

EJERCICIO 1

Calcular el hundimiento de un estrato compresible de 3m de espesor, limitado por arriba por una capa permeable e indeformable y por abajo, por un espesor indefinido del mismo material. El estrato compresible está sujeto a un presión de 5 Tn/m² en un área muy grande. La consolidación bajo dicha presión hará variar la relación de vacíos del suelo de 3 a 2,3.

Calcular también el tiempo en el cual ocurrirá la mitad del hundimiento total, supuesto que el estrato compresible tiene una permeabilidad de 10⁻⁷ cm/sg

Si $U \leq 60\%$

$$U = \sqrt{\frac{4}{\pi} \cdot T_v}$$

$$T_v = \frac{C_v}{H_f^2} \cdot t = \frac{k \cdot E_m}{\gamma_w \cdot H_f^2} \cdot t \quad s = H \cdot \frac{1}{E_m} \cdot \Delta p'$$

Si $U > 60\%$

$$U = 1 - 10^{-\frac{T_v + 0,0851}{0,9332}}$$

$$U = \frac{S_t}{S_p}$$

EJERCICIO 2

En el ensayo edométrico de una muestra, al final de someterla a una carga de 200 Kpa, el índice de huecos es de 0,863 y la altura de la pastilla 18,51mm. Si se produce un nuevo incremento de 200 Kpa (sin descargar), la altura final de la pastilla es de 17,56mm

- Calcular m_v y C_c asumiendo que la arcilla es NC bajo la presión inicial de 200 Kpa, se pide que determine el m_v y el C_c .
- Si incrementamos la tensión vertical de 400 a 800 Kpa, cual será la altura final de la pastilla? Calcular mediante la ecuación de C_c y la ecuación de m_v
- Los resultados del apartado anterior son iguales? Discutirlos

$$C_c = \frac{e_{inicial} - e_{final}}{\log\left(\frac{\sigma'_{final}}{\sigma'_{inicial}}\right)} \quad a_v = \frac{\Delta e}{\Delta p'} \quad m_v = \frac{a_v}{1 + e_0} \quad \frac{s}{H} = \frac{\Delta e}{1 + e_0}$$

EJERCICIO 3

La composición de un suelo está formado por;

- 1m de arenas indeformables ($\gamma_{sat} = 1,6 \text{ Tn/m}^3$ y $\gamma_{apa} = 1,9 \text{ Tn/m}^3$)
- 2m de arcillas sobreconsolidadas
- 1,5m de las arenas indeformables anteriores
- 3m de arcillas normalmente consolidadas, bajo éstas un estrato indeformable e impermeable

El NF se encuentra a 1m de la superficie, esto es, en el contacto entre las arenas y las arcillas sobreconsolidadas.

Se toman muestras en la mitad de cada estrato de las arcillas, resultando las siguientes características;

- ARCILLAS SOBRECONSOLIDADAS

- $G_s = 2,7$
- $W = 20\%$
- $P'_c = 50 \text{ Kpa}$ (tensión de preconsolidación)
- $C_c = 0,55$
- $C_s = 0,06$
- $C_v = 13 \text{ m}^2/\text{año}$

- ARCILLAS NORMALMENTE CONSOLIDADAS

- $G_s = 2,7$
- $W = 29\%$
- $P'_c = 65 \text{ Kpa}$ (tensión de preconsolidación)
- $C_c = 0,60$
- $C_s = 0,07$
- $C_v = 2,5 \text{ m}^2/\text{año}$
-

Si se va a disponer de un relleno de $\gamma_{apa} = 20 \text{ Kn/m}^3$. de 2m de potencia, determinar;

- a) Cual será el asiento de consolidación final?
- b) Cual será el asiento de consolidación después de un mes de disponer del relleno?
- c) Cual será la presión del poro (intersticial) en la mitad de cada capa de arcillas después de que la carga del relleno actúe durante 1m?
- d) Cuanto tiempo ha de transcurrir para que el asiento sea de 200mm

$$\gamma_{sat} = \frac{\gamma_w \cdot e + \gamma_s \cdot \gamma_w}{1 + e}$$

$$\gamma_s = \frac{e \gamma_w}{W}$$

$$S_{ed} = H_0 \cdot \frac{C_c}{1 + e_0} \cdot \log_{10} \frac{\sigma'_0 + \Delta\sigma'}{\sigma'_0}$$

EJERCICIO 4

Sobre la superficie de un terreno se pretende construir un edificio que supondrá un aumento de la presión vertical de 140 Kpa en mitad de una capa de arcillas de 2 m bajo un estrato de 10 metros de arena fina. Suponiendo el nivel freático a 3 metros de profundidad y con los datos aportados, estimar:

