secciones (de viga simplemente armadas en flexión pura) corresponden a (1) viga bien diseñada, (2) viga sobreamada, o (3) viga subarmada:
 - a. Cuantía $\omega = 0,271$ y rotura con $x/d = 0,339$.
 - b. Cuantía $\omega = 0,033$ y rotura con $x/d = 0,041$.
 - c. Cuantía $\omega = 0,408$ y rotura con $x/d = 0,510$.

EJERCICIO 1 (25 Puntos)

La figura 1 muestra el esquema de una viga de hormigón armado de sección rectangular de ancho **20 cm** y altura **50 cm**, simplemente apoyada en dos pilares de ancho **0,25 m**. La viga soporta una carga permanente característica $q_{CM} = 25 \text{ kN/m}$ (peso propio de viga incluido) y una carga variable característica $q_{SCU} = 7,5 \text{ kN/m}$, ambas uniformemente distribuidas en toda la longitud de la viga.

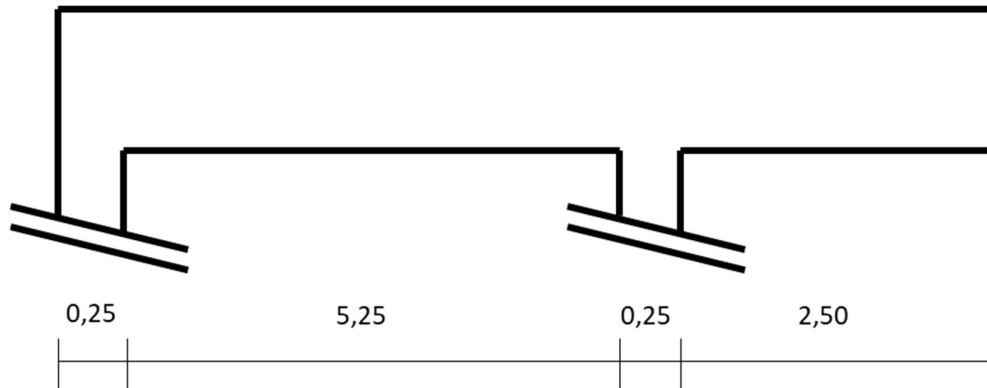


Figura 1 (unidades en metros)

Se pide:

- Sin hacer cuentas, esquematizar en el alzado las armaduras estructurales longitudinales necesarias para satisfacer el ELU de solicitaciones normales y los estribos para satisfacer ELU de cortante.
- Calcular la carga de diseño q_d y trazar el diagrama de cortante de diseño y diagrama de momento flector de diseño.
- Calcular las armaduras en toda la viga para satisfacer ELU de solicitaciones normales e indicarlas en el esquema de armado de la parte a.
- Considerando solamente la armadura estructural del voladizo, calcular las longitudes de anclaje necesarias para satisfacer el ELU de anclaje y representar las distancias correspondientes en el esquema de la parte a.

Datos:

- Materiales: $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$, $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$.
- Recubrimiento mecánico: **4 cm**.

EJERCICIO 2 (35 Puntos)

La figura 2 muestra una serie de pilas en donde apoya el tablero de un viaducto. La figura 3a muestra el esquema de un corte de la pila y la figura 3b el esquema básico estructural del pilar de sección uniforme (que constituye la pila). El pilar presenta sección circular de diámetro **100 cm**, largo **8 m** y se encuentra empotrado en su base y libre en su extremo superior (ver figura 3b). Se considera una hipótesis de cálculo compuesta por una directa de diseño $N_d = 3500$ kN y excentricidad $e = 45$ cm.



Figura 2: Viaducto de hormigón armado.

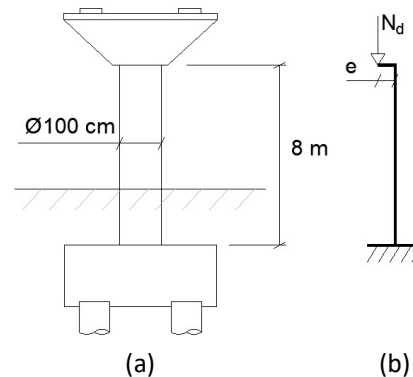


Figura 3: (a) Esquema de corte de la pila y (b) esquema básico estructural del pilar.

