



# Módulo 1

## Ejercicios resueltos en clases 9-10-2020 y 16-10-2020

(84.07) Mecánica de Suelos y Geología

C. Casagrande: [ccasagrande@fi.uba.ar](mailto:ccasagrande@fi.uba.ar)

A. Pileggi: [apileggi@fi.uba.ar](mailto:apileggi@fi.uba.ar)

# Ejercicio 1.3: enunciado



En estado natural, una muestra de suelo húmedo ocupa un volumen  $3700\text{cm}^3$  y pesa  $7.0\text{kg}$ . El peso seco al horno del suelo es de  $6.0\text{kg}$ . Si el peso específico de las partículas sólidas es  $\gamma_s = 26.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$ , determine:

- 1- contenido de humedad ( $\omega$ )
- 2- peso unitario húmedo y seco ( $\gamma$  y  $\gamma_d$ )
- 3- relación de vacíos ( $e$ )
- 4- porosidad ( $n$ )
- 5- grado de saturación ( $S_r$ )



# Ejercicio 1.3: solución

1- contenido de humedad ( $\omega$ )

$$W_t := 7\text{kgf} \qquad V := 3700\text{cm}^3$$

$$W_s := 6\text{kgf}$$

$$W_w := W_t - W_s \qquad W_w = 1\text{kgf}$$

$$\omega := \frac{W_w}{W_s} \qquad \omega = 16.7\%$$

2- peso unitario húmedo y seco ( $\gamma$  y  $\gamma_d$ )

$$\gamma := \frac{W_t}{V} \qquad \gamma = 18.6 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$\gamma_d := \frac{W_s}{V} \qquad \gamma_d = 15.9 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$\gamma_d := \frac{\gamma}{1 + \omega} \qquad \gamma_d = 15.9 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \qquad \text{(mismo resultado)}$$

# Ejercicio 1.3: solución



## 3- Relación de vacíos e

$$V := 3700 \text{ cm}^3$$

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

$$W_s := 6 \text{ kgf}$$

$$\gamma_s = \frac{W_s}{V_s}$$

luego

$$V_s := \frac{W_s}{\gamma_s}$$

$$V_s = 2220 \text{ cm}^3$$

$$V_v := V - V_s$$

$$V_v = 1480 \text{ cm}^3$$

$$e := \frac{V_v}{V_s}$$

$$e = 0.67$$

# Ejercicio 1.3: solución



## 4- Porosidad $n$

$$n := \frac{V_v}{V}$$

$$V_v = 1480 \text{ cm}^3 \quad \text{y} \quad V = 3700 \text{ cm}^3$$

Luego

$$n = 0.4$$

Otra manera es:

$$n := \frac{e}{1 + e} \quad \text{siendo} \quad e = 0.67$$

$$n = 0.4$$

# Ejercicio 1.3: solución



## 5- Grado de saturación $S_r$

$$\gamma_w := 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$W_w := 1\text{kg}$$

$$\gamma_w = \frac{W_w}{V_w} \quad \text{luego} \quad V_w := \frac{W_w}{\gamma_w} \quad V_w = 1000 \text{ cm}^3$$

del punto anterior se tiene

$$V_v = 1480 \text{ cm}^3$$

$$S_r := \frac{V_w}{V_v} \quad \text{luego} \quad \boxed{S_r = 0.676}$$

# Ejercicio 1.5: enunciado



Para un suelo con porosidad  $n = 0.60$ , contenido de humedad  $\omega = 15.0\%$  y peso específico de las partículas sólidas  $\gamma_s = 27.0 \frac{kN}{m^3}$ , determine la masa de agua  $W_w$  que es necesaria agregar a un volumen de  $3m^3$  de suelo para alcanzar un grado de saturación  $S_r = 90\%$ .

Solución:

# Ejercicio 1.5: solución



$$V := 3\text{m}^3 \quad n := 0.6 \quad \gamma_w = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \quad \gamma_s := 27.0 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad \omega := 15\%$$

$$n = \frac{V_v}{V} \quad \text{luego} \quad V_v := V \cdot n \quad \text{entonces} \quad V_v = 1.8 \cdot \text{m}^3$$

$$e := \frac{n}{1 - n} \quad \text{entonces} \quad e = 1.5$$

$$e = \frac{V_v}{V_s} \quad \text{luego} \quad V_s := \frac{V_v}{e} \quad \text{entonces} \quad V_s = 1.2 \cdot \text{m}^3$$

$$W_s := \frac{V_s \cdot \gamma_s}{9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} \quad \text{entonces} \quad W_s = 3302.8 \cdot \text{kg}$$



# Ejercicio 1.5: solución



Cálculo de cantidad de agua inicial (1)

$$\omega_1 := \omega = 0.15$$

$$W_{w1} := W_s \cdot \omega_1$$

entonces

$$W_{w1} = 495.4 \text{ kg}$$

Cálculo del volumen inicial de agua (1)

$$V_{w1} := \frac{W_{w1}}{\gamma_w}$$

entonces

$$V_{w1} = 0.495 \text{ m}^3$$

Teniendo en cuenta que:  $S_r = \frac{V_w}{V_v}$ , el volumen de agua correspondiente a una saturación

del 90 % (2) es:

$$V_{w2} := 0.9 \cdot V_v$$

$$V_{w2} = 1.62 \text{ m}^3$$

# Ejercicio 1.5: solución



Teniendo en cuenta que:  $S_r = \frac{V_w}{V_v}$ , el volumen de agua correspondiente a una saturación

del 90 % (2) es:

$$V_{w2} := 0.9 \cdot V_v$$

$$V_{w2} = 1.62 \text{ m}^3$$

El volumen a agregar de agua resulta:

$$\Delta V_w := V_{w2} - V_{w1}$$

$$\Delta V_w = 1.12 \text{ m}^3$$

Expresado en masa:

$$\Delta W_w := \Delta V_w \cdot \gamma_w$$

$$\Delta W_w = 1124.6 \text{ kg}$$

# Ejercicio 2.2: enunciado



En la Tabla 2-1 se presentan los resultados de análisis granulométricos y límites de Atterberg obtenidos en laboratorio para un total de 5 muestras. Clasifique las muestras de suelo según USCS (sistema unificado de clasificación de suelos). En caso de que corresponda y sea necesario para clasificar al suelo, determinar:

- curva de distribución granulométrica, coeficiente de uniformidad  $C_u$  curvatura  $C_c$ ;
- ubicación en carta de plasticidad de valores  $LL, IP$ ;

# Ejercicio 2.2: enunciado



Tabla 2-1

| # | Peso seco total [gr] | Peso seco retenido por cada tamiz [gr] |      |      |       |       |       |       |       | LL | LP |
|---|----------------------|--|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|----|----|
|   |                      | 3"                                     | 1"   | 3/4" | # 4   | # 10  | # 40  | # 100 | #200  |    |    |
| 1 | 1500                 | 0                                      | 0    | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 600   | 69 | 24 |
| 2 | 62150                | 6215                                   | 6215 | 4972 | 13673 | 6215  | 6215  | 12430 | 3729  | -  | -  |
| 3 | 7500                 | 0                                      | 1125 | 1125 | 1500  | 600   | 450   | 1350  | 600   | 15 | 9  |
| 4 | 260                  | 0                                      | 0    | 0    | 0     | 0     | 117   | -     | 122,2 | -  | NP |
| 5 | 212                  | 0                                      | 0    | 0    | 0     | 16,96 | 38,16 | -     | 89,04 | 44 | 9  |