- a) Asentamiento por consolidación primaria de la arcilla
- b) B) Índice de huecos final de la arcilla

Datos:

Arena fina:

$$e = 0,76$$

$$G_s = 2,7$$

Arcilla

$$C_c = 0,3$$

$$w = 43\%$$

$$G_s = 2,7$$

Nota: Tomar el peso específico de la arena por encima del nivel freático igual al de la arena saturada

$$\gamma_{sat} = \frac{W_s + W_w}{V_s + V_w} = \frac{G_s + e}{1 + e} \gamma_w$$

$$e = wG_s$$

Pasos para la solución:

- 1.-Determinar los pesos específicos de ambas capas
- 2.-Determinar la tensión efectiva en el centro de la capa de arcillas
- 2.-Determinar el asiento por medio de C_c
- 4.- Determinar e_f con ayuda del incremento del índice de poros que conocemos del anterior apartado

Ejercicio 1

a) S_{∞} ?

$$H = 3 \text{ m}$$

$$\Delta p = 5 \text{ tn/m}^2 = 50 \text{ kN/m}^2$$

$$e_o = 3$$

$$e_f = 2,3$$

$$S_{\infty} = m_v \cdot \Delta p \cdot H = 0,0035 \cdot 50 \cdot 3 = \boxed{0,525 \text{ m}}$$

$$m_v = \frac{a_v}{1+e} = \frac{\frac{\Delta e}{\Delta p}}{1+e} = \frac{0,014}{1+3} = 0,0035 \text{ m}^2/\text{kN}$$

$$\Delta e = 2,3 - 3 = -0,7$$

$$a_v = \frac{0,7}{50} = 0,014$$

b) $k = 10^{-7} \text{ cm/s} = 10^{-9} \text{ m/s}$

$$U(50\%) \Rightarrow T_v = 0,196 = \frac{C_v \cdot t}{H^2}$$

$$C_v = \frac{E_m \cdot k}{\gamma_w m_v} = \frac{k}{\gamma_w m_v} = \frac{10^{-9} \text{ m/s}}{10 \cdot 0,0035} = 28,57 \cdot 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$28,57 \cdot 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s} \cdot \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hora}} \cdot \frac{24 \text{ h}}{1 \text{ dia}} \cdot \frac{365 \text{ d.}}{1 \text{ año}} = 4,09 \text{ m}^2/\text{año}$$

$$T_v = 0,196 = \frac{0,9 \cdot t}{\left(\frac{3 - 0,263}{2}\right)^2} \rightarrow t = \frac{0,196 \cdot \left(\frac{3 - 0,263}{2}\right)^2}{0,9} = \boxed{0,4 \text{ años}}$$

$$U = \frac{St}{S_{\infty}} \frac{1}{100} \rightarrow \frac{S}{E} = \frac{50 \cdot 0,525}{100} = 0,263$$

Ejercicio 2

1- Escalón de carga 0-200 KPa

$$e_f = 0,863$$

$$H_f = 18,51 \text{ mm}$$

2- Escalón 200-400 KPa

$$H_f = 17,56 \text{ mm}$$

a) Si arcilla NC, m_v ? C_c ?

$$\frac{\Delta H}{H_0} = \frac{\Delta e}{1+e_0} \rightarrow \Delta e = \frac{\Delta H}{H_0} (1+e_0)$$

$$\Delta e = \frac{18,51 - 17,56}{18,51} (1 + 0,863) = 0,0956$$

$$e_{f(200-400)} = 0,863 - 0,0956 = 0,767$$

$$C_c = \frac{\Delta e}{\log\left(\frac{\sigma_f'}{\sigma_0}\right)} = \frac{0,0956}{\log\left(\frac{400}{200}\right)} = 0,32$$

$$m_v = \frac{\Delta e}{\Delta \sigma' (1+e_0)} = \frac{0,0956}{200(1+0,863)} = 2,57 \cdot 10^{-4} \text{ KPa}^{-1}$$

b) $\Delta p \Rightarrow 400 \text{ a } 800 \text{ KPa}$

H_f ? $\begin{cases} \rightarrow C_c? \\ \rightarrow m_v? \end{cases}$

\Rightarrow Por C_c :

$$\Delta e = C_c \log\left(\frac{\sigma_f'}{\sigma_0}\right) = 0,32 \cdot \log\left(\frac{800}{400}\right) = 0,096$$

$$\frac{\Delta H}{H_0} = \frac{\Delta e}{1+e} \rightarrow \Delta H = \frac{\Delta e}{1+e} \cdot H_0 = \frac{0,096}{1+0,767} \cdot 17,56$$

$$\Delta H = 0,954$$

$$\Delta H = H_0 - H_f \Rightarrow H_f = H_0 - \Delta H = 17,56 - 0,954 = 16,61$$

c) Por m_v

$$\Delta H = m_v \cdot \Delta \sigma' \cdot H = 2,57 \cdot 10^{-4} \cdot 400 \cdot 17,56 = 1,8 \text{ mm}$$

$$H_f = 17,56 - 1,8 = 15,76 \text{ mm}$$

c) Son $\neq p_f$, m_v NO es constante y varía con la carga
+ precisa, solo con C_c

