

EJERCICIO 1 (15 pts.)

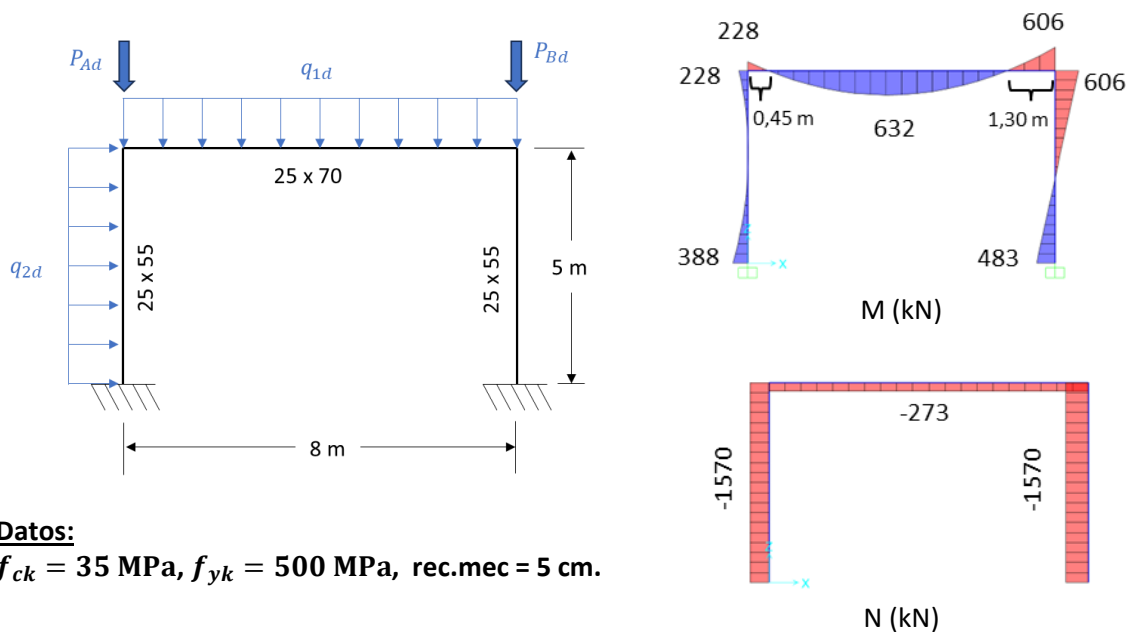
La figura muestra un pórtico de hormigón, indicando también las acciones, dimensiones, y diagramas de sollicitación.

Se pide para la viga del pórtico:

- Sin hacer cuentas, realizar un bosquejo en alzado con las armaduras estructurales (longitudinales y transversales) para satisfacer ELU de sollicitaciones normales, de cortante y de anclaje.
- Diseñar las armaduras longitudinales positivas para satisfacer ELU de sollicitaciones normales. Expresar gráficamente en el alzado de (a).
- Verificar/diseñar las longitudes de anclaje de las armaduras negativas y expresarlas gráficamente en el alzado de (a).

Para diseñar los pilares, analizando solamente el plano del pórtico, y teniendo en cuenta que la carga q_{2d} puede actuar o bien en el pilar izquierdo con sentido hacia la derecha (como se indica en la figura) o bien en el pilar derecho con sentido hacia la izquierda (simétrico a como está en la figura), se pide:

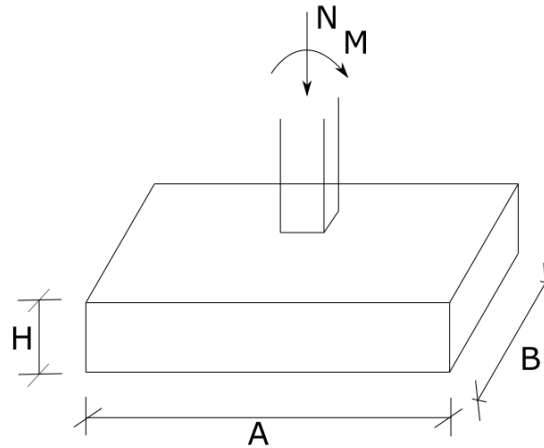
- ¿es preferible que (opción i) cada pilar tenga un diseño de armadura longitudinal óptimo específico para cada uno? o ¿es preferible que (opción ii) ambos tengan el mismo diseño? Justificar brevemente la respuesta.
- Teniendo en cuenta la opción elegida en (d), indicar el método de diseño de ELU de sollicitaciones normales dado en este curso que debería usar (por ejemplo, flexión pura, Ehlers, armado simétrico), para diseñar el pilar derecho. Justificar la elección.