# Ejercicio 2.2: solución



N°1

$$M := 1500 \text{ gm}$$

$$\text{Pasa}_{200} := 1500 \text{ gm} - 600 \text{ gm}$$

$$\text{Porcentaje}_{\text{finos}} := \frac{\text{Pasa}_{200}}{M}$$

$$LL := 69$$

$$LP := 24$$

$$IP := LL - LP$$

$$\text{Pasa}_{200} = 900 \text{ gm}$$

$$\text{Porcentaje}_{\text{finos}} = 60 \%$$

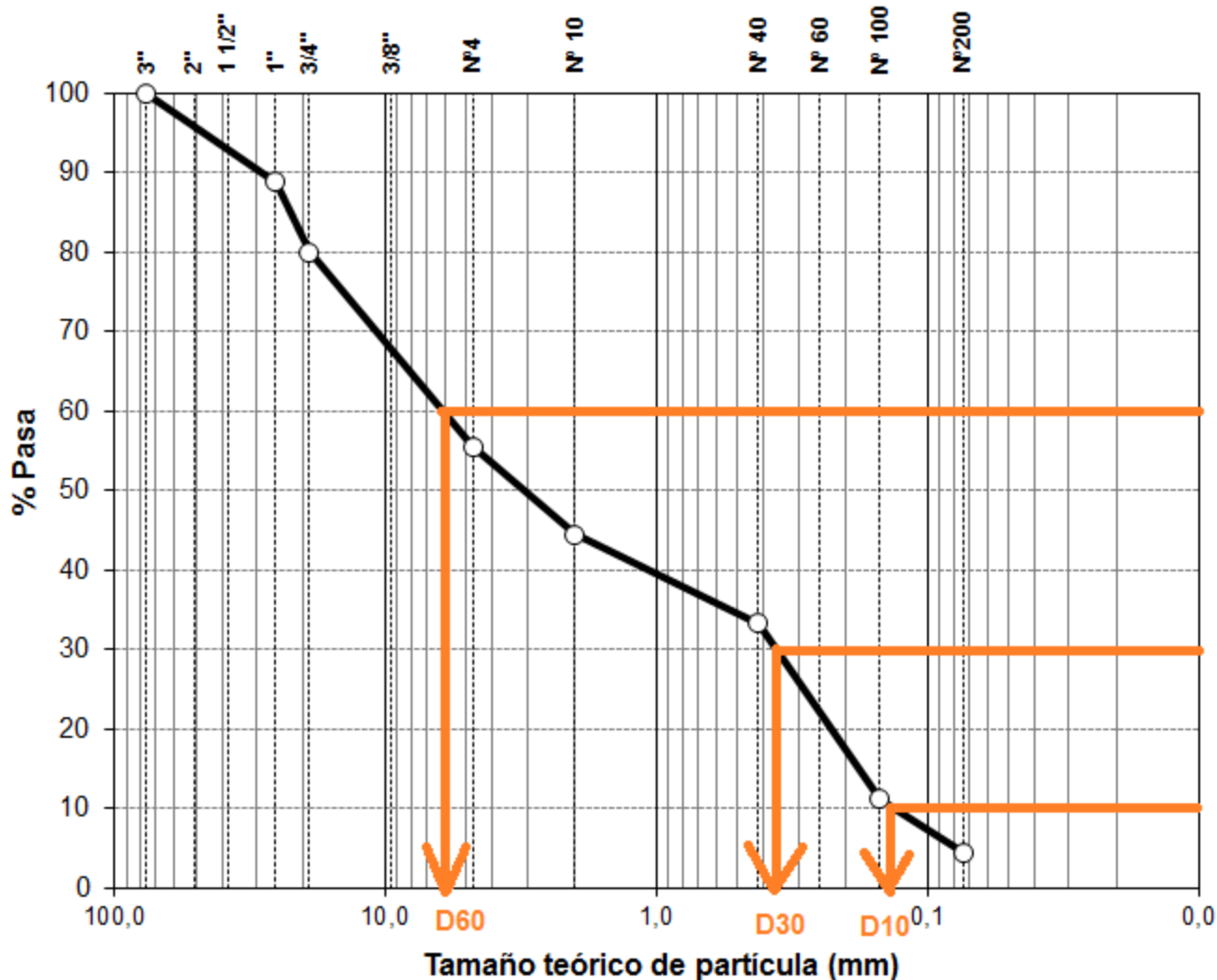
$$IP = 45$$

**Clasificación CH**



# Ejercicio 2.2: solución

## N° 2 – Curva granulométrica





# Ejercicio 2.2: solución

N°2

$M := 55935 \text{ gm}$  (se le quitó el retenido por el 3")

$\text{Retenido}_4 := 6215 \text{ gm} + 4972 \text{ gm} + 13673 \text{ gm}$

$\text{Retenido}_4 = 24860 \text{ gm}$

$\text{Pasa}_{200} := M - (6215 \text{ gm} + 4972 \text{ gm} + 13673 \text{ gm} + 6215 \text{ gm} + 6215 \text{ gm} + 12430 \text{ gm} + 3729 \text{ gm})$

$\text{Porcentaje}_{\text{finos}} := \frac{\text{Pasa}_{200}}{M}$

$\text{Pasa}_{200} = 2486 \text{ gm}$

$\text{Porcentaje}_{\text{finos}} = 4.4 \%$

$\text{porcentaje}_{\text{grava}} := \frac{\text{Retenido}_4}{M - \text{Pasa}_{200}} = 47 \%$