Ejercicio 3

Arcillas SC

$$e = w \cdot \rho_s = 0,2 \cdot 2,70 = 0,540$$

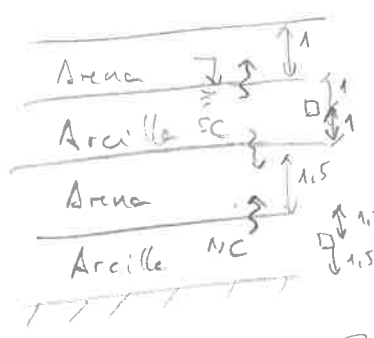
$$\rho_{sat} = \frac{e \rho_w + G_s \rho_w}{1+e} = \frac{0,54 \cdot 10 + 2,7 \cdot 10}{1+0,54} = 20,6 \text{ KN/m}^3$$

Arcillas NC

$$e = w \cdot \rho_s = 0,29 \cdot 2,7 = 0,783$$

$$\rho_{sat} = 19,2 \text{ KN/m}^3$$

relleno $\rightarrow \Delta \sigma = 2 \cdot 20 \text{ KN/m}^3 = 40 \text{ KN/m}^2$



$$\sigma = 16 \cdot 1 + (\rho_{sat} - \rho_w) \cdot 1 = 16 \cdot 1 + 10,6 \cdot 1 = 26,6 + 40 = 66,6 \text{ KN/m}^2$$

$$\sigma = 16 \cdot 1 + (\rho_{sat} - \rho_w) \cdot 2 + 16 \cdot 1,5 + 1,5 \cdot (19,2 - 10) = 64,5 + 40 = 104,5 \text{ KN/m}^2$$

$$S_{tot} = S_{ASC} + S_{ANC}$$

$$S_{ASC} = \frac{H}{1+e_0} \left[C_c \log \frac{\sigma'_f}{\sigma'_0} \right] + \frac{H}{1+e_0} \left[C_c \log \frac{\sigma'_f}{\sigma'_0} \right] =$$

$$= \frac{2}{1+0,540} \left[0,06 \log \frac{50}{26,6} \right] + \frac{2}{1+0,540} \left[0,55 \cdot \log \frac{66,6}{50} \right] = 0,11 \text{ m}$$

$$S_{ANC} = \frac{H}{1+e_0} \left[C_c \log \frac{\sigma'_f}{\sigma'_0} \right] = \frac{3}{1+0,783} \left[0,6 \cdot \log \frac{104,5}{45,8} \right] = 0,21$$

$$S_{TOT} = 0,11 + 0,21 = 0,32 \text{ m}$$

b) $t = 1 \text{ mes}$

Arcilla SC $\rightarrow T_v = \frac{C_v \cdot t}{H_f^2} = \frac{13 \left(\frac{1}{12}\right)}{\left(\frac{2 \cdot S_t}{2}\right)^2} = \frac{13/12}{1} = 1,08 \Rightarrow U = 94\%$

$U = \frac{S_t}{S_{\infty}} \rightarrow S_t = U \cdot S_{\infty} = U \cdot 0,11$
 $S_t \lll 2 \Rightarrow \text{Simplificamos } S_t = 0$

Arcilla NC $\rightarrow T_v = \frac{C_v \cdot t}{H_f^2} = \frac{2,5 \left(\frac{1}{12}\right)}{\left(\frac{3 \cdot S_t}{2}\right)^2} = 0,023 \Rightarrow U = 17\%$
 (Gráfica 1)

$S_{t=1 \text{ mes}} = 0,11 \cdot 0,94 + 0,21 \cdot 0,17 = 0,14 \text{ m}$

c) $U \text{ (pres. poros arcilla 1)} = \Delta \sigma (1 - U) = 40 (1 - 0,91) = 3,6 \text{ kN/m}^2$

$Z = \frac{z}{H} = 0 \text{ (Plano Medio)} \Rightarrow T = 1,08 \rightarrow U_2(t) = 91\%$
 (Gráfica 2)

$U \text{ (pres. poros arcilla 2)} = \Delta \sigma (1 - U) = 40 (1 - 0) = 40 \text{ kN/m}^2$

$Z = \frac{z}{H} = 0 \text{ (Plano Medio)} \Rightarrow T = 0,023 \Rightarrow U_2(t) = 0\%$

d) tiempo para que $S = 200 \text{ mm} = 0,2 \text{ m}$?