Se pide:

- Teniendo en cuenta el origen de las cargas que componen la directa excéntrica (cargas variables de tránsito y cargas permanentes), explicar muy brevemente (máximo dos oraciones) por qué es necesario armar el pilar con armadura simétrica y no con Ehlers.
- Sin hacer cuentas, realizar un esquema de armado (aproximado) del pilar, incluyendo las armaduras longitudinales con sus anclajes y armadura transversal.
- Trazar los diagramas de sollicitación de directa, cortante y momento flector.
- Calcular la armadura longitudinal y transversal necesarias para satisfacer el ELU de sollicitaciones normales e inestabilidad de soportes, e indicarlas en el esquema de la parte b.
- Dada la fundación constituida por un cabezal rígido y dos pilotes, definir el diámetro de los pilotes y dimensiones del cabezal rígido de forma aproximada ("números gordos"), sabiendo que la directa admisible de cada pilote es $N_{adm,pilote} = 1600$ kN.

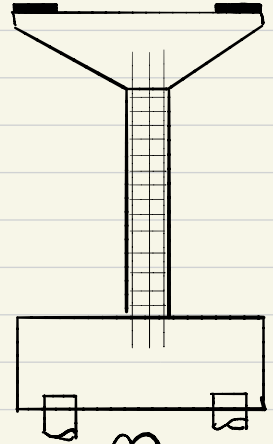
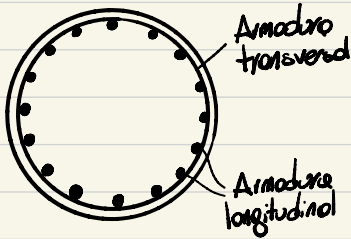
Datos:

- Materiales: $f_{ck} = 30$ MPa, $f_{yk} = 500$ MPa.
- Recubrimiento mecánico: **5 cm**.

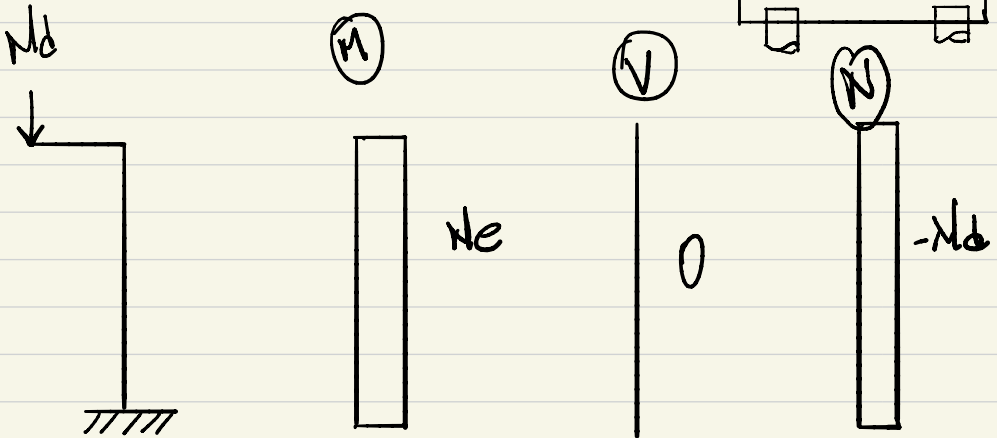
Ejercicio 2

a) Es necesario armar con armadura simétrica y que puede existir inversión de esfuerzos.

b)



c)



d) Longitud = $2.8m = 16m$

⇒ Es circular, calculo 1 dirección.

$$I = \frac{\pi r^4}{4} = \frac{\pi 0,5^4}{4} = 0,0491 \text{ m}^4$$

$$i_c = \sqrt{\frac{I}{A}} = 0,25 \text{ m}$$

$$\lambda = \frac{l_0}{i_c} = 63,99$$

Vala método aproximado de EHE-08

Soporte trasladado:

$$e_c = e_z = 0,45 \text{ m}$$

$$e_a = (1 + 30,12) (2,7 \times 10^{-3} + 3,5 \times 10^{-3}) \frac{(1 + 20 \cdot 0,45)}{(1 + 10 \cdot 0,45)} \frac{16^2}{50 i_c}$$

$$e_a = 0,26 \text{ m} \Rightarrow e_{tot} = 0,71 \text{ m} > h/20 \text{ y } 2 \text{ cm} /$$

$$\Rightarrow \underline{\text{Ábaco}}: \quad d/h = 0,05$$

$$\nu = \frac{3500}{A_c f_{td}} = 0,22 \quad \mu = 0,158 \Rightarrow \omega = 0,30$$