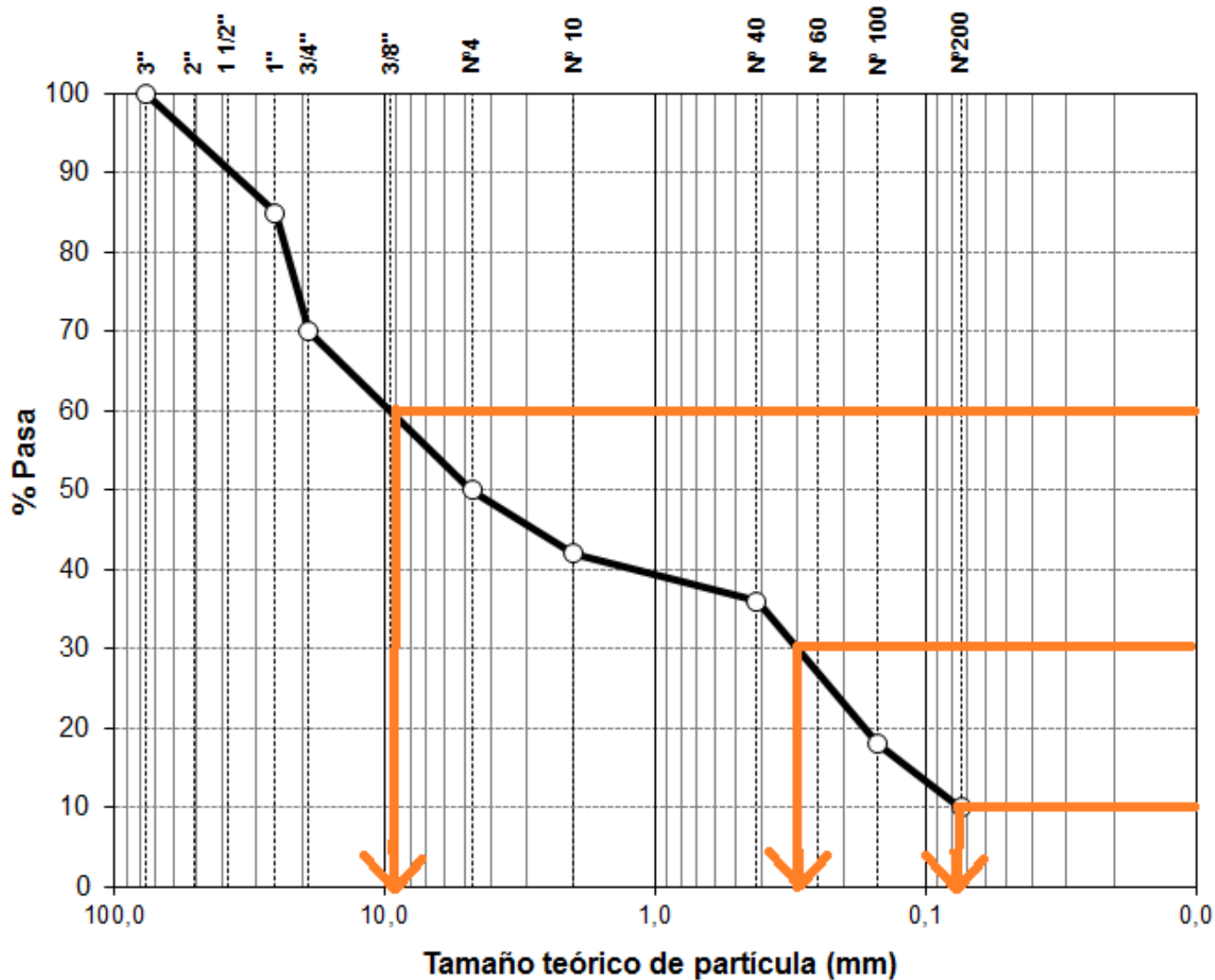
$D_{60} := 6 \quad D_{30} := 0.38 \quad D_{10} := 0.14 \quad C_u := \frac{D_{60}}{D_{10}} = 42.9$

$C_c := \frac{D_{30}^2}{D_{10} \cdot D_{60}} = 0.2$

**Clasificación SP**

# Ejercicio 2.2: solución

N° 3







# Ejercicio 2.2: solución

N°3

$$M := 7500 \text{ gm}$$

$$\text{Retenido}_4 := 1125 \text{ gm} + 1125 \text{ gm} + 1500 \text{ gm}$$

$$\text{Retenido}_4 = 3750 \text{ gm}$$

$$\text{Pasa}_{200} := M - (1125 \text{ gm} + 1125 \text{ gm} + 1500 \text{ gm} + 600 \text{ gm} + 450 \text{ gm} + 1350 \text{ gm} + 600 \text{ gm})$$

$$\text{Porcentaje}_{\text{finos}} := \frac{\text{Pasa}_{200}}{M}$$

$$\text{Pasa}_{200} = 750 \text{ gm}$$

$$\text{Porcentaje}_{\text{finos}} = 10 \%$$

$$\text{porcentaje}_{\text{grava}} := \frac{\text{Retenido}_4}{M - \text{Pasa}_{200}} = 55.56 \%$$

$$D_{60} := 9.6 \quad D_{30} := 0.3 \quad D_{10} := 0.07 \quad C_u := \frac{D_{60}}{D_{10}} = 137.1 \quad C_c := \frac{D_{30}^2}{D_{10} \cdot D_{60}} = 0.1$$

$$LL := 15$$

$$LP := 9$$

$$IP := LL - LP$$

$$IP = 6$$

**Clasificación GP-GC**

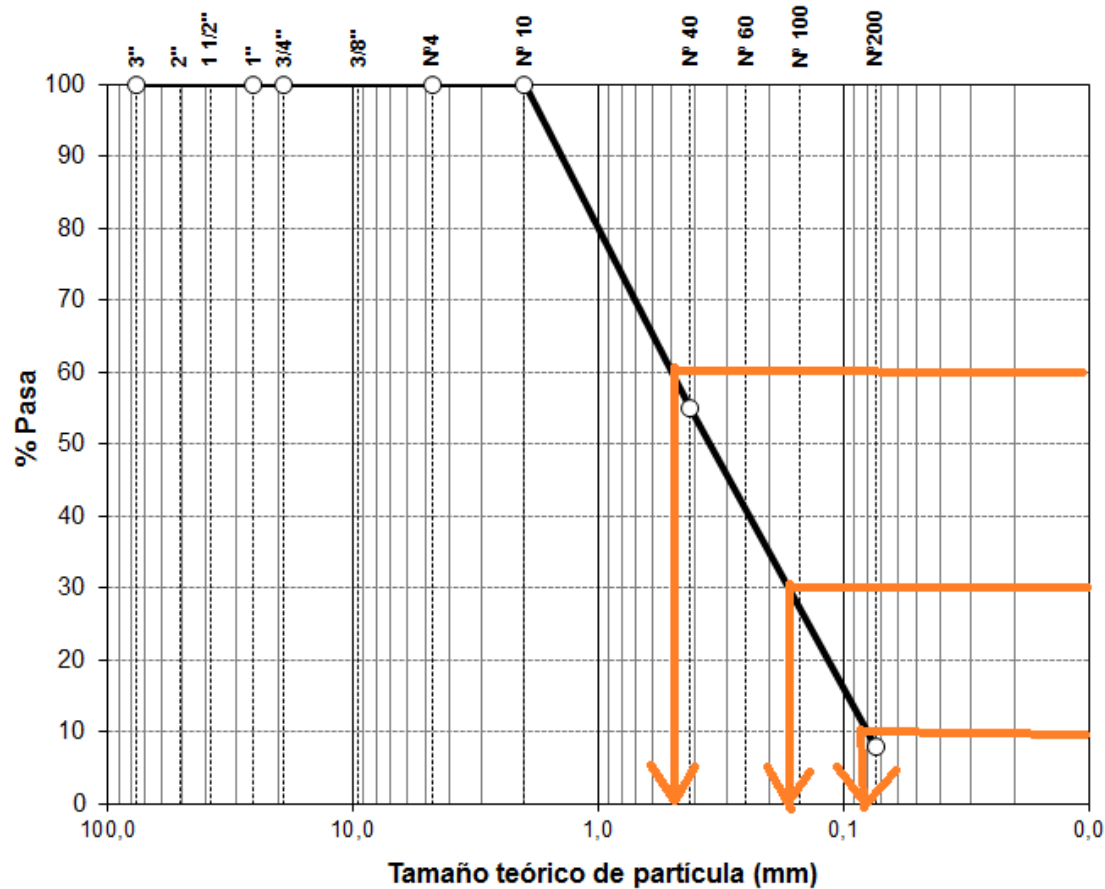
# Ejercicio 2.2: solución



N°4

M := 260gm Ret<sub>4</sub> := 0% D<sub>60</sub> := 0.50 D<sub>30</sub> := 0.17 D<sub>10</sub> := 0.08

$$C_c := \frac{D_{30}^2}{D_{10} \cdot D_{60}} = 0.7 \quad C_u := \frac{D_{60}}{D_{10}} = 6.3$$



