

# Ejercicio 1



- Sobre un depósito de arcillas de 10 m de espesor (drenaje libre por ambas caras,  $NF = NTN$ ) se construyó un terraplen de material compactado de peso unitario  $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$  que experimentó un asentamiento por consolidación primaria de 80 cm en 2.1 años.
- La información geotécnica del sitio indica que las arcillas presentan las siguientes propiedades:  
 $LL = 70\%$  ;  $LP = 30\%$  ;  $\omega = 65.1\%$  ;  $OCR = 1.0$  ;  $k = 10^{-9} \text{ m/s}$   
 $C_v = 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$  ;  $C_r/C_c = 0.08$  ;  $C_\alpha/C_c = 0.02$  ;  $G_s = 2.70$

# Ejercicio 1



- Calcular la altura del terraplén de carga

# Deducción de algunas relaciones útiles



$$\gamma_d = \frac{\gamma}{1 + \omega}$$

$$\gamma_d = \frac{\gamma_s}{1 + e}$$

$$n = \frac{e}{1 + e}$$

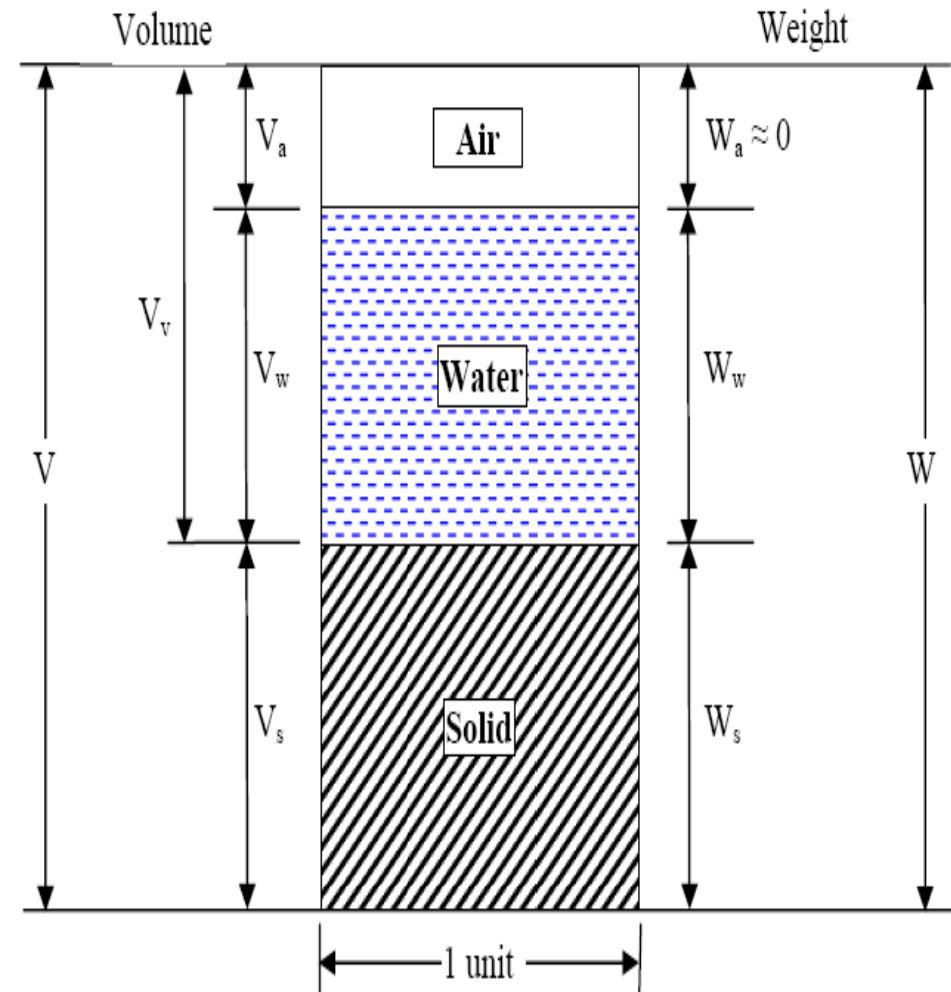
$$e = \frac{n}{1 - n}$$

$$e = \frac{\gamma_s}{\gamma_d} - 1$$

$$\omega = \frac{e \cdot S_r \cdot \gamma_w}{\gamma_s}$$

$$\omega_{sat} = \frac{e \cdot \gamma_w}{\gamma_s}$$

