

Compresión unidimensional (Clase práctica)



Mecánica de Suelos y Geología
Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires

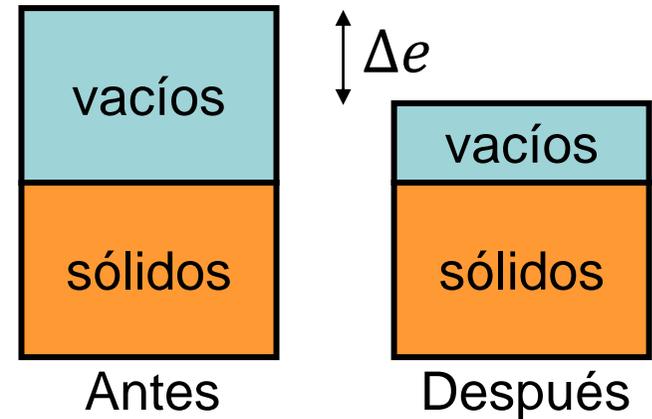
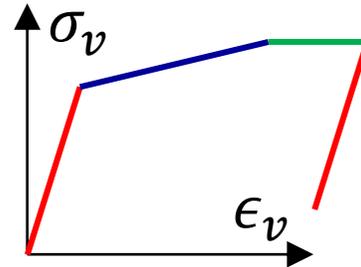


Compresión edométrica (o compresión unidimensional)

Compresión unidimensional

Trayectoria de compresión típica de suelos blandos cargados con rellenos

- Vertical $\epsilon_1 > 0$
- Horizontal $\epsilon_3 = 0$



Puede ser

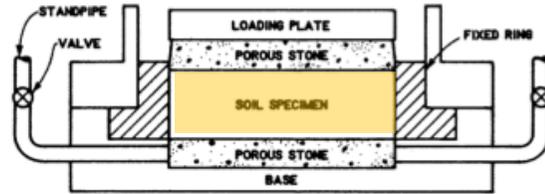
- Reversible (**elástica**)
- Permanente (**elastoplástica**)
- Dependiente del tiempo (**viscosa**)

La reducción de e produce aumento de rigidez (**línea azul** no es horizontal)

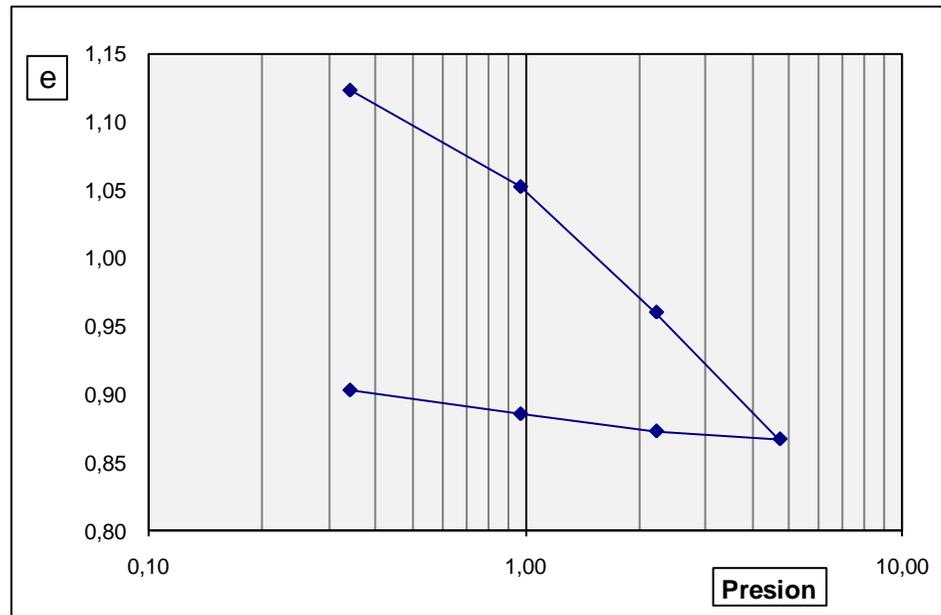
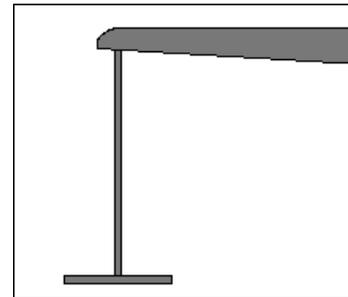