$$\text{Pasa}_{200} := 260\text{gm} - (117\text{gm} + 122.2\text{gm})$$

$$\text{Pasa}_{200} = 20.8 \text{ gm}$$

$$\text{Porcentaje}_{\text{finos}} := \frac{\text{Pasa}_{200}}{M}$$

$$\text{Porcentaje}_{\text{finos}} = 8 \%$$

$$LL := - \quad LP := - \quad IP := -$$

**Clasificación SP-SC**

# Ejercicio 2.2: solución



N°5

$$M := 212\text{gm}$$

$$\text{Retenido}_4 := 0\%$$

$$\text{Pasa}_{200} := 212\text{gm} - (19.96\text{gm} + 38.16\text{gm} + 89.04\text{gm})$$

$$\text{Pasa}_{200} = 64.84\text{ gm}$$

$$\text{Porcentaje}_{\text{finos}} := \frac{\text{Pasa}_{200}}{M}$$

$$\text{Porcentaje}_{\text{finos}} = 30.6\%$$

$$LL := 44$$

$$LP := 9$$

$$IP := LL - LP$$

$$IP = 35$$

**Clasificación SC**

## Ejercicio 4.2: enunciado



El lecho de un lago está compuesto por un material uniforme con humedad  $\omega = 35\%$  y peso específico de las partículas sólidas  $\gamma_s = 26.5 \frac{kN}{m^3}$ . Si el nivel de agua del lago se ubica 3.0m por arriba del lecho, determinar la presión vertical efectiva, total e hidrostática a 4.0m por debajo del nivel del lecho.

# Ejercicio 4.2: solución



Datos:

$$\gamma_w := 9.81 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad \gamma_s := 26.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad \omega := 35\%$$

Como el lecho del lago se encuentra sumergido, el grado de saturación es  $S_r=1$  con lo cual:

$$\omega_{\text{sat}} := \omega$$



# Ejercicio 4.2: solución

$$\omega_{\text{sat}} = \frac{e \cdot \gamma_w}{\gamma_s} \quad \text{entonces} \quad e := \omega_{\text{sat}} \cdot \frac{\gamma_s}{\gamma_w} \quad e = 0.945$$

$$\gamma_d := \frac{\gamma_s}{1 + e} \quad \gamma_d = 13.6 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$\gamma_{\text{sat}} := \gamma_d \cdot (1 + \omega_{\text{sat}}) \quad \gamma_{\text{sat}} = 18.4 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$h_1 := 3\text{m} \quad \text{profundidad lago}$$

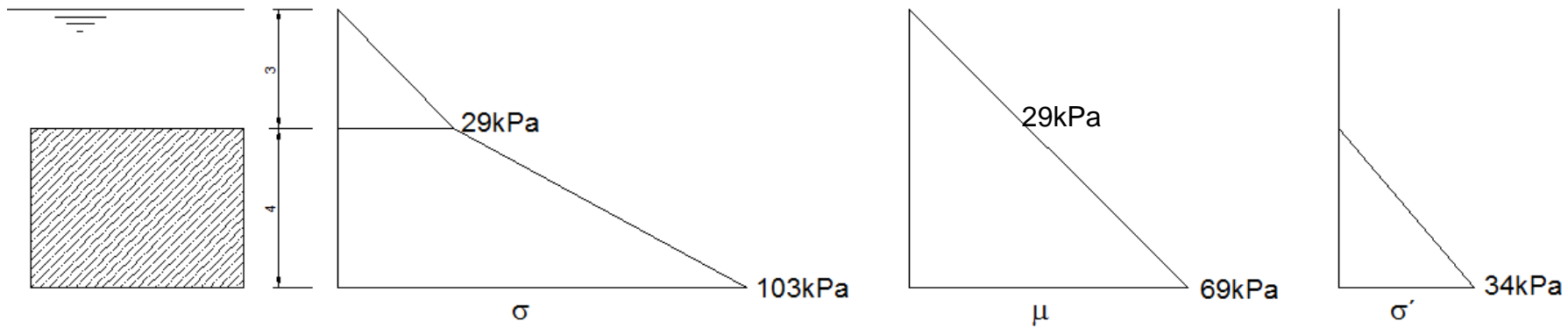
$$h_2 := 4\text{m} \quad \text{debajo del lecho}$$

$$\sigma := \gamma_w \cdot h_1 + \gamma_{\text{sat}} \cdot h_2 \quad \sigma = 103 \text{ kPa}$$

$$u := \gamma_w \cdot (h_1 + h_2) \quad u = 69 \text{ kPa}$$

$$\sigma' := \sigma - u \quad \sigma' = 34 \text{ kPa}$$

# Ejercicio 4.2: solución



# Ejercicio 4.5: enunciado



Se tiene una estratigrafía conformada por un manto superior de arenas de 4.0m con  $\gamma_{sat} = 20 \frac{kN}{m^3}$  y  $\gamma = 16.5 \frac{kN}{m^3}$ , seguido de un estrato de arcilla de 5.0m con  $\gamma_{sat} = 17.0 \frac{kN}{m^3}$ . Las arcillas descansan sobre un manto de arenas que presenta condiciones artesianas con un nivel piezométrico ubicada 4.0m por encima del NTN. El nivel freático del manto superior de arenas está ubicado a 2.0m por debajo del NTN. Determine:

- presión vertical efectiva en la parte superior e inferior del estrato de arcilla;
- para qué profundidad de excavación del manto superior de arena la presión efectiva en la parte inferior de la arcilla se hace cero.



