

EXAMEN FINAL DE MECÁNICA DEL SUELO Y CIMENTACIONES. 4º P-98

01/02/2008. 3º EJERCICIO. TIEMPO 1h15m. (4 puntos)

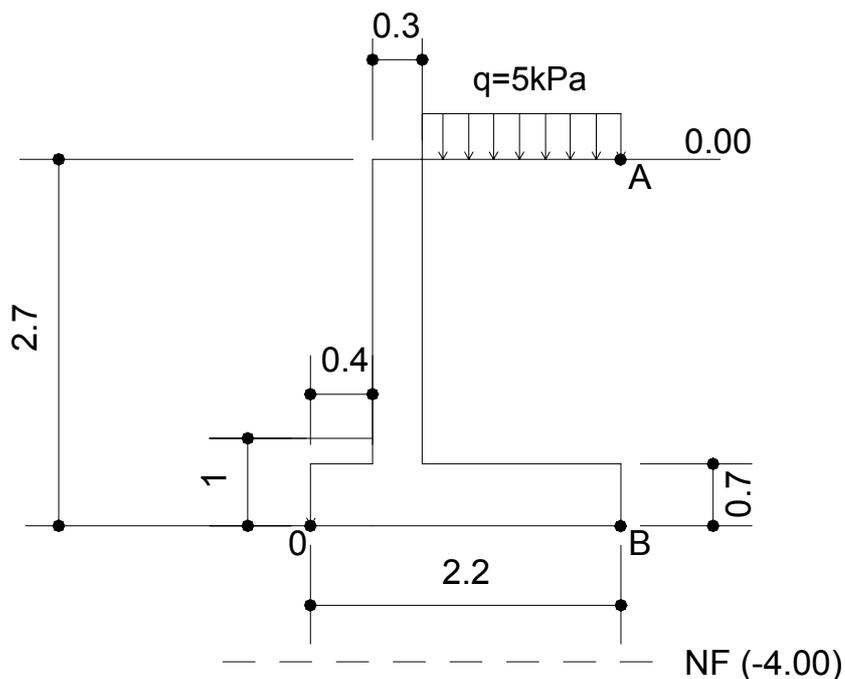
Apellidos _____ Nombre _____

El muro en L de la figura es de hormigón armado ($\gamma_h = 25kN/m^3$), y está situado en un terreno granular con $\gamma = 18kN/m^3$, $\gamma_{sat} = 20kN/m^3$, y $\phi' = 31^\circ$. El Nivel Freático se encuentra a $-4m$ de profundidad.

Se pide:

1. Calcular y dibujar las leyes de empujes sobre la recta A-B, y sus resultantes considerando la teoría de Rankine. (0.75 puntos)
2. Calcular el coeficiente de seguridad al vuelco del muro y justificar si es o no admisible (0,75 puntos).
3. Calcular el coeficiente de seguridad al deslizamiento del muro y justificar si es o no admisible (0,50 puntos).
4. Calcular la posición de la Resultante. Comprobar si está dentro del núcleo central (0,50 puntos).
5. Comprobar el coeficiente de seguridad a hundimiento de la zapata corrida del muro. Justificar si es o no admisible. No hay que considerar los coeficientes de profundidad. (1,5 puntos).

Nota: Se puede despreciar el peso del terreno sobre la puntera del muro.



(Cotas en metros)

APARTADO 1: Calcular y dibujar las leyes de empujes sobre la recta A-B, y sus resultantes considerando la teoría de Rankine. (0.75 puntos)

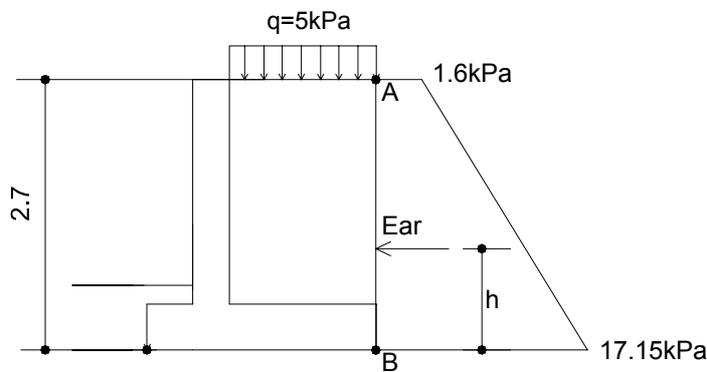
$$k_{ar} = \frac{1 - \text{sen}\phi}{1 + \text{sen}\phi} = \frac{1 - \text{sen}31}{1 + \text{sen}31} = 0,32$$

$$e'_{ar} = K_{ar}q + K_{ar}\sigma'_{v(\text{terreno})} - 2c'\sqrt{K_{ar}} \quad \text{para } c'=0 \quad e'_{ar} = K_{ar}q + K_{ar}\sigma'_{v(\text{terreno})}$$

$$e'_{ar} = 0.32 * 5 + 0.32\sigma'_{v(\text{terreno})} = 1.6 + 0.32\sigma'_{v(\text{terreno})} \text{ kPa}$$

$$\text{En A (z=0)} \quad \sigma'_{v(\text{terreno})} = 0 \text{ kPa} \rightarrow e'_{ar} = 1.6 + 0.32 * 0 = 1.6 \text{ kPa}$$