**Datos:**

$f_{ck} = 35 \text{ MPa}$, $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$, $\text{rec.mec} = 5 \text{ cm}$.

EJERCICIO 2 (15 pts.)

Se debe diseñar una la zapata representada en la siguiente figura.



Se sabe que la misma se encuentra sometida a los siguientes esfuerzos característicos:

- Acciones permanentes: $N_{g,k} = 650 \text{ kN}$ y $M_{g,k} = 35 \text{ kNm}$
- Acciones variables: $N_{q,k} = 280 \text{ kN}$ y $M_{q,k} = 20 \text{ kNm}$

Sabiendo que $\sigma_{adm} = 0,27 \text{ MPa}$, y que $H = 50 \text{ cm}$, y que el pilar que descarga en ella es de sección cuadrada de $a_{pilar} = 40 \text{ cm}$ de lado, se pide:

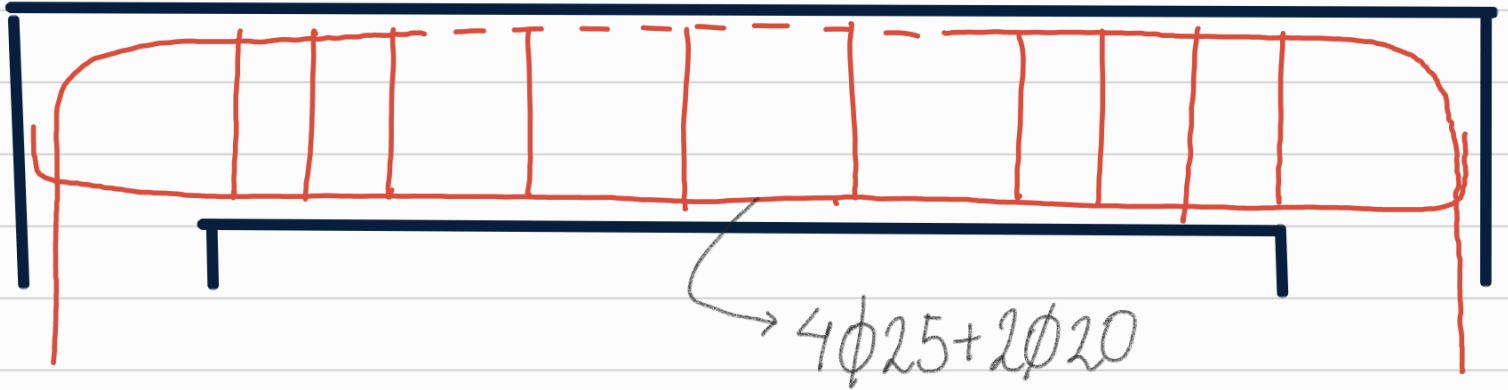
- Determinar las dimensiones en planta de la zapata sabiendo que sus lados deben cumplir la siguiente relación $A = 2B$.
- Para la dirección paralela a A , realizar las verificaciones estructurales en ELU, y diseñar la armadura principal paralela a A (no es necesario verificar anclajes).
- Para la dirección paralela a B , realizar las verificaciones estructurales en ELU, y diseñar la armadura principal paralela a B (no es necesario verificar anclajes).
- Expresar ambas armaduras en un esquema de alzado y en planta.

Datos:

$f_{ck} = 35 \text{ MPa}$, $f_{yk} = 420 \text{ MPa}$, $rec.mec = 5 \text{ cm}$.

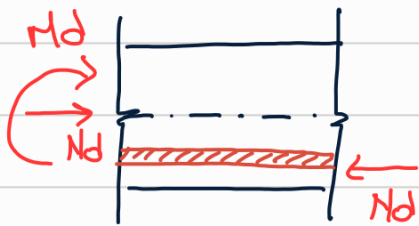
2do Parcial - Ejercicio 1

a) Bosquejo:



$$b) \left. \begin{array}{l} M_d = 632 \text{ kNm} \\ N_d = 273 \text{ kN} \end{array} \right\} e_{TOT} = \frac{M_d}{N_d} = 2,31 \text{ m} > h/2 = 0,35 \text{ m}$$

$$\nu = \frac{N_d}{b d f_{cd}} = \frac{273 \text{ kN}}{0,25 \text{ m} \cdot 0,65 \text{ m} \cdot 23,33 \text{ MPa}} = 0,072 < 0,36 \rightarrow \text{Resuelvo usando Elhers}$$