# Ejercicio 4.5: solución

## Estratigrafía



Piezómetro

NTN

NF

S

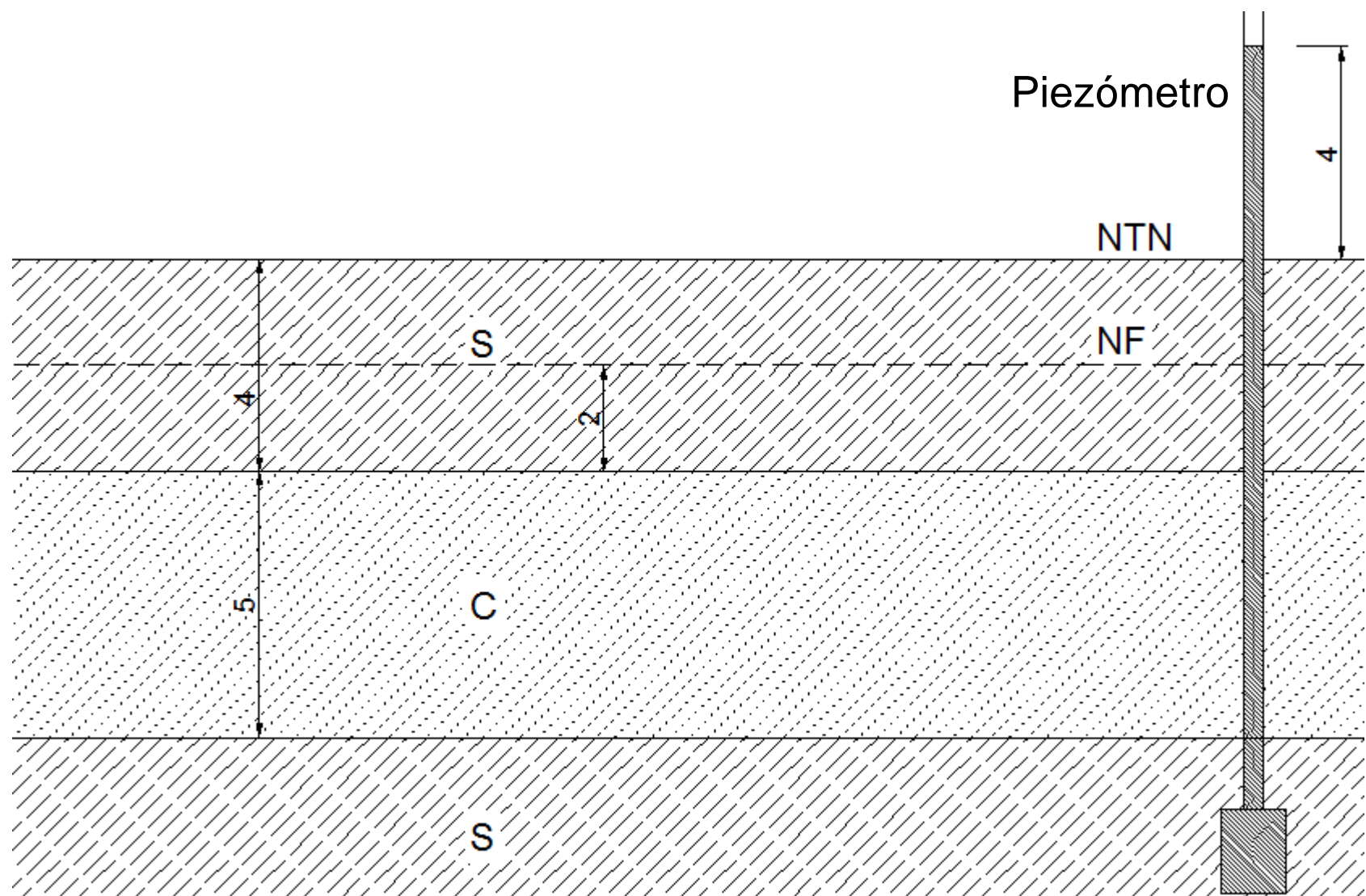
C

S

4  
5

2

4



# Ejercicio 4.5: solución



Hipótesis: toda la pérdida de potencial ocurre en el manto de arcilla con lo cual, la presión neutra en el límite inferior del estrato equivale a la presión neutra del acuífero. Entre el límite inferior y el superior del estrato de arcillas la presión neutra varía linealmente hasta equipararse con el valor de presión neutra dado por la napa freática.

Datos

Peso específico del agua

$$\gamma_w := 9.81 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

Arena

$$\gamma_{\text{sat}_S} := 20.0 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$\gamma_S := 16.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

Arcilla

$$\gamma_{\text{sat}_C} := 17.0 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

# Ejercicio 4.5: solución



Presiones totales

$$\sigma_{2m} := \gamma_S \cdot 2m \qquad \sigma_{2m} = 33 \text{ kPa}$$

$$\sigma_{4m} := \sigma_{2m} + \gamma_{\text{sat}_S} \cdot 2m \qquad \sigma_{4m} = 73 \text{ kPa}$$

$$\sigma_{9m} := \sigma_{4m} + \gamma_{\text{sat}_C} \cdot 5m \qquad \sigma_{9m} = 158 \text{ kPa}$$

Presiones Neutras

$$u_{2m} := 0 \text{ kPa}$$

$$u_{4m} := \gamma_w \cdot 2m \qquad u_{4m} = 19.6 \text{ kPa}$$

$$u_{9m} := \gamma_w \cdot (4m + 4m + 5m) \qquad u_{9m} = 127.5 \text{ kPa}$$

*Nota: 4m+4m+5m es la altura de la columna de agua correspondiente al piezómetro instalado en el acuífero artesiano.*

# Ejercicio 4.5: solución



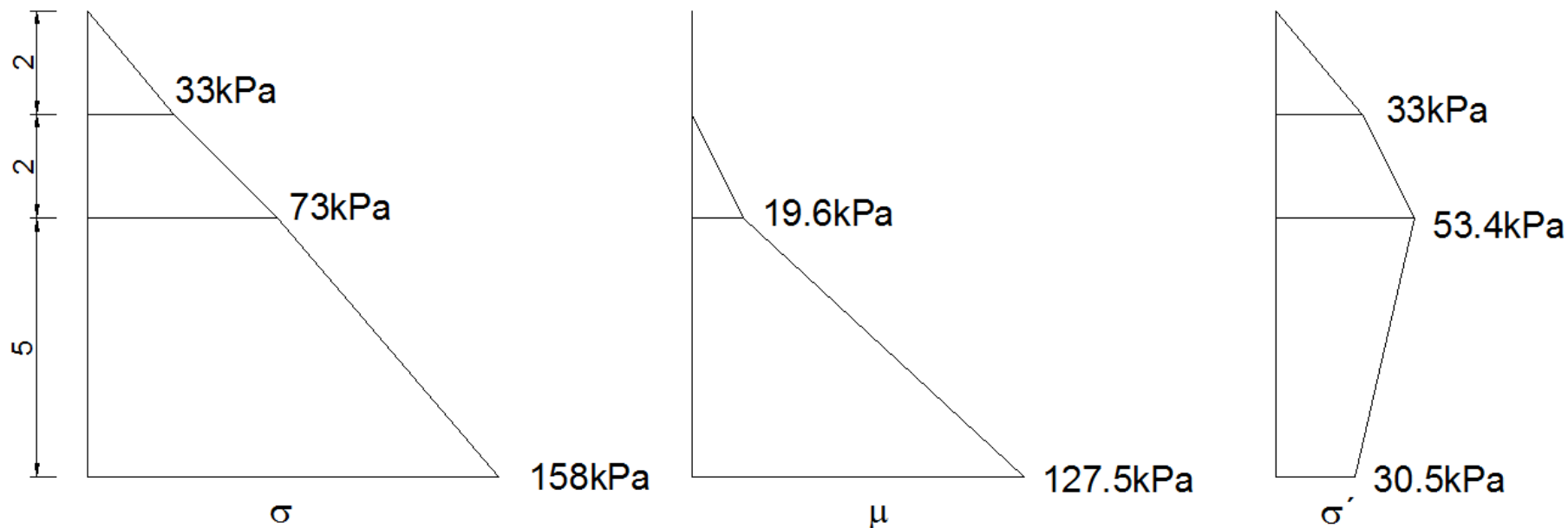
Presiones efectivas

$$\sigma'_{4m} := \sigma_{4m} - u_{4m}$$

$$\sigma'_{4m} = 53.4 \text{ kPa}$$

$$\sigma'_{9m} := \sigma_{9m} - u_{9m}$$

$$\sigma'_{9m} = 30.5 \text{ kPa}$$



# Ejercicio 4.5: solución



¿Para qué profundidad de excavación del manto superior de arena la presión efectiva en la parte inferior de la arcilla se hace cero?

Debe excavarse una profundidad  $x$  tal que suprima los 30.5kPa en el límite inferior del manto de arcilla.