$$S_r = \frac{\omega \cdot \gamma_s}{e \cdot \gamma_w}$$



# Ejercicio 1



- Calcular la altura del terraplén de carga

$$e_0 = G_s \cdot \omega = 2.70 \cdot 65.1\% = 1.76$$

$$\gamma_d = \gamma_s / (1 + e_0) = (27 \text{ kN/m}^3) / (1 + 1.76) = 9.78 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma = \gamma_d \cdot (1 + \omega) = 9.78 \text{ kN/m}^3 \cdot (1 + 0.651) = 16.2 \text{ kN/m}^3$$

$$\sigma'_{v,m} = \gamma' \cdot H/2 = (16.2 \text{ kN/m}^3 - 10 \text{ kN/m}^3) \cdot 10 \text{ m}/2 = 30.8 \text{ kPa}$$

# Cálculo del asentamiento total



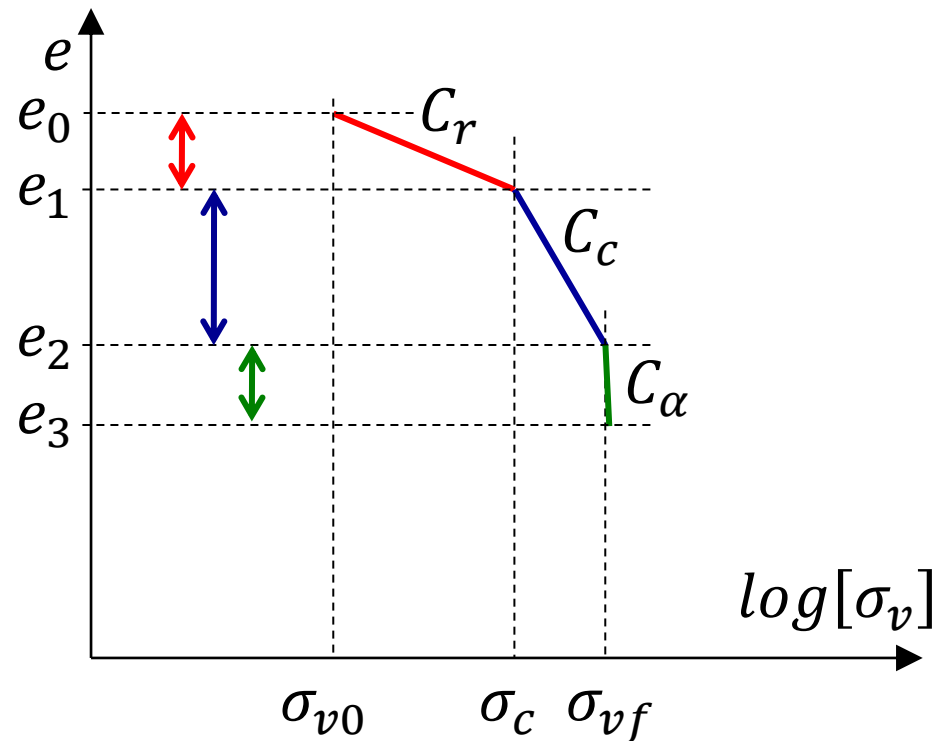
$$\Delta h = (\Delta n_1 + \Delta n_2 + \Delta n_3)h$$

$$\Delta n = \frac{\Delta e}{1 + e_0}$$

$$\Delta e_1 = C_r \log \left[ \frac{\sigma_c}{\sigma_{v0}} \right]$$

$$\Delta e_2 = C_c \log \left[ \frac{\sigma_{vf}}{\sigma_c} \right]$$

$$\Delta e_3 = C_\alpha \log \left[ \frac{t}{t_p} \right]$$



$$\Delta h = \left( \frac{C_r}{1 + e_0} \log \left[ \frac{\sigma_c}{\sigma_{v0}} \right] + \frac{C_c}{1 + e_1} \log \left[ \frac{\sigma_{vf}}{\sigma_c} \right] + \frac{C_\alpha}{1 + e_2} \log \left[ \frac{t}{t_p} \right] \right) h$$