$$A_{tot} = 108,38 \text{ cm}^2$$

$$A_{s, req, min} = 8,05 \text{ cm}^2 \quad /$$

$$A_{s, min, geo} = 31,42 \text{ cm}^2 \quad /$$

$$A_{s, req, max} = 361,28 \text{ cm}^2 \quad /$$

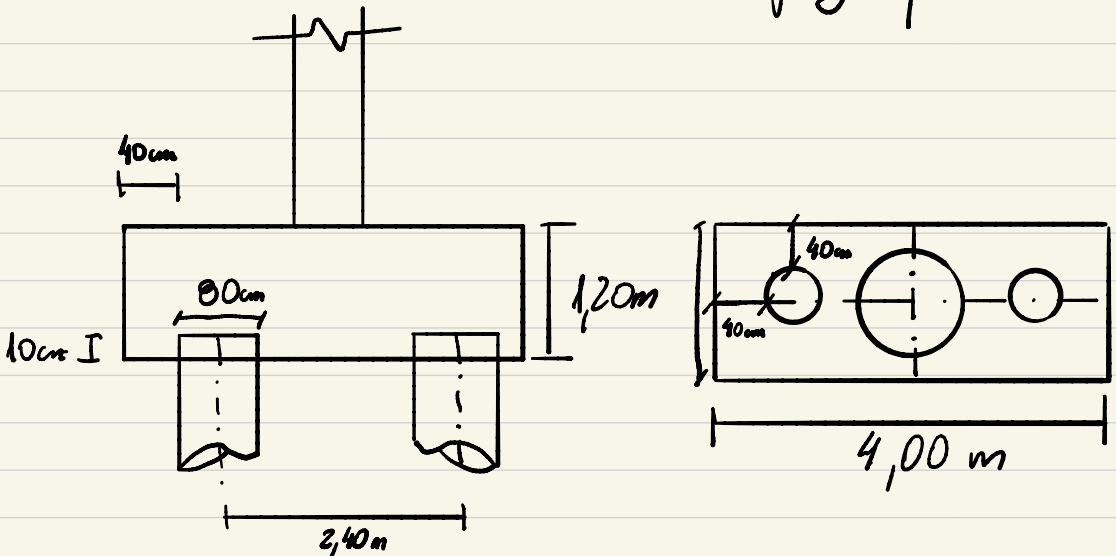
⇒ Armo con $14 \phi 32$ o $23 \phi 25$

Estribos $\phi 8$ ⇒ Separación $s_t = \min \{ 15 \phi_{min}; b; h; 30 \text{ cm} \}$

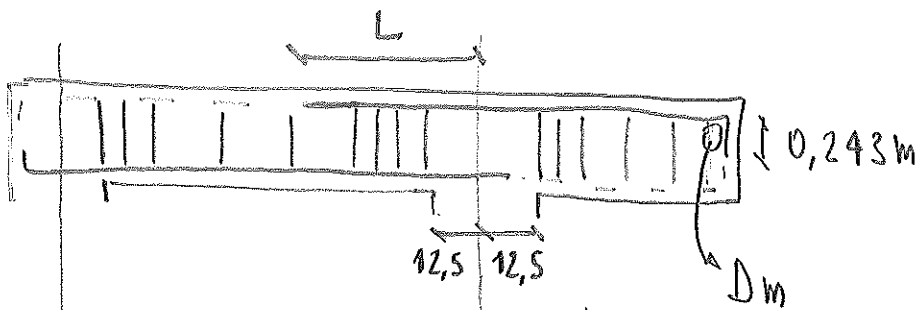
$\phi 8 / 30$

$$e) N_{adm, \text{ pilote}} = 5MP_a \pi r^2 \Rightarrow r = \sqrt{\frac{N_{adm}}{\pi 5MP_a}} = 0,32 \text{ m}$$

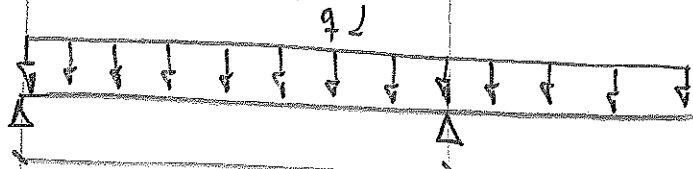
⇒ $d_{min} = 64 \text{ cm} \Rightarrow$
 Surongo pilotes $\phi 80 \text{ cm}$



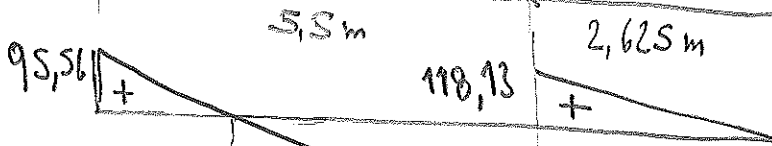
Ex 1 a)