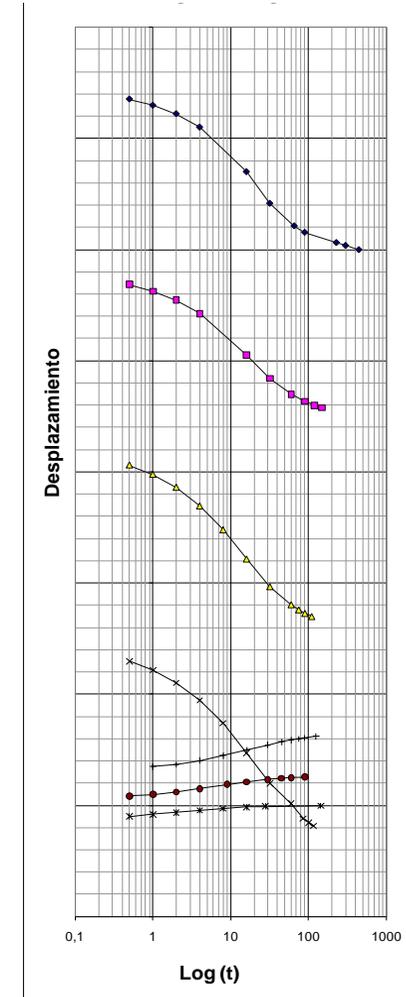
Ensayo edométrico: procedimiento (7º escalón descarga)



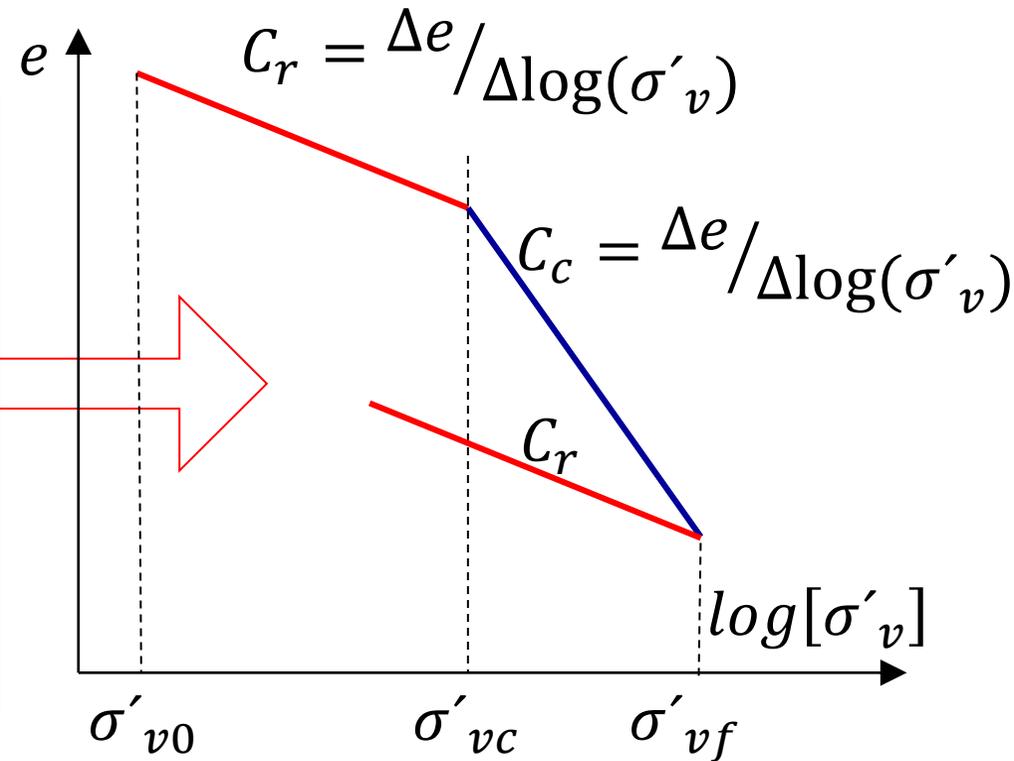
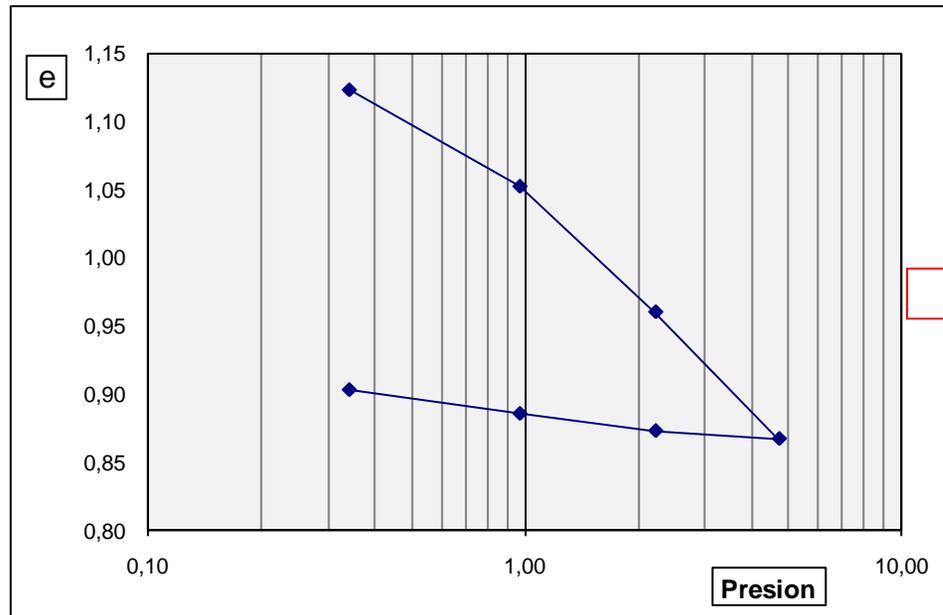
Carga