# Ejercicio 1



- Calcular la altura del terraplén de carga

$$e_0 = G_s \cdot \omega = 2.70 \cdot 65.1\% = 1.76$$

$$\gamma_d = \gamma_s / (1 + e_0) = (27 \text{ kN/m}^3) / (1 + 1.76) = 9.78 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma = \gamma_d \cdot (1 + \omega) = 9.78 \text{ kN/m}^3 \cdot (1 + 0.651) = 16.2 \text{ kN/m}^3$$

$$\sigma'_{v,m} = \gamma' \cdot H/2 = (16.2 \text{ kN/m}^3 - 10 \text{ kN/m}^3) \cdot 10 \text{ m}/2 = 30.8 \text{ kPa}$$

$$\Delta h = \frac{C_c}{1 + e_0} \log \left( \frac{\sigma'_{v,m} + \Delta\sigma'}{\sigma'_{v,m}} \right) H \rightarrow \Delta\sigma' = 48.2 \text{ kPa} \rightarrow H_T = 2.5 \text{ m}$$

Como podemos estimar  $C_c$  en función del  $LL$ ?

Como incorporar el efecto reológico?

# Ejercicio 1



- La recuperación elástica del depósito de arcillas si se quitase el 100% de la altura del terraplén colocado inicialmente.

$$\Delta e = \frac{C_c}{1+e_0} \log \left( \frac{\sigma'_{v,m} + \Delta\sigma'}{\sigma'_{v,m}} \right) = 0.08 \rightarrow e_1 = 1.76 - 0.08 = 1.68$$

$$C_c/C_r = 0.08 \rightarrow C_r = 0.0432$$

$$\Delta h_e = \frac{C_r}{1+e_1} \log \left( \frac{\sigma'_{v,m}}{\sigma'_{v,m} + \Delta\sigma'} \right) H = -0.066 \text{ m}$$

# Ejercicio 2



- Para el mismo perfil geotécnico indicado en el ejercicio 1, determinar el valor de la presión de poros y el grado de consolidación a 5 y 8 m de profundidad a los 3 meses.



# Ejercicio 2



$$t = 3 \text{ meses} = 7776000 \text{ s}$$

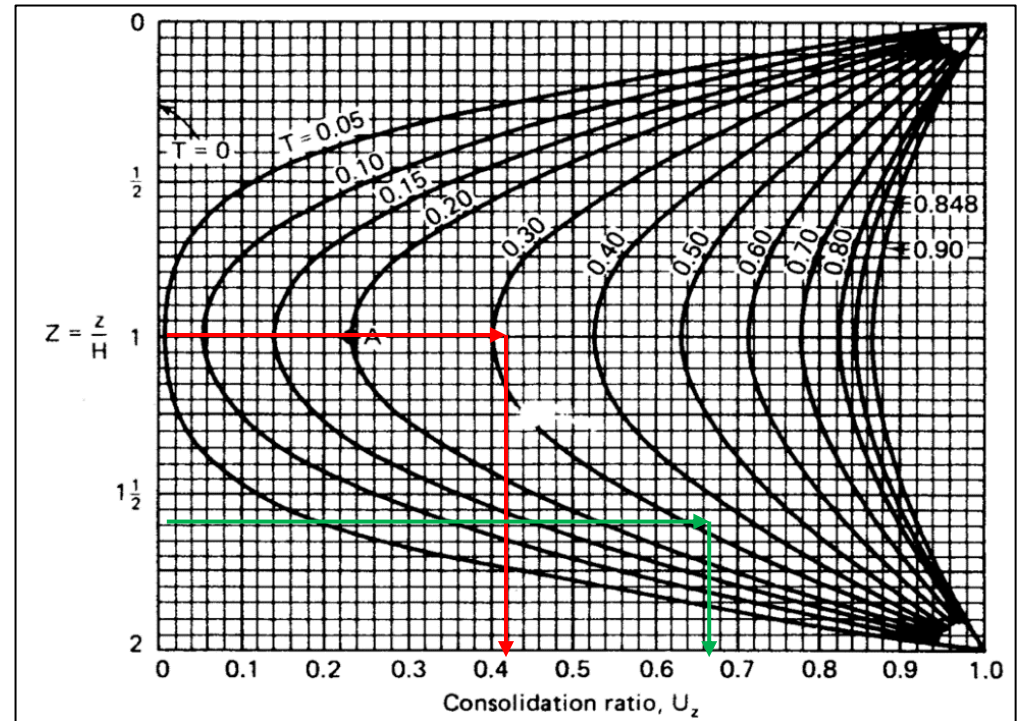
$$T_v = \frac{t C_v}{h_f^2} = \frac{7776000 \text{ s} \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}}{(10 \text{ m}/2)^2} = 0.311$$