Se plantea:

$$\gamma_S \cdot h_{\text{excavación}} = 30.5 \text{ kPa}$$

$$h_{\text{excavación}} := \text{Find}(h_{\text{excavación}})$$

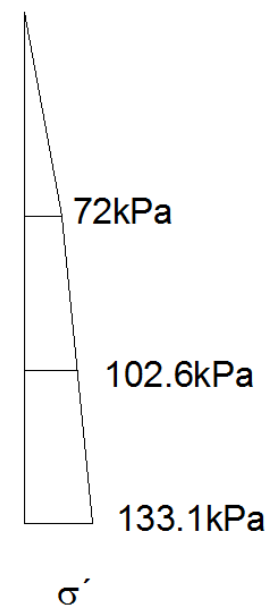
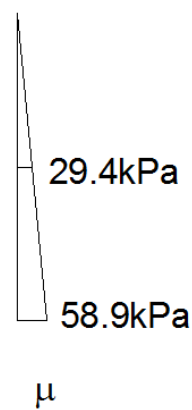
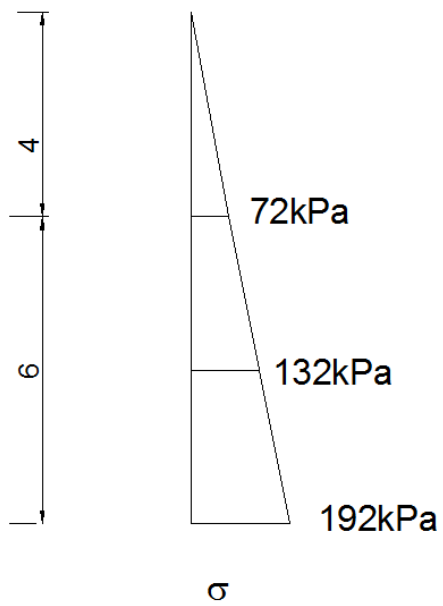
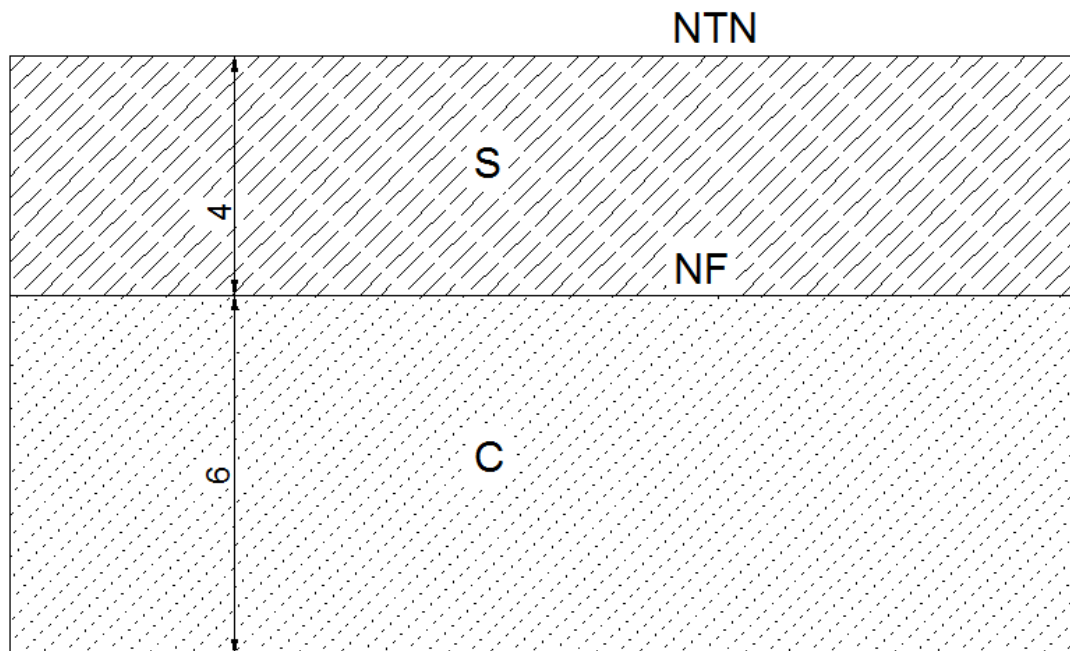
$$h_{\text{excavación}} = 1.8 \text{ m}$$

*Nota: si la altura hubiese superado los 2 m habría que haber recalculado teniendo en cuenta el cambio de estrato es decir, considerando también  $\gamma_{\text{sat}_S}$*

# Ejercicio adicional Presiones Efectivas



Se planifica construir un edificio de oficinas con un estacionamiento adyacente en un sitio cuya estratigrafía se compone de una capa de 4 m de arena y gravas ( $\gamma=18\text{kN/m}^3$ ) que se continua con un manto de arcillas de 6 m de espesor ( $\gamma=20\text{kN/m}^3$ ). El nivel freático coincide con el nivel superior del manto de arcillas y las presiones de poros son hidrostáticas por debajo de ese nivel. La fundación del edificio de oficinas ejercerá una sobrecarga uniforme de 90 kPa en la superficie de las arenas y gravas. La fundación del estacionamiento se realizará sobre el manto de arcillas (previa excavación) y ejercerá una sobrecarga de 40 kPa. Calcular las presiones totales, neutras y efectivas iniciales y finales a media profundidad del estrato de arcilla a) debajo del edificio y b) debajo del estacionamiento. Tomar peso específico del agua  $9.81\text{ kN/m}^3$





# Resolución a -7 m

Datos

$$\gamma_{\text{sand}} := 18 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad \gamma_{\text{clay}} := 20 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad \gamma_w := 9.8 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

a) Sin construcción (inicial)

Totales

$$\sigma := \gamma_{\text{sand}} \cdot 4\text{m} + \gamma_{\text{clay}} \cdot \frac{6\text{m}}{2} \quad \sigma = 132 \text{ kPa}$$

Neutras

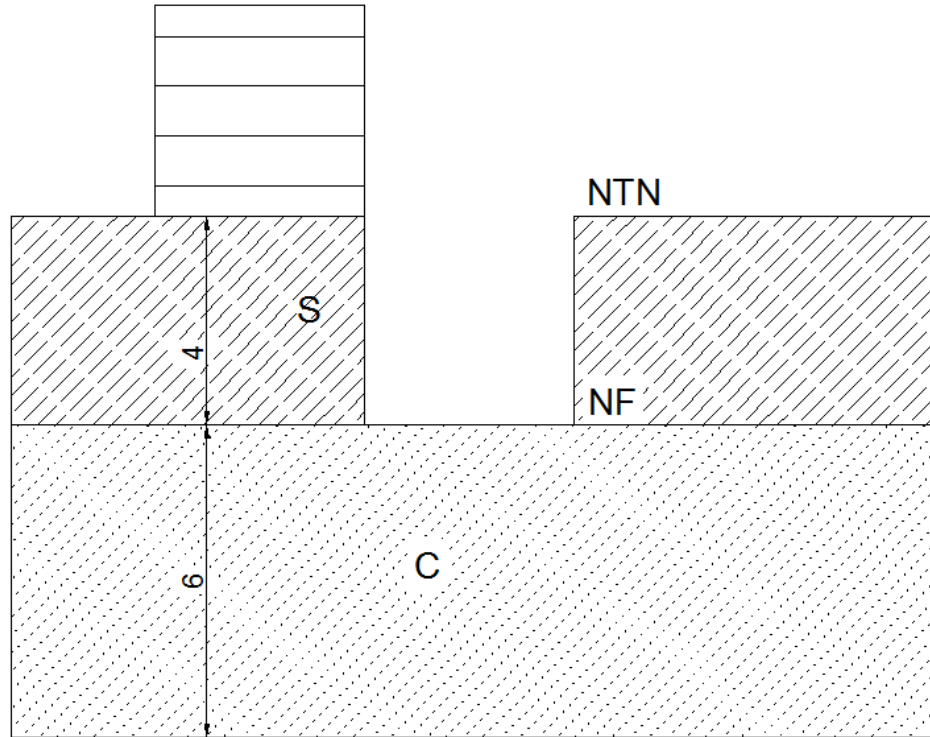
$$u := \gamma_w \cdot 6 \frac{\text{m}}{2} \quad u = 29.4 \text{ kPa}$$