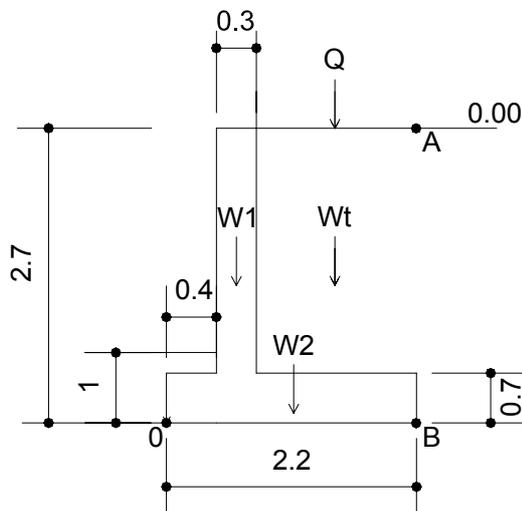
$$\text{En B (z=-2.7)} \quad \sigma'_{v(\text{terreno})} = 2.7 * 18 = 48.6 \text{ kPa} \rightarrow e'_{ar} = 1.6 + 0.32 * 48.6 = 17.15 \text{ kPa}$$



$$E_{ar} = \frac{1.6 + 17.15}{2} * 2.7 = 25,31 \text{ kN}$$

$$h(E_{ar}) = \frac{2 * 1.6 + 17.15}{(1.6 + 17.15)} * \frac{2.7}{3} = 0.9768 \text{ m}$$

APARTADO 2: Calcular el coeficiente de seguridad al vuelco del muro y justificar si es o no admisible (0,75 puntos).



$$W_1 = 0,30 * 2 * 25 = 15\text{kN}$$

$$d_1 = \frac{0,3}{2} + 0,4 = 0,55\text{m}$$

$$W_2 = 0,70 * 2,2 * 25 = 38,5\text{kN}$$

$$d_2 = \frac{2,2}{2} = 1,10\text{m}$$

$$W_t = 2 * 1,5 * 18 = 54\text{kN}$$

$$d_t = 0,4 + 0,3 + \frac{1,5}{2} = 1,45\text{m}$$

$$Q = 5 * 1,5 = 7,50\text{kN}$$

$$d_Q = 0,4 + 0,3 + \frac{1,5}{2} = 1,45\text{m}$$

$$M_e = 15 * 0,55 + 38,5 * 1,1 + 54 * 1,45 + 7,5 * 1,45 = 139,78 \text{ mkN}$$

$$M_v = 25,31 * 0,9768 = 24,72 \text{ mkN}$$

$$F_v = \frac{M_e}{M_v} = \frac{139,78}{24,72} = 5,65 \geq 2 \rightarrow \underline{\text{si cumple}}$$

APARTADO 3: Calcular el coeficiente de seguridad al deslizamiento del muro y justificar si es o no admisible (0,50 puntos).

$$F_d (\gamma_R) = \frac{(c^*)B + R_v(\text{tg}\Phi^*)}{H} = \frac{0 + 115 * \text{tg}(20,66)}{25,31} = 1,71 \geq 1,5 \rightarrow \underline{\text{si cumple}}$$

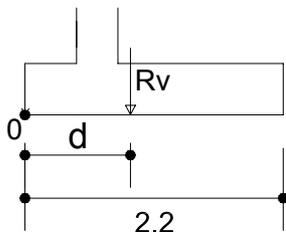
(Adhesión o Cohesión reducida $c^*=0,5c'=0$ kPa)

$$\text{Rozamiento entre la base y el terreno: } \Phi^* = \frac{2}{3} \Phi' = \frac{2}{3} 31^\circ = 20,66^\circ$$

$$R_v = (54 + 38,5 + 15 + 7,5) = 115 \text{ kN}$$

$$H = E_a = 25,31 \text{ kN}$$

APARTADO 4: Calcular la posición de la Resultante. Comprobar si está dentro del núcleo central (0,50 puntos).



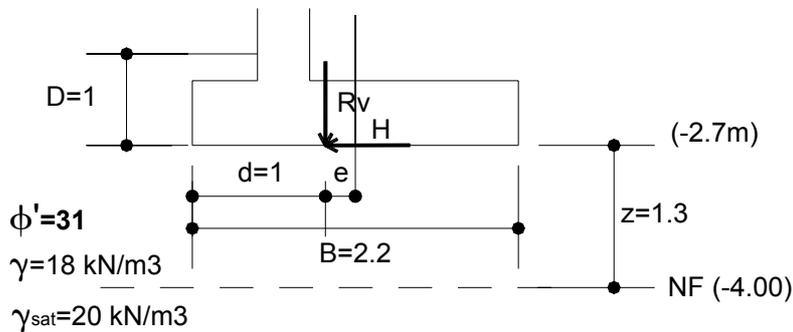
$$d = \frac{M_e - M_v}{R_v} = \frac{139,78 - 24,72}{115} = 1\text{m}$$

La Resultante está dentro del Núcleo central si: $(1/3)B \leq d \leq (2/3)B$

En este caso: $(1/3)B = 2,2/3 = 0,733\text{m}$ y $(2/3)B = 1,466\text{m}$

$0,7333\text{m} \leq 1\text{m} \leq 1,466\text{m}$, la resultante está dentro del núcleo Central \rightarrow si cumple.