Registro de deformación - tiempo



Ensayo edométrico: resultados

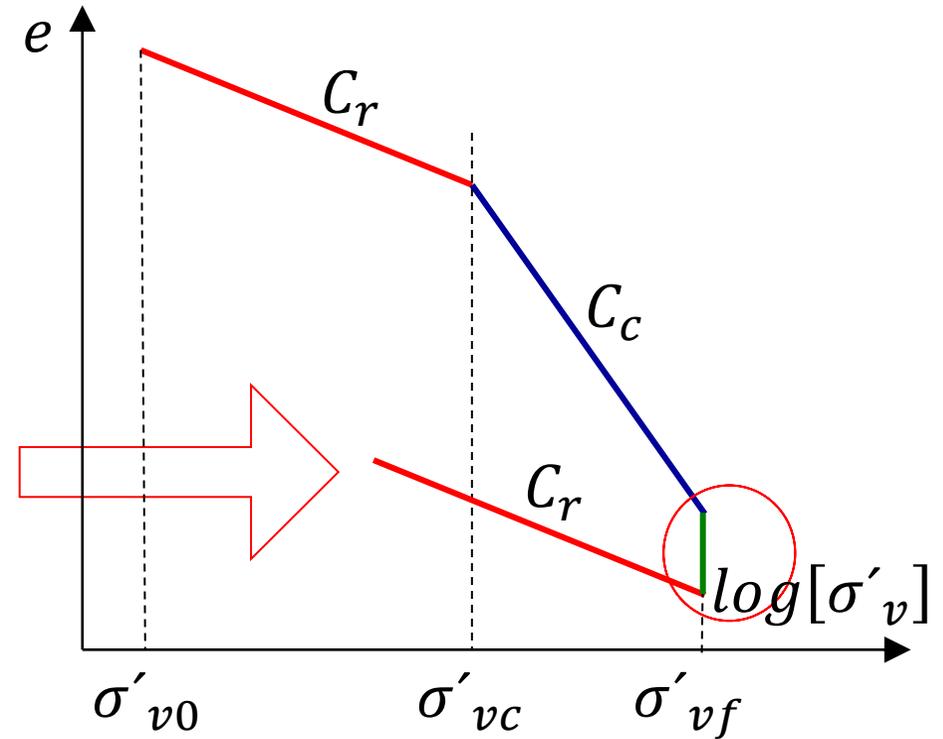


Pendiente ramas “**elástica**”, “**elastoplástica**” y tensión de fluencia σ'_{vc} (“presión de preconsolidación”)