Efectivas

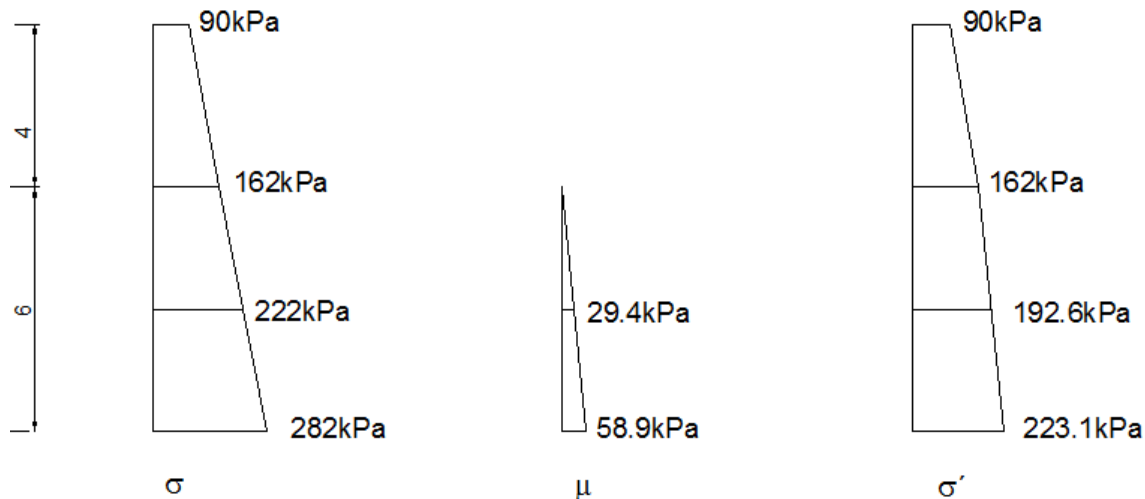
$$\sigma' := \sigma - u \quad \sigma' = 102.6 \text{ kPa}$$



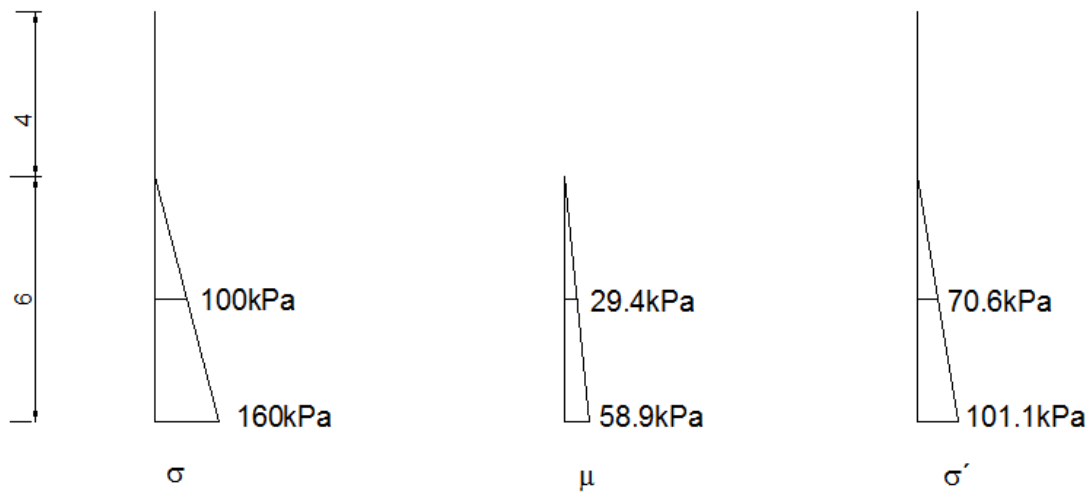
# Resolución a -7 m



# Fundación edificio



# Fundación estacionamiento





## b) Bajo el edificio de oficinas

### Totales

$$\sigma := \gamma_{\text{sand}} \cdot 4\text{m} + \gamma_{\text{clay}} \cdot \frac{6\text{m}}{2} + 90 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad \sigma = 222 \text{ kPa}$$

### Neutras

$$u := \gamma_w \cdot 6 \frac{\text{m}}{2} \quad u = 29.4 \text{ kPa}$$

### Efectivas

$$\sigma' := \sigma - u \quad \sigma' = 192.6 \text{ kPa}$$

## c) Bajo el estacionamiento

### Totales

$$\sigma := \gamma_{\text{clay}} \cdot \frac{6\text{m}}{2} + 40 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad \sigma = 100 \text{ kPa}$$

### Neutras

$$u := \gamma_w \cdot 6 \frac{\text{m}}{2} \quad u = 29.4 \text{ kPa}$$

### Efectivas

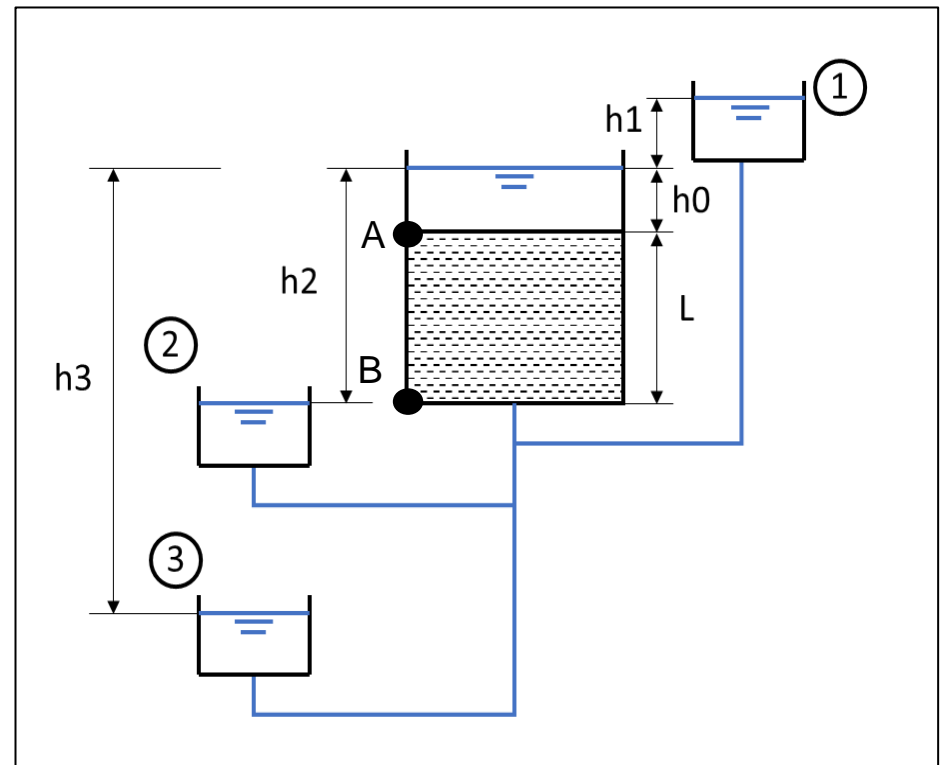
$$\sigma' := \sigma - u \quad \sigma' = 70.6 \text{ kPa}$$



# Ejercicio 5.1: enunciado

Para el permeámetro de carga constante de la Figura debe determinarse por separado para cada una de las tres posiciones indicadas de los tanques:

- dirección de flujo;
- diagramas  $\sigma$  ,  $\sigma'$  ,  $u$  ;
- caudal.