APARTADO 5: Comprobar el coeficiente de seguridad a hundimiento de la zapata corrida del muro. Justificar si es o no admisible. No hay que considerar los coeficientes de profundidad. (1,5 puntos).



Esfuerzos a nivel de plano de cimentación:

Resultados del cálculo del muro (por metro lineal)

$$V=R_v=115 \text{ kN}$$

$$H=\Sigma E=25.31 \text{ kN}$$

Dimensión eficaz:

Del cálculo del muro: $d=1\text{m}$

Excentricidad de la resultante $e=(B/2)-d=(2.2/2)-1=0.1\text{m}$

$$B^*=B-2\cdot e=2.2-2\cdot 0.1=2\text{m}$$

Expresión general presión de hundimiento a largo plazo:

$$q_{h'} = c' N_c S_c d_c \xi_c i_c + q'_{ok} N_q S_q d_q \xi_q i_q + \frac{1}{2} B^* \gamma_k N_\gamma S_\gamma d_\gamma \xi_\gamma i_\gamma$$

En este caso:

Cimentación en faja \rightarrow Coeficientes de forma $S_c = S_q = S_\gamma = 1$

No consideramos los coeficientes de profundidad (Dato del enunciado, y además según

CTE no se consideran si $D < 2$) $\rightarrow d_c = d_q = d_\gamma = 1$

No hay estrato rígido $\rightarrow \xi_c = \xi_q = \xi_\gamma = 1$

Obtenemos:

$$q_{h'} = c' N_c i_c + q'_{ok} N_q i_q + \frac{1}{2} B^* \gamma_k N_\gamma i_\gamma$$

Además, terreno granular con $c'=0$

Expresión particularizada para este problema:

$$q_h' = q'_{ok} N_q i_q + \frac{1}{2} B^* \gamma_k N_\gamma i_\gamma$$

$$q'_{ok} = D^* \gamma = 1 \cdot 18 = 18 \text{ kPa}$$

Coefficientes de capacidad de carga:

$$N_q = \frac{1 + \sin \phi}{1 - \sin \phi} e^{\pi \tan \phi} = \frac{1 + \sin 31}{1 - \sin 31} e^{\pi \tan 31} = 20.63$$

$$N_\gamma = 1.5(N_q - 1) \tan \phi = 1.5(20.63 - 1) \tan 31 = 17.69$$

Coefficientes de carga inclinada:

$$i_q = (1 - 0.7 \cdot \tan \delta_B)^3 (1 - \tan \delta_L) = (1 - 0.7 \cdot 0.22)^3 (1) = 0.6055$$

$$i_\gamma = (1 - \tan \delta_B)^3 (1 - \tan \delta_L) = (1 - 0.22)^3 (1) = 0.4745$$

con:

$$\tan \delta_B = \frac{H_B}{V} = \frac{25.31}{115} = 0.22$$

$$\tan \delta_L = \frac{H_L}{V} = 0$$

Peso específico del terreno bajo el plano de cimentación:

$z = 1.3 \text{ m}$ (distancia del plano de cimentación al NF)

$B^* = 2 \text{ m}$

Como $z \leq B^*$ aplicamos:

$$\gamma_k = \gamma' + \frac{z}{B^*} (\gamma - \gamma') = 10.19 + \frac{1.3}{2} (18 - 10.19) = 15.27 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{con } \gamma' = \gamma_{\text{sat}} - \gamma_w = 20 - 9.81 = 10.19 \text{ kN/m}^3$$

Sustituyendo en la expresión de presión de hundimiento:

$$q_h' = q'_{ok} N_q i_q + \frac{1}{2} B^* \gamma_k N_\gamma i_\gamma$$

$$q_h' = 18 \cdot 20.63 \cdot 0.6055 + \left(\frac{1}{2}\right) \cdot 2 \cdot 15.27 \cdot 17.69 \cdot 0.4745 = 353.02 \text{ kPa}$$

Despejamos el Coeficiente de seguridad:

$$q_{\text{real}} = q_{\text{ad}}$$

$$q_{\text{real}} (\text{por m de muro}) = \frac{V}{B^*} = \frac{115}{2} = 57.15 \text{ kPa}$$

$$q_{\text{ad}} = \frac{q_h'}{F} \quad 57.15 = \frac{353.02}{F} \quad F = 6.14 \geq 3 \rightarrow \underline{\text{si cumple}}$$