$$z_1/h_f = 5\text{m}/5\text{m} = 1.0$$

$$U_{5\text{m}} \approx 40\%$$

$$z_2/h_f = 8\text{m}/5\text{m} = 1.6$$

$$U \approx 65\%$$



# Ejercicio 2



$$u = u_0 + (1 - U) \cdot \sigma_{terrap}$$

$$u = 50 \text{ kPa} + 0.60 \cdot (19 \text{ kN/m}^3 \cdot 2.5\text{m}) = 79 \text{ kpa}$$

$$z_2/h_f = 8\text{m}/5\text{m} = 1.6 \rightarrow U \approx 65\%$$

$$u = 80 \text{ kPa} + 0.35 \cdot (19 \text{ kN/m}^3 \cdot 2.5\text{m}) = 97 \text{ kpa}$$

# Ejercicio 3



- Sobre una muestra de arcilla saturada y puramente friccional ( $\phi' = 29^\circ$ ) extraída del terreno a 9 m de profundidad que presenta las siguientes propiedades:

$$LL = 60\% ; LP = 30\%$$

$$s_u / \sigma'_v = 0.11 + 0.0037 IP ; \gamma_{sat} = 17.6 \text{ kN/m}^3$$

- Se efectuó un ensayo triaxial  $Q$  a 100 kPa de presión de confinamiento. Se pide calcular:
  - La presión de poros en el instante de falla
  - La presión neutra en el instante de falla si la muestra se ensayase a 350 kPa de presión de confinamiento.

# Ejercicio 3



- $\phi' = 29^\circ \rightarrow N_\phi = \tan^2(45 + \phi/2) = 2.88$
- $\sigma'_v = (17.6 \text{ kN/m}^3 - 10 \text{ kN/m}^3) \cdot 9 \text{ m} = 68.4 \text{ kPa}$
- $IP = LL - LP = 30\%$
- $s_u = (0.11 + 0.0037 IP) \cdot \sigma'_v = 15.1 \text{ kPa}$
  
- $\sigma_1 = \sigma_3 + 2 s_u = 100 \text{ kPa} + 2 \cdot 15.1 \text{ kPa} = 130.2 \text{ kPa}$
- $N_\phi = \sigma'_1/\sigma'_3 = (\sigma'_3 + 2 s_u)/\sigma'_3 = 2.88 \rightarrow \sigma'_3 = 16 \text{ kPa}$
  
- $u_{100} = \sigma_3 - \sigma'_3 = 84 \text{ kPa}$
- $u_{350} = 350 \text{ kPa} - 16 \text{ kPa} = 334 \text{ kPa}$