# Ejercicio 5.1: solución



Datos

Peso específico del agua

$$\gamma_w := 9.81 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

Parámetros geotecnicos

$$\gamma_{\text{sat}} := 19.0 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad k := 10^{-7} \frac{\text{cm}}{\text{s}}$$

Geometría permeámetro

$$\text{sección transversal } A := 78.5 \text{cm}^2$$

$$\text{espesor del suelo } L := 15 \text{cm}$$

$$\text{carga de agua } h_0 := 2.5 \text{cm}$$



# Ejercicio 5.1: solución

Posiciones de los tanques

$$h_1 := 10.0\text{cm}$$

$$h_2 := 17.5\text{cm}$$

$$h_3 := 25.0\text{cm}$$

Solución tanque 1

Presiones Totales

$$\sigma_A := \gamma_w \cdot h_0$$

$$\sigma_A = 0.25 \cdot \text{kPa}$$

$$\sigma_B := \sigma_A + \gamma_{\text{sat}} \cdot L$$

$$\sigma_B = 3.1 \cdot \text{kPa}$$

Presion Neutra

$$u_A := \gamma_w \cdot h_0$$

$$u_A = 0.25 \cdot \text{kPa}$$

$$u_B := \gamma_w \cdot (h_1 + h_0 + L)$$

$$u_B = 2.7 \cdot \text{kPa}$$

En el punto B la presión neutra está dada por la altura del agua del tanque.

# Ejercicio 5.1: solución



## Presiones Efectivas

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

$$\sigma'_A = 0 \text{ Pa}$$

$$\sigma'_B := \sigma_B - u_B$$

$$\sigma'_B = 0.398 \cdot \text{kPa}$$

## Cálculo caudal

Para calcular  $\Delta h$  se debe elegir un plano de referencia. En esta caso se elige un plano que pase por el punto B. Desde allí se mide la energía piezométrica de cada punto. Entonces:

$$h_B := h_1 + h_0 + L$$

$$h_B = 27.5 \text{ cm}$$

$$h_A := h_0 + L$$

$$h_A = 17.5 \text{ cm}$$

$$\Delta h := h_B - h_A$$

$$\Delta h = 10 \text{ cm}$$

$$i := \frac{\Delta h}{L}$$

$$i = 0.667$$

$$Q := A \cdot i \cdot k$$

$$Q = 5.233 \times 10^{-6} \frac{\text{cm}^3}{\text{s}}$$



# Ejercicio 5.1: solución

## Tabla resumen

### CASO 1

|         | sigv | u    | sigv' | z  | z+u/gw   |
|---------|------|------|-------|----|----------|
| Punto A | 2,5  | 2,5  | 0     | 15 | 17,5     |
| Punto B | 31   | 27,5 | 3,5   | 0  | 27,5     |
|         |      |      |       | i  | 0,67     |
|         |      |      |       | Q  | 5,23E-06 |

cm<sup>3</sup>/s

### CASO 2

|         | sigv | u   | sigv' | z  | z+u/gw    |
|---------|------|-----|-------|----|-----------|
| Punto A | 2,5  | 2,5 | 0     | 15 | 17,5      |
| Punto B | 31   | 0   | 31    | 0  | 0         |
|         |      |     |       | i  | -1,17     |
|         |      |     |       | Q  | -9,16E-06 |

cm<sup>3</sup>/s

### CASO 3

|         | sigv | u    | sigv' | z  | z+u/gw    |
|---------|------|------|-------|----|-----------|
| Punto A | 2,5  | 2,5  | 0     | 15 | 17,5      |
| Punto B | 31   | -7,5 | 38,5  | 0  | -7,5      |
|         |      |      |       | i  | -1,67     |
|         |      |      |       | Q  | -1,31E-05 |

cm<sup>3</sup>/s



# Ejercicio permeámetro

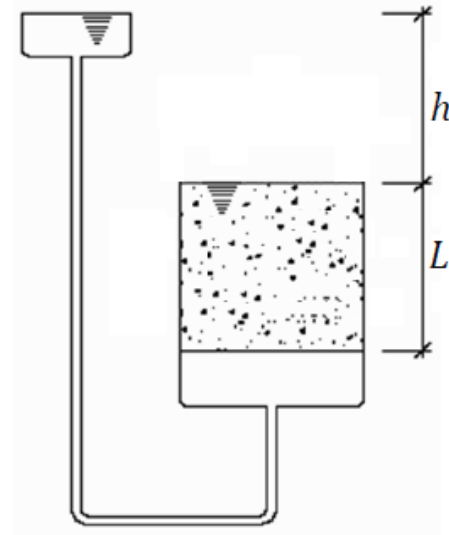


- Obtener diagramas de presiones del permeámetro
- Obtener gradiente hidráulico crítico y altura crítica para la cual se produce sifonaje.

Datos

$$\gamma_{\text{sat}} := 20.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad \gamma_w := 9.81 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$h := 5 \text{ cm} \quad L := 15 \text{ cm}$$





## Valores de presión en la base del permeámetro

### Presiones totales

$$\sigma := L \cdot \gamma_{\text{sat}}$$

$$\sigma = 3.1 \text{ kPa}$$

### Presiones neutras

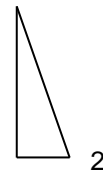
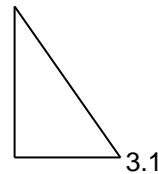
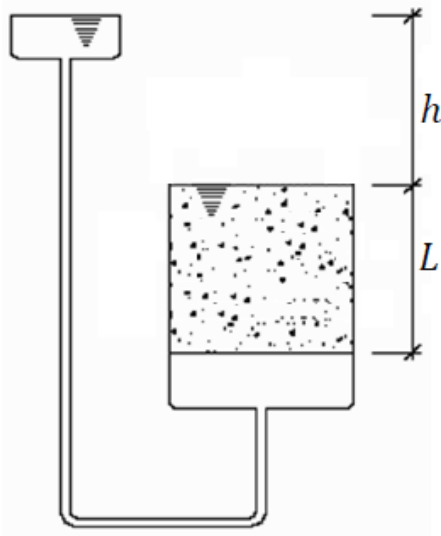
$$u := (L + h) \cdot \gamma_w$$

$$u = 2 \text{ kPa}$$

### Presiones efectivas

$$\sigma' := \sigma - u$$

$$\sigma' = 1.1 \text{ kPa}$$





## Gradiente crítico

quiero que  $\sigma'$  sea 0

$$L \cdot \gamma_{\text{sat}} = (L + h_c) \cdot \gamma_w$$

$$L \cdot \gamma_{\text{sat}} = \gamma_w \cdot L + h_c \cdot \gamma_w$$

$$\frac{(\gamma_{\text{sat}} - \gamma_w)}{\gamma_w} = \frac{h_c}{L}$$

$$i_c := \frac{h_c}{L}$$

$$\text{entonces } i_c := \frac{(\gamma_{\text{sat}} - \gamma_w)}{\gamma_w} \quad i_c = 1.1$$

$$\text{con lo cual } h_c := L \cdot i_c \quad h_c = 16.3 \text{ cm}$$