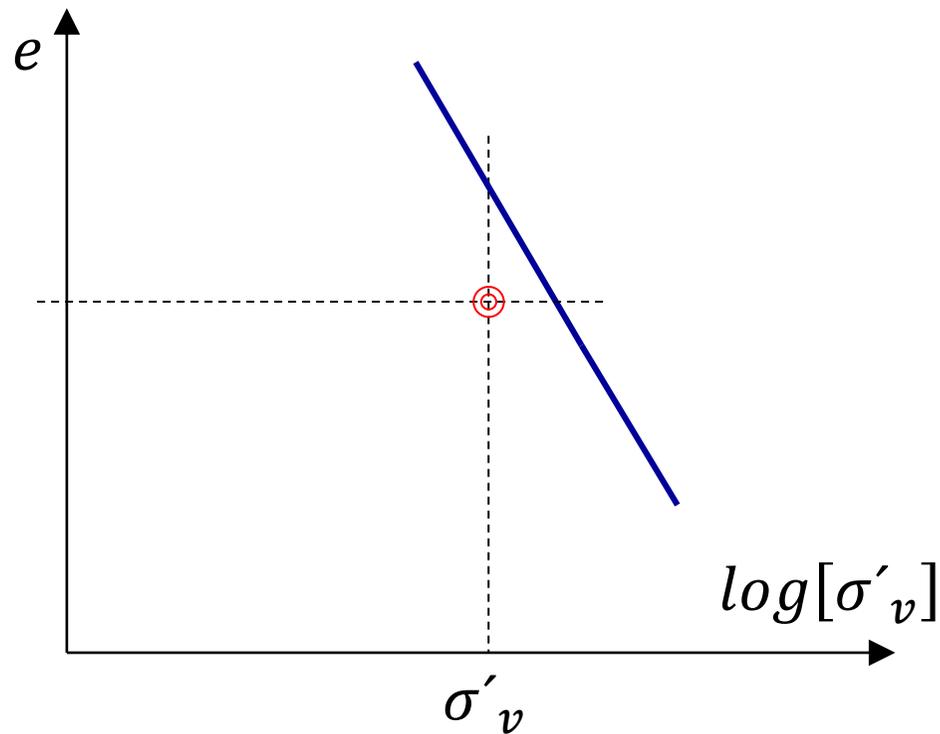


Ensayo edométrico: resultados

Si la carga se mantiene en el tiempo se produce una compresión adicional (comportamiento viscoplástico)



Suelos preconsolidados



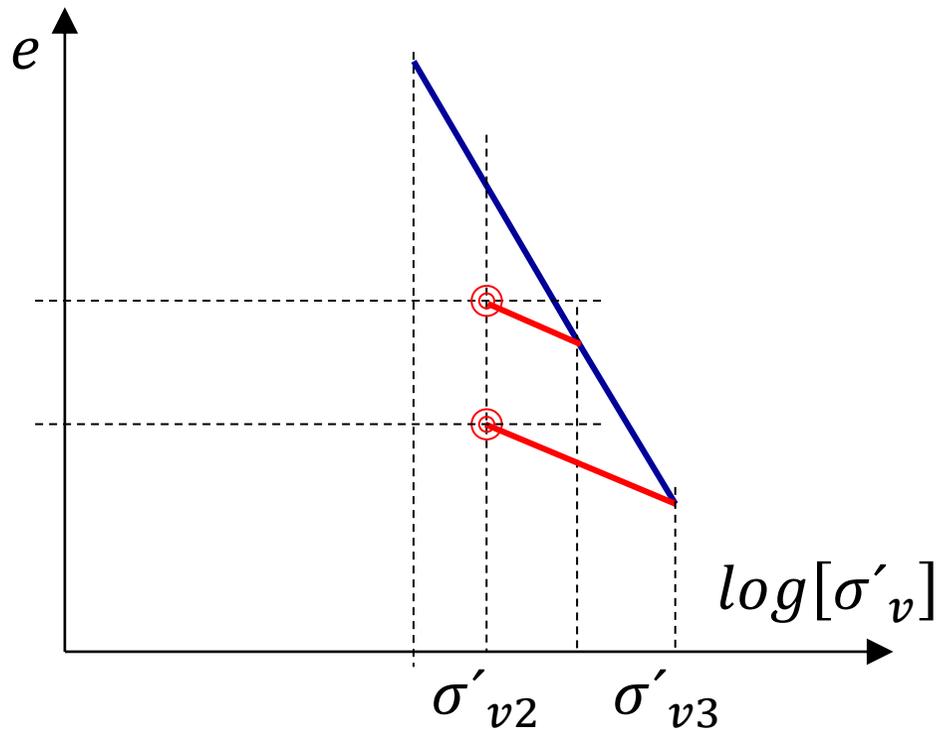
Un suelo está preconsolidado si su estado ($e - \sigma'_v$) está a la izquierda de la **línea de compresión normalmente consolidado**

