



INTERACCION SUELO AGUA

PARTE 3. PRESIONES HIDRODINAMICAS

Area de Geotecnia.

Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA



3. PRESIONES DEL FLUIDO

OBJETIVO:

- Establecer los conceptos de presiones hidrodinámicas e hidrostáticas.
- Concepto de sifonamiento y presiones hidrodinámicas de erosión de suelos.

REFERENCIAS

- Fundamentos de ingeniería geotécnica. Cuarta edición. BRAJA M. DAS. Capítulo 8. Esfuerzo en la masa de suelos. 8.1 a 8.5.
- Soil Mechanics in Engineering Practice. 3° Edición. Terzaghi, K.; Peck, R. y Mesri, G. Chapter 3. Hydraulic and Mechanical Properties of Soils. Artículo 15.

Area de Geotecnia.

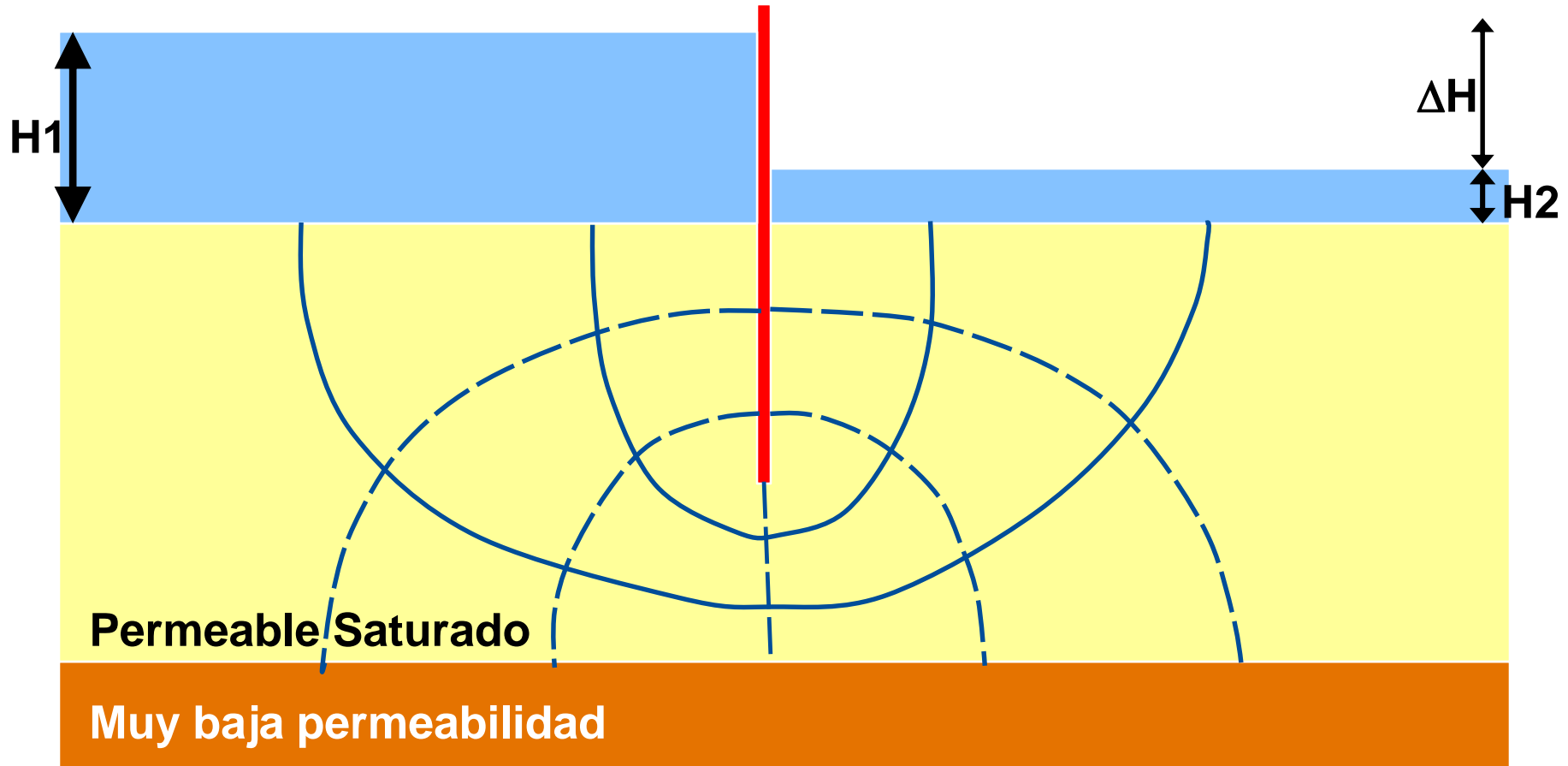
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA