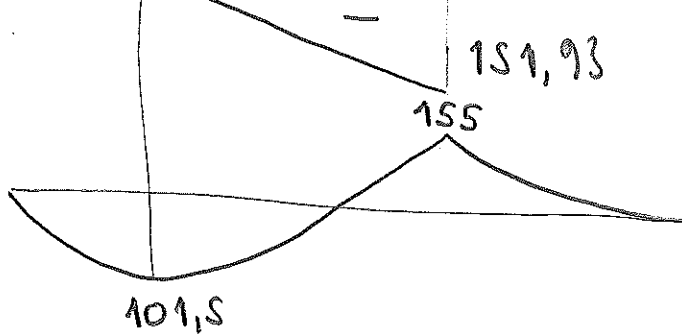
b) $q_d = 1,35 \times 2,5 + 1,5 \times 7,5 = 4,5 \text{ kN/m}$



Ⓥ (kN)



Ⓜ (kNm)



c) $M^+ = \frac{101,5 \text{ kNm} \cdot 1,5}{0,2 \text{ m} (46 \text{ cm})^2 \cdot 3 \text{ kN/cm}^2} = 0,119 < 0,295 \text{ VSA} \Rightarrow w = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,119} = 0,128$

$\rightarrow A_s = 20 \cdot 46 \cdot \frac{3}{1,5} \cdot \frac{1,15}{50} \cdot 0,128 = 5,42 \text{ cm}^2 \Rightarrow n = \frac{5,42 \text{ cm}^2}{2,01 \text{ cm}^2} = 2,7 \Rightarrow \boxed{3\phi 16}$

$M^- = \frac{155 \text{ kNm} \cdot 1,5}{0,2 \text{ m} (46 \text{ cm})^2 \cdot 3 \text{ kN/cm}^2} = 0,183 < 0,295 \text{ VSA} \Rightarrow w = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,183} = 0,20$

$\rightarrow A_s = 20 \cdot 46 \cdot \frac{3}{1,5} \cdot \frac{1,15}{50} \cdot 0,20 = 8,63 \text{ cm}^2 \Rightarrow n = \frac{8,63 \text{ cm}^2}{11 \text{ cm}^2} = 2,75 \Rightarrow \boxed{3\phi 20}$

d) $f_{ck} = 50 \text{ MPa}$
 $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$ } $\Rightarrow m = 1,5$
 barras pos II } $\Rightarrow l_{bII} = \max \left\{ \begin{array}{l} 14 \cdot 1,5 \cdot 20^2 = 728 \text{ mm} \\ \frac{500}{14} \cdot 10 = 714,3 \text{ mm} \end{array} \right.$

$\Rightarrow l_{bII} = 728 \text{ mm}$

Anclaje en extremo libre:

$$\pi l = 4 \text{ kN/m} \frac{(0,46 \text{ m})^2}{2} = 4,76 \text{ kNm} \Rightarrow \mu = \frac{4,76 \cdot 1,5}{0,2 (46)^2 \cdot 5} = 5,62 \times 10^{-3} \rightarrow W = 5,64 \times 10^{-3}$$

$$\rightarrow A_s = 0,24 \text{ cm}^2$$

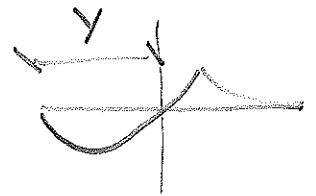
$$l_{\text{neto}} = \max \left\{ \begin{array}{l} -10 \cdot 20 = 200 \text{ mm} \\ -150 \text{ mm} \\ -728 \text{ mm} / 3 = 243 \text{ mm} \\ -\frac{0,24 \text{ cm}^2}{3 \pi \text{ cm}^2} \cdot 1 \cdot 728 \text{ mm} = 18,54 \text{ mm} \end{array} \right\} \rightarrow \boxed{l_{\text{neto}} = 243 \text{ mm}}$$

Doblo los hierros con $D_m = 12 \times 20 \text{ mm}$

$$\boxed{D_m = 240 \text{ mm}}$$

Anclaje en apoyo continuo:

$$\pi = 0 \Rightarrow 4 \text{ kN/m} \frac{y^2}{2} = 95,56 \cdot y \rightarrow y = 4,25 \text{ m} \Rightarrow$$



$$\text{En este caso } l_{\text{neto}} = \max \left\{ \begin{array}{l} 10 \cdot 20 = 200 \text{ mm} \\ 150 \text{ mm} \\ 728 / 3 = 243 \text{ mm} \end{array} \right\} = \boxed{243 \text{ mm}}$$

Las barras se extenderán una distancia L medida desde el eje del apoyo derecho, donde:

$$L = 1,25 \text{ m} + 0,46 \text{ m} + 0,243 \text{ m} = \underline{\underline{1,953 \text{ m}}}$$