Esto puede ocurrir por dos razones

- Tensión pasada mayor que la actual
- Tensión actual aplicada mucho tiempo



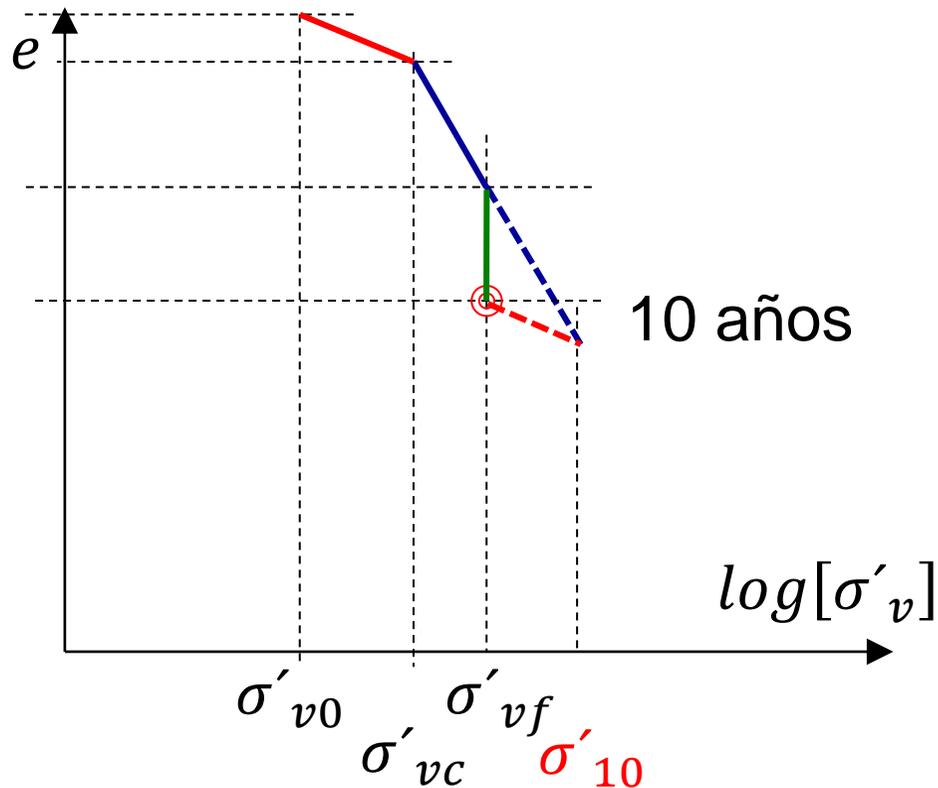
Preconsolidación por ciclo de carga y descarga



- Parte de un estado normalmente cons.
- Se incrementa σ'_v
- Se reduce σ'_v
- Se define el **O**ver **C**onsolidation **R**atio
- Mismo σ'_v , distinto OCR