$$M_d + N_d (h/2 - e) = M_{su} \Rightarrow$$

$$M_{su} = 632 \text{ kNm} + 81,9 \text{ kNm} = 714 \text{ kNm}$$

$$\mu_{su} = M_{su} / b d^2 f_{cd} = 0,290 < 0,295 \Rightarrow \text{VSA}$$

$$\omega^{(1)} = 1 - \sqrt{1 - 2\mu_{su}} = 0,351 \Rightarrow A_s^{(1)} = 30,65 \text{ cm}^2 \left\{ \begin{array}{l} A_s = A_s^{(1)} - A_s^{(2)} \Rightarrow \\ A_s = 24,4 \text{ cm}^2 \end{array} \right.$$

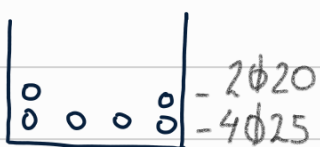
$$A_s^{(2)} = \frac{N_d}{f_{yd}} = \frac{273 \text{ kN}}{434,78 \text{ MPa}} = 6,28 \text{ cm}^2$$

$$\text{Cuantías: } A_{s, \min, \text{mec}} = 0,045 \cdot b d \cdot f_{cd} / f_{yd} = 3,92 \text{ cm}^2 \checkmark$$

$$A_{s, \min, \text{geo}} = 0,0028 \cdot b \cdot h = 4,90 \text{ cm}^2 \checkmark$$

$$\text{Armado: } A_s / A_{s, \phi 25} \approx 5 \rightarrow b_{\text{nec}} = 2(0,8 + 2) \text{ cm} + (5 + 4) \cdot 2,5 \text{ cm} = 28 \text{ cm} \times$$

$$\text{Armo en doble capa: } A_s (2\phi 20 + 4\phi 25) = 25,9 \text{ cm}^2 \checkmark$$



$$b_{\text{nec}} = 2(0,8 + 2) \text{ cm} + (4 + 3) \cdot 2,5 \text{ cm} = 23,1 \text{ cm} \checkmark$$

c) (i) Armadura negativa izquierda

Armo con barras $\phi 25$

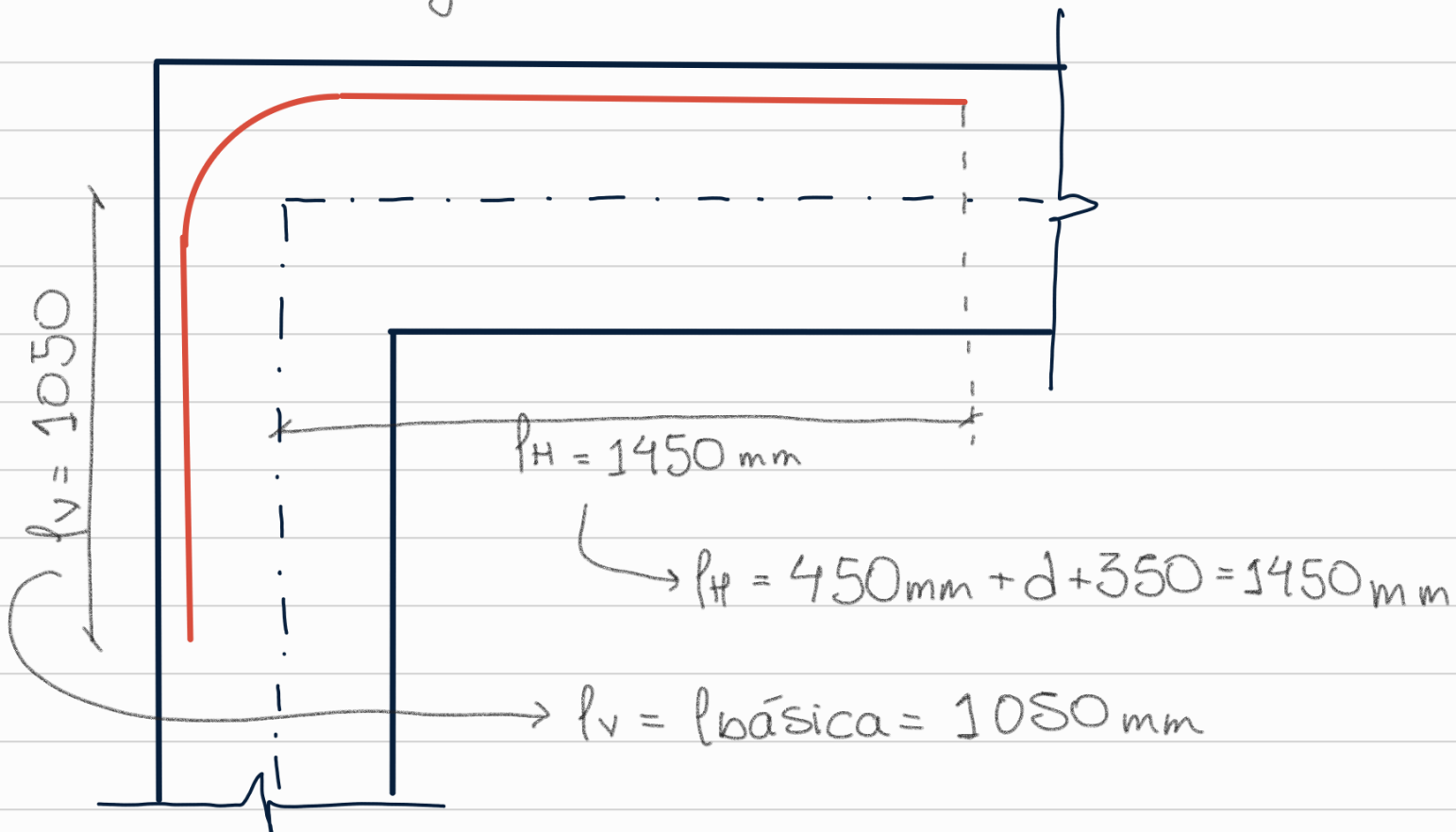
$$l_{b,II} = 1,4 \cdot m \cdot \phi^2 = 1,4 \cdot 1,2 \cdot 25^2 = 1050 \text{ mm} \quad \left\langle \frac{l_y k}{14} \phi = 892,86 \text{ mm} \right.$$
$$l_{b,II} = 1050 \text{ mm}$$