3. PRESIONES DEL FLUIDO

PRESIONES HIDRODINAMICAS



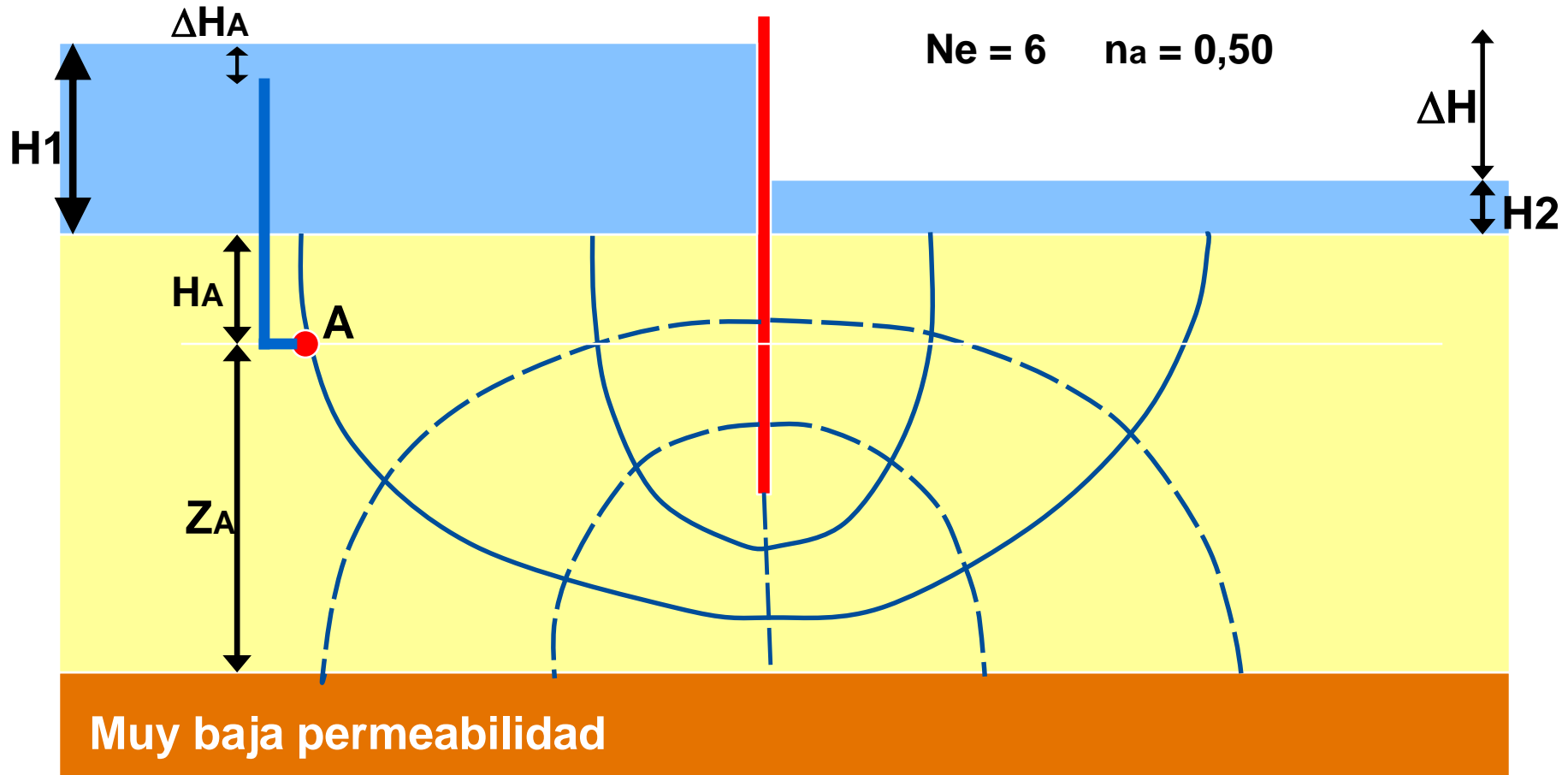


PRESIONES HIDRODINAMICAS

$$u_A = \gamma_w (H_1 + H_A - n_a/N_e \Delta H)$$

$$\Delta H_A = \Delta H \times (n_a / N_e)$$

$$N_e = 6 \quad n_a = 0,50$$





PRESIONES HIDRODINAMICAS