$$OCR = \frac{\sigma'_{v3}}{\sigma'_{v2}}$$

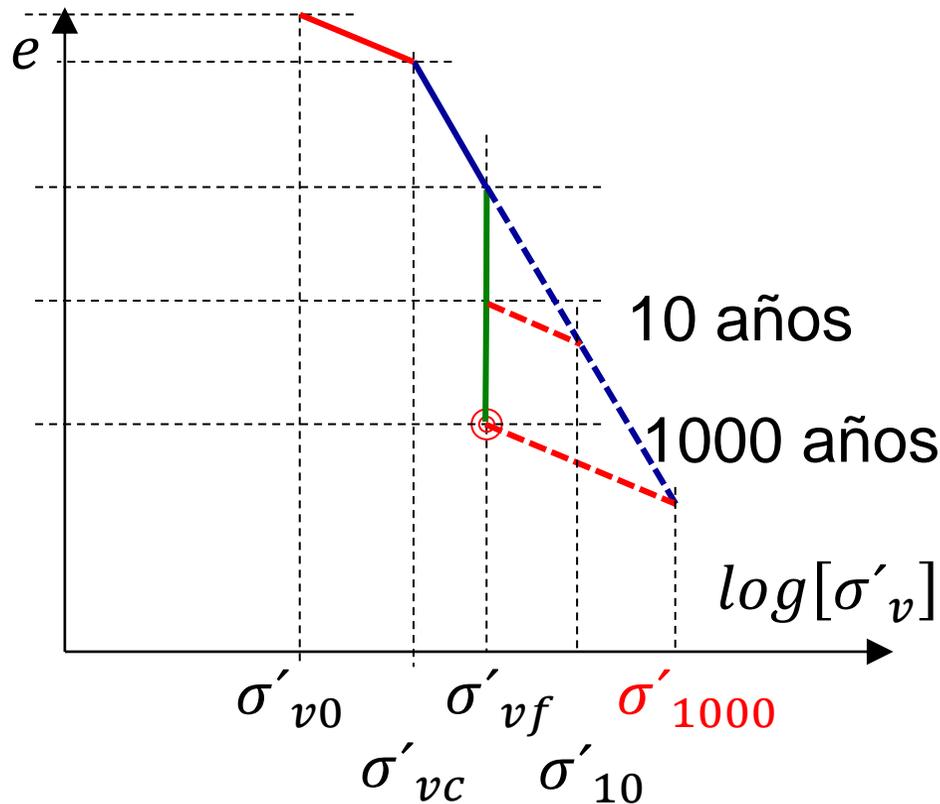
Preconsolidación por tiempo



El tiempo preconsolida

- A los **10 años** se alcanza el punto \odot
- Al mismo punto se llega si **se carga** hasta σ'_{10} y **descarga** hasta σ'_{vf}
- Entonces, **NC** con **10 años** es **preconsolidado**

Preconsolidación por tiempo



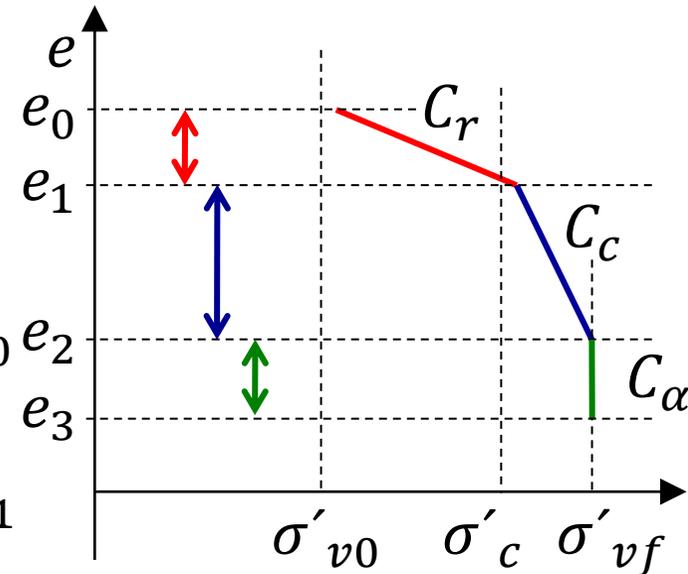
El tiempo preconsolida

- A los **1000 años** se alcanza el punto \odot
- Al mismo punto se llega si **se carga** hasta σ'_{1000} y **descarga** hasta σ'_{vf}
- Entonces, **NC** con **1000 años** es **más preconsolidado**

Cálculo del asentamiento total



- Asentamiento: $\Delta h = \Delta n h$
- Cambio de porosidad: $\Delta n = \frac{\Delta e}{1+e_0}$
- $\Delta e_1 = C_r \log \left[\frac{\sigma'_c}{\sigma'_{v0}} \right] \rightarrow \Delta h_1 = \frac{C_r}{1+e_0} \log \left[\frac{\sigma'_c}{\sigma'_{v0}} \right] h_0$
- $\Delta e_2 = C_c \log \left[\frac{\sigma'_{vf}}{\sigma'_c} \right] \rightarrow \Delta h_2 = \frac{C_c}{1+e_1} \log \left[\frac{\sigma'_{vf}}{\sigma'_c} \right] h_1$
- $\Delta e_3 = C_\alpha \log \left[\frac{t}{t_p} \right] \rightarrow \Delta h_3 = \frac{C_\alpha}{1+e_2} \log \left[\frac{t}{t_p} \right] h_2$
- $\Delta h = \Delta h_1 + \Delta h_2 + \Delta h_3$