• Para el extremo derecho: $\beta = 1$; $A_s/A_{s,real} = 0$

$$l_{b,neto} = \max(10\phi, 150 \text{ mm}, l_{b,II}/3) = \underline{350 \text{ mm}}$$

$\Rightarrow l_{anclaje} = 350 \text{ mm}$ desde el 0 del diagrama de momentos decalado

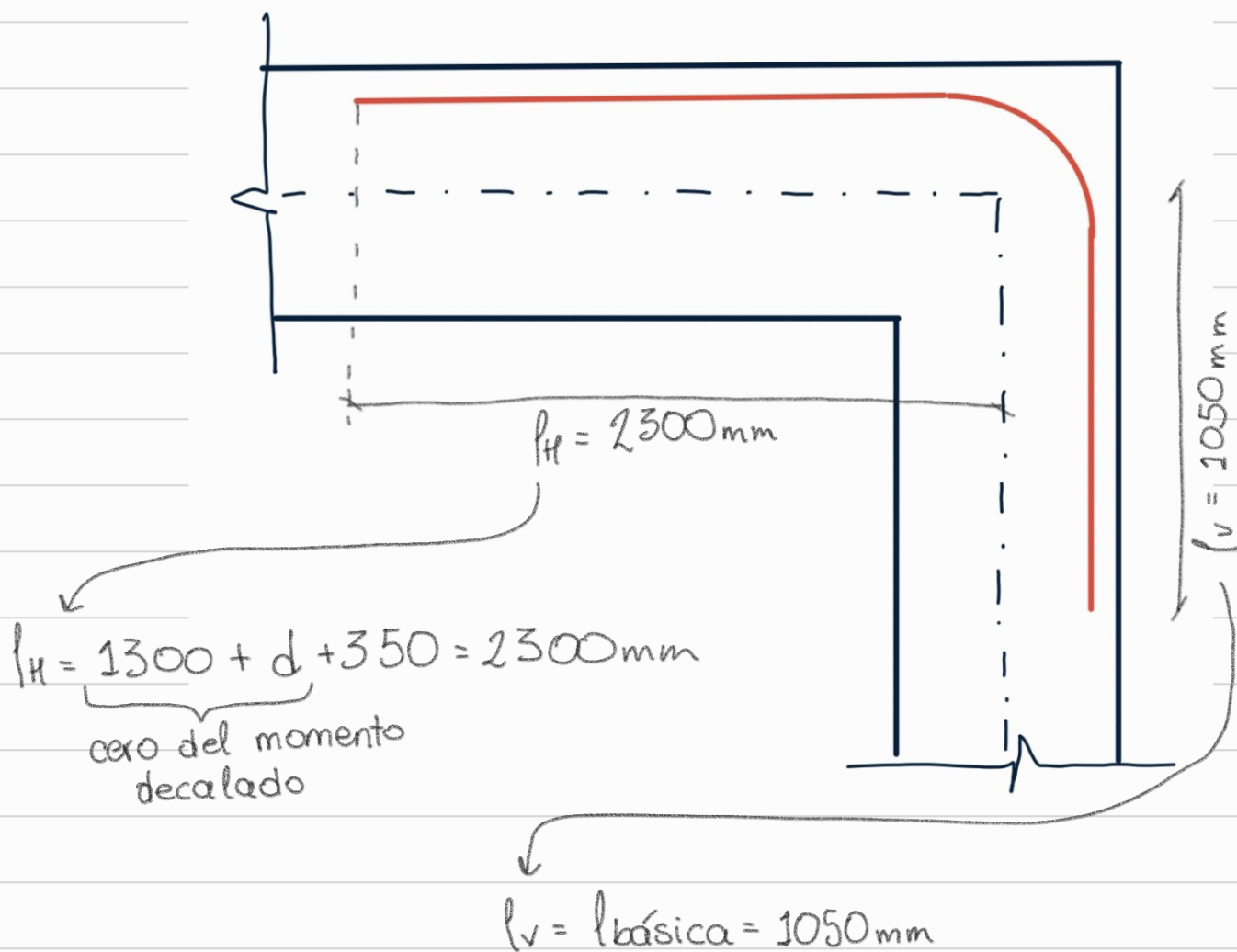
• Para el extremo izquierdo: Las armaduras se deben empalmar con las armaduras del pilar para generar el empotramiento. Para este curso basta con decir que la long. de anclaje es la básica desde el extremo de la viga con máximo momento