# Ejercicio 4



- Sobre una muestra de suelo SW, #200 = 2.1% se fabricaron dos muestras A y B en laboratorio con relaciones de vacíos  $e = 0.62$  y  $0.75$  ( $e_{min} = 0.6$  ;  $e_{max} = 0.8$ ) respectivamente, las cuales fueron sometidas a ensayos triaxiales tipo S a  $200 \text{ kPa}$  de presión de confinamiento, alcanzándose valores de tensión desviante en falla de  $400$  y  $750 \text{ kPa}$ . Se pide determinar:
  - Cual de las muestras alcanzó los  $750 \text{ kPa}$  en la falla
  - El ángulo de dilatancia para cada muestra
  - Indicar cual de las dos muestras presenta un volumen mayor al finalizar el ensayo

# Ejercicio 4



- $D_r = \frac{e_{max} - e}{e_{max} - e_{min}} \rightarrow D_r(A) = 90\% \mid D_r(B) = 25\%$
- $\sigma_f(A) = \sigma'_1 - \sigma'_3 = 750 \text{ kPa} \rightarrow \sigma'_1 = 550 \text{ kPa}$
- $N_\phi(A) = \sigma'_1 / \sigma'_3 = \tan^2(45 + \phi'/2) \rightarrow \phi' = 41^\circ$
- $\sigma_f(B) = \sigma'_1 - \sigma'_3 = 400 \text{ kPa} \rightarrow \sigma'_1 = 200 \text{ kPa}$
- $N_\phi(B) = \sigma'_1 / \sigma'_3 = \tan^2(45 + \phi'/2) \rightarrow \phi' = 30^\circ$
- La muestra B es una muestra suelta ( $\psi = 0$ ), entonces:  
 $\phi'(B) = \phi_{cv} = 30^\circ$  y  $\psi(A) = \phi' - \phi_{cv} = 11^\circ$

# Ejercicio 5



- Una muestra de arcilla ( $c' = 10 \text{ kPa}$  y  $\phi' = 35^\circ$ ) es sometida a un ensayo triaxial R, al momento de la falla, se sabe que  $\sigma_{3f} = 200 \text{ kPa}$ ,  $u_f = -60 \text{ kPa}$ . Determine el valor  $\sigma_{df}$  para el mismo instante de falla.

# Ejercicio 5



- $\sigma'_1 = \sigma'_3 N_\phi + 2 c' \sqrt{N_\phi}$
- $\phi' = 35^\circ \rightarrow N_\phi = \tan^2(45 + \phi'/2) = 3.69$
- $c' = 10 \text{ kPa} \rightarrow 2 c' \sqrt{N_\phi} = 38.4 \text{ kPa}$
  
- $\sigma'_3 = \sigma_3 - u = 200 \text{ kPa} + 60 \text{ kPa} = 260 \text{ kPa}$
- $\sigma'_1 = \sigma'_3 N_\phi + 2 c' \sqrt{N_\phi} = 998 \text{ kPa}$
- $\sigma_{df} = \sigma'_1 - \sigma'_3 = 738 \text{ kPa}$



# Ejercicio 6



- En un perfil de  $8m$  de limos no plásticos que presenta las siguientes propiedades:  
 $LL = 33\%$  ;  $LP = 25\%$  ;  $p_{col} = 38 kPa$  ;  $e = 1.19$  ;  $\omega = 18.5\%$   
 $\#200 = 89\%$
- Se pide calcular:
  - El espesor de suelos autocolapsibles;
  - Idem anterior pero si se aplicase una carga superficial  $q = 20 kPa$

# Ejercicio 6



- Asumimos  $G_s = 2.7 \rightarrow \gamma_d = \gamma_s / (1 + e) = 12.3 \text{ kN/m}^3$
- $\gamma = \gamma_d \cdot (1 + \omega) = 14.6 \text{ kN/m}^3$
- $p_{col} = (8 \text{ m} + h_{col}) \cdot \gamma \rightarrow h_{col} = 5.40 \text{ m}$
- Si  $q = 20 \text{ kPa} \rightarrow (p_{col} - q) = (8 \text{ m} + h_{col}) \cdot \gamma \rightarrow h_{col} = 6.77 \text{ m}$