Correlaciones de parámetros



Arcillas remoldeadas

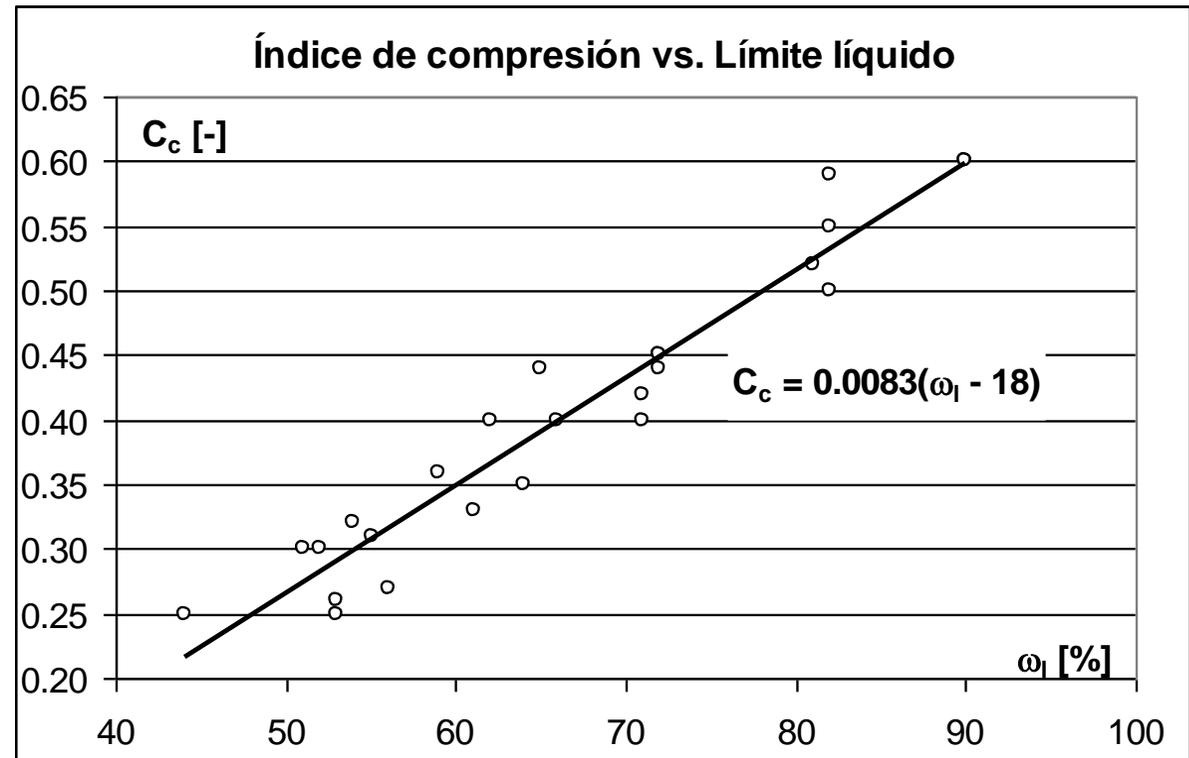
$$C_c \cong 0.007(\omega_L - 10)$$

Arcillas naturales

$$C_c \cong 0.009(\omega_L - 10)$$

$$C_r \cong 0.10 C_c$$

$$C_\alpha \cong 0.02 C_c$$



Arcillas del lecho del Río de La Plata

Ejercicio 1.4: enunciado



Se tiene un perfil geotécnico constituido por un manto de arcillas saturadas de 8.0m que descansa sobre un estrato de arenas densas. El estrato de arcillas tiene una humedad inicial de $w_i = 56.7\%$. Sobre este terreno se construyó un terraplén compactado. Luego de un año de construido, la humedad del manto de arcillas resultó $w_f = 50.3\%$. Determine el asentamiento ocurrido en ese periodo.

Nota: adopte un valor de peso específico de las partículas sólidas

$$\gamma_s = 26.5 \frac{kN}{m^3}$$



Ejercicio 1.4: solución

1. Relación de vacíos inicial y final (e_i y e_f)

$$\omega_i = 56.7 \%$$

$$e_i = (\gamma_s / \gamma_w) \cdot \omega_i \cong 1.50$$

$$\omega_f = 50.3 \%$$

$$e_f = (\gamma_s / \gamma_w) \cdot \omega_f \cong 1.33$$

$$\Delta e = e_f - e_i \cong 0.17$$

2. Asentamientos

$$\Delta h = \frac{\Delta e}{1 + e_i} \cdot h = \frac{0.17}{1 + 1.50} \cdot 8 \text{ m} \cong 54 \text{ cm}$$

Ejercicio 1.5: enunciado



Se tiene un depósito de arcillas saturadas de 8.0m de espesor con las siguientes características:

- relación de vacíos, $e = 0.95$;
- peso específico de partículas sólidas, $\gamma_s = 27 \text{ kN/m}^3$;
- rigidez edométrica, $c_c = 0.42$; $c_r = 0.03$;
- relación de pre consolidación, $OCR = 1.2$.