(ii) Armadura negativa derecha

Armo con barras $\phi 25$

Los cálculos de (i) son válidos, y los comentarios también



d) Es necesario que ambos pilares tengan el mismo diseño simétricamente, porque existe inversión de esfuerzos, entonces ambos pilares tienen la misma envolvente del diagrama de momentos (la misma simétricamente). Por ende deben tener el mismo diseño.

e) Hay al menos dos hipótesis de cargas, en donde cada una tracciona caras distintas del pilar, por lo tanto corresponde armado simétrico.

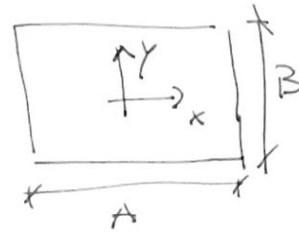
Ejercicio 2:

①

a) $M_k = 930 \text{ kN}$ $M_r = 55 \text{ kNm}$

$$e_x = \frac{M_r}{N} = \frac{55 \text{ kNm}}{930 \text{ kN}} = 0,059 \text{ m}$$

$e_y = 0$



$$\left. \begin{array}{l} A' = A - 2e_x \\ B' = B \end{array} \right\} A_{\text{cob}} = A' \cdot B' = B(A - 2e_x) = \frac{A}{2}(A - 2e_x)$$

$B = \frac{A}{2} \times 1,4 \text{ m}$

Además:

$$A \cdot \frac{N}{\sigma_{adm}} = \frac{930 \text{ kN}}{0,27 \text{ MPa}} = 3,44 \text{ m}^2$$

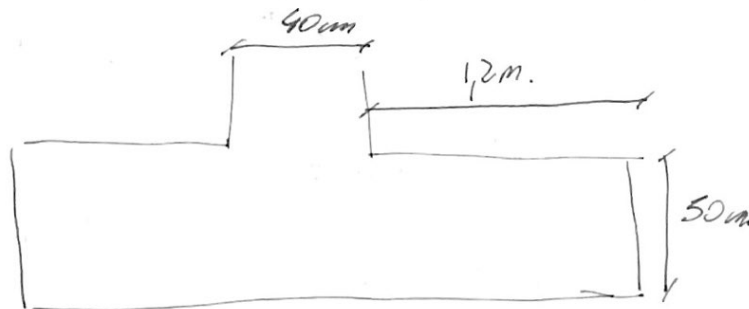
$$\Rightarrow \frac{1}{2} A^2 - e_x A - 3,44 = 0 \quad \begin{array}{l} \swarrow A = 2,56 \\ \searrow A = 2,68 \end{array}$$