Iterando...

Prueba $\frac{1}{2}$ año $\Rightarrow t = 0,5 \text{ años}$

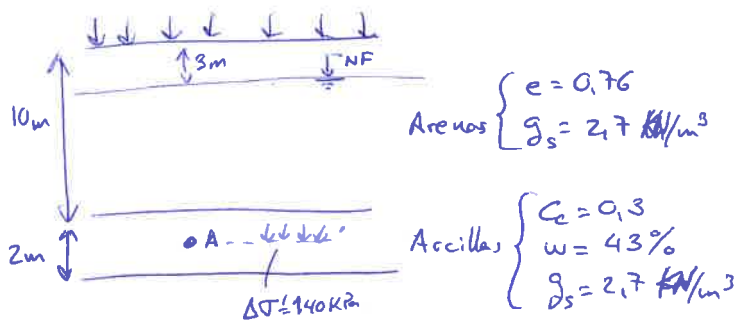
Gráfica
 Promedio U

Arcilla SC $T_v = \frac{C_v \cdot t}{H_f^2} = \frac{13 \cdot 0,5}{1} = 6,5 \Rightarrow U = 100\%$
 $S_1 = 0,11 \text{ m}$

Arcilla NC $T_v = \frac{C_v \cdot t}{H_f^2} = \frac{2,5 \cdot 0,5}{9} = 0,139 \rightarrow U = 47\%$
 $S_2 = 0,088 \text{ m}$

$S_t = 0,11 + 0,088 = 0,198 \checkmark$

EJERCICIO 4



$$\text{Arcillas} \begin{cases} e = 0,76 \\ \rho_s = 2,7 \text{ kN/m}^3 \end{cases}$$

$$\text{Arcillas} \begin{cases} C_c = 0,3 \\ w = 43\% \\ \rho_s = 2,7 \text{ kN/m}^3 \end{cases}$$

a) 1. $f_{\text{sat arcillas}} = \frac{W_s + W_w}{V_s + V_w} \uparrow = \frac{2,7 + 0,76}{1 + 0,76} \cdot 10 = 19,66 \text{ kN/m}^3$

$V_s = 1 \text{ m}^3$

arcillas

$$e = w \cdot G_s = 43 \cdot 2,7 = 1,161 \text{ kN/m}^3$$

$$f_{\text{sat}} = \frac{G_s + e}{1 + e} \gamma_w = \frac{2,7 + 1,161}{1 + 1,161} 10 = 17,87 \text{ kN/m}^3$$

2. Determinamos σ'_A

$$\sigma'_A = \sigma_A - u_A$$

$$u_A = f_w \cdot h = 10 \cdot 8 = 80 \text{ kPa}$$

$$\sigma_A = 19,66 \cdot (3+7) + 17,87 \cdot 1 = 214,47 \text{ kPa}$$

$$\sigma'_A = \sigma_A - u_A = 214,47 - 80 = 134,47 \text{ kPa}$$

3. Determinamos el asiento:

$$C_c = \frac{\Delta e}{\log\left(\frac{\sigma'_f}{\sigma'_o}\right)} \rightarrow \Delta e = C_c \cdot \log\left(\frac{\sigma'_f}{\sigma'_o}\right)$$

$$\frac{\Delta H}{H_0} = \frac{\Delta e}{1 + e_0} \rightarrow \Delta H = \frac{\Delta e}{1 + e_0} H_0$$

$$\Delta H = S = \frac{C_c \cdot H_0}{1 + e_0} \log\left(\frac{\sigma'_f}{\sigma'_o}\right)$$

o por partes:

$$\Delta e = C_c \cdot \log\left(\frac{\sigma'_f}{\sigma'_o}\right) = 0,3 \cdot \log\left(\frac{134,47 + 140}{134,47}\right) = 0,093$$

$$s = \frac{\Delta e}{1+e_0} H_0 = \frac{0,093}{1+1,161} \cdot 2 = 0,086 \text{ m} \approx \boxed{86 \text{ mm}}$$

b)

$$\Delta e = e_0 - e_f$$

↓

$$e_f = e_0 - \Delta e = 1,161 - 0,093 = \boxed{1,068}$$