Calcule el asentamiento por consolidación primaria de 100kPa, dividiendo el estrato en 1, 2, 4 y 16 subestratos de igual espesor.



Ejercicio 1.5: solución

1. Peso específico sumergido, γ'

$$\gamma_d = \frac{\gamma_s}{1+e_i} = \frac{27 \text{ kN/m}^3}{1+0.95} \cong 13.8 \text{ kN/m}^3$$

$$\omega_{sat} = (\gamma_w/\gamma_s) \cdot e = (10/27) \cdot 0.95 \cong 35\%$$

$$\gamma_{sat} = \gamma_d \cdot (1 + \omega_{sat}) = 13.8 \text{ kN/m}^3 \cdot (1 + 0.35) \cong 18.7 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w \cong 8.7 \text{ kN/m}^3$$

2. Tensión vertical efectiva promedio del estrato, σ'_v

$$\sigma'_v = (h/2) \cdot \gamma' = 4 \text{ m} \cdot 8.7 \text{ kN/m}^3 \cong 34.8 \text{ kPa}$$

3. Tensión de preconsolidación

$$\sigma_c = \sigma'_v \cdot OCR = 34.8 \text{ kPa} \cdot 1.20 \cong 41.8 \text{ kPa}$$

Ejercicio 1.5: solución



4. Cálculo de asentamientos, Δh

$$\Delta h = \left(\frac{c_r}{1 + e_i} \cdot \log \frac{\sigma_c}{\sigma'_{v_0}} + \frac{c_c}{1 + e_i} \cdot \log \frac{\sigma'_{v_0} + q}{\sigma_c} \right) \cdot h$$

$$\Delta h = \left(\frac{0.03}{1 + 0.95} \cdot \log \frac{41.8 \text{ kPa}}{34.8 \text{ kPa}} + \frac{0.42}{1 + 0.95} \cdot \log \frac{134.8 \text{ kPa}}{41.8 \text{ kPa}} \right) \cdot 8 \text{ m}$$

$$\Delta h \cong 88.6 \text{ cm}$$

Ejercicio 1.5: solución



5. Dividiendo el estrato en dos...

$$h = h_1 + h_2 = 4 \text{ m} + 4 \text{ m} = 8 \text{ m}$$

$$\sigma'_{v1} = (h_1/2) \cdot \gamma' = 2 \text{ m} \cdot 8.7 \text{ kN/m}^3 \cong 17.4 \text{ kPa}$$

$$\sigma'_{v2} = (h_2/2 + h_1) \cdot \gamma' = 6 \text{ m} \cdot 8.7 \text{ kN/m}^3 \cong 52.2 \text{ kPa}$$

$$\sigma_{c1} = \sigma'_{v1} \cdot OCR = 17.4 \text{ kPa} \cdot 1.2 \cong 20.9 \text{ kPa}$$

$$\sigma_{c2} = \sigma'_{v2} \cdot OCR = 52.2 \text{ kPa} \cdot 1.2 \cong 62.6 \text{ kPa}$$

Ejercicio 1.5: solución



$$\Delta h_1 = \left(\frac{c_r}{1+e_i} \cdot \log \frac{\sigma_c}{\sigma'_{v1}} + \frac{c_c}{1+e_i} \cdot \log \frac{\sigma'_{v1}+q}{\sigma_c} \right) \cdot h_1 \cong 65.1 \text{ cm}$$

$$\Delta h_2 = \left(\frac{c_r}{1+e_i} \cdot \log \frac{\sigma_c}{\sigma'_{v2}} + \frac{c_c}{1+e_i} \cdot \log \frac{\sigma'_{v2}+q}{\sigma_c} \right) \cdot h_2 \cong 33.7 \text{ cm}$$

$$\Delta h = \Delta h_1 + \Delta h_2 = 65.1 \text{ cm} + 33.7 \text{ cm} = 98.8 \text{ cm}$$