A debe ser al menos 2,68 m. Falta tener en cuenta PP, por lo tanto se tomará $A = 2,8 \text{ m} \Rightarrow B = 1,4 \text{ m}$

Verificación con PP

$$\sigma = \frac{(N + PP)}{A_{\text{cob}}} = \frac{979 \text{ kN}}{(2,8 - 2 \cdot 0,059) \cdot 1,4} = 0,26 \text{ MPa}$$

b)

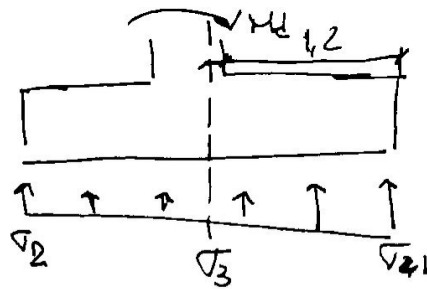


$N_{max} > 2h \Rightarrow$ zapata flexible

$$N_d = 77,25 \text{ kNm}$$

$$N_d = 1297,5 \text{ kN}$$

$$W = \frac{bh^3}{6 I_x} z = \frac{bh^2}{6} = \frac{14 \cdot 28^2}{6} = 1,83 \text{ m}^3$$



②

$$\sigma_1 = \frac{N}{A} + \frac{M}{W} = 0,373 \text{ MPa}$$

$$\sigma_2 = \frac{N}{A} - \frac{M}{W} = 0,28 \text{ MPa}$$

Si se encuentra a 1,26 m del borde.

$$\sigma_3 = \gamma \frac{(\sigma_1 - \sigma_2)}{28} = \frac{(\sigma_3 - \sigma_2)}{(2,8 - 1,26)} \Rightarrow \sigma_3 = 0,335 \text{ MPa}$$

$$M = 0,335 \cdot 14 \cdot \frac{1,26^2}{2} + \frac{(0,373 - 0,335) \cdot 14 \cdot 1,26^2}{3} = 400 \text{ kNm}$$

$$\mu = 0,06 \Rightarrow w = 0,0619 \Rightarrow \left| A_s = 24 \text{ P cm}^2 \right| \quad A_{s, req, min} = 7 \text{ cm}^2 \checkmark$$

\downarrow
 w_{min}

$\boxed{13 \phi 16}$

Verificación porzonado:

$$\tau_{sd} = \frac{\beta F_{sd, ef}}{u d}$$

$$\tau_{sd} = 0,457 \text{ MPa}$$

$$\beta = 1,15$$

$$F_{sd, ef} = N_d \text{ simplificada mente}$$

$$d = 945 \text{ mm}$$

$$u = 0,4 \times 4 + 4d\pi = 7,25 \text{ m}$$

$$\tau_{rd} = \frac{0,18}{1,5} \sqrt[3]{100 \cdot f_t \cdot F_{ck}} \geq \frac{0,075}{1,5} \sqrt[3]{2} \cdot F_{ck}^{1/2} = 0,638 \text{ MPa} \checkmark$$

$$\gamma = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1,67 \quad f_t = 0,0039$$

Verifica porzonado

Verificación a cortante

Se debe verificar a d de la cara del soporte. llamaremos σ_4 a la tensión ubicada en la ~~sección~~ sección S_4 .

$$\frac{(\sigma_1 - \sigma_2)}{2,8} = \frac{(\sigma_4 - \sigma_2)}{(2,8 - 0,75)} \Rightarrow \sigma_4 = 9350 \text{ MPa}$$

$$V = \sigma_4 \cdot 14 \cdot 0,75 + \frac{(\sigma_1 - \sigma_4) \cdot 0,75 \cdot 14}{2} = 380 \text{ kN}$$

$$V_{uz} = \max \{ 301,4 \text{ kN}, 401,9 \text{ kN} \} = 401,9 \text{ kN} \quad \checkmark \text{ Verifica cortante}$$

c) $N = \frac{1,4 - 0,4}{2} = 0,5 \text{ m} < 2h \Rightarrow$ zapata rígida con carga centrada.

$$T_d = \frac{1297,5 (1,4 - 0,4)}{6,8 (0,45 - 0,016)} = 439,65 \text{ kN}$$

↑
aprox $\phi 16$

$$A_s = 12,64 \text{ cm}^2 \Rightarrow A_{s \text{ req. m. n.}}$$

| $A_{s \text{ req. m. n.}} = 14 \text{ cm}^2$ |
| 13 $\phi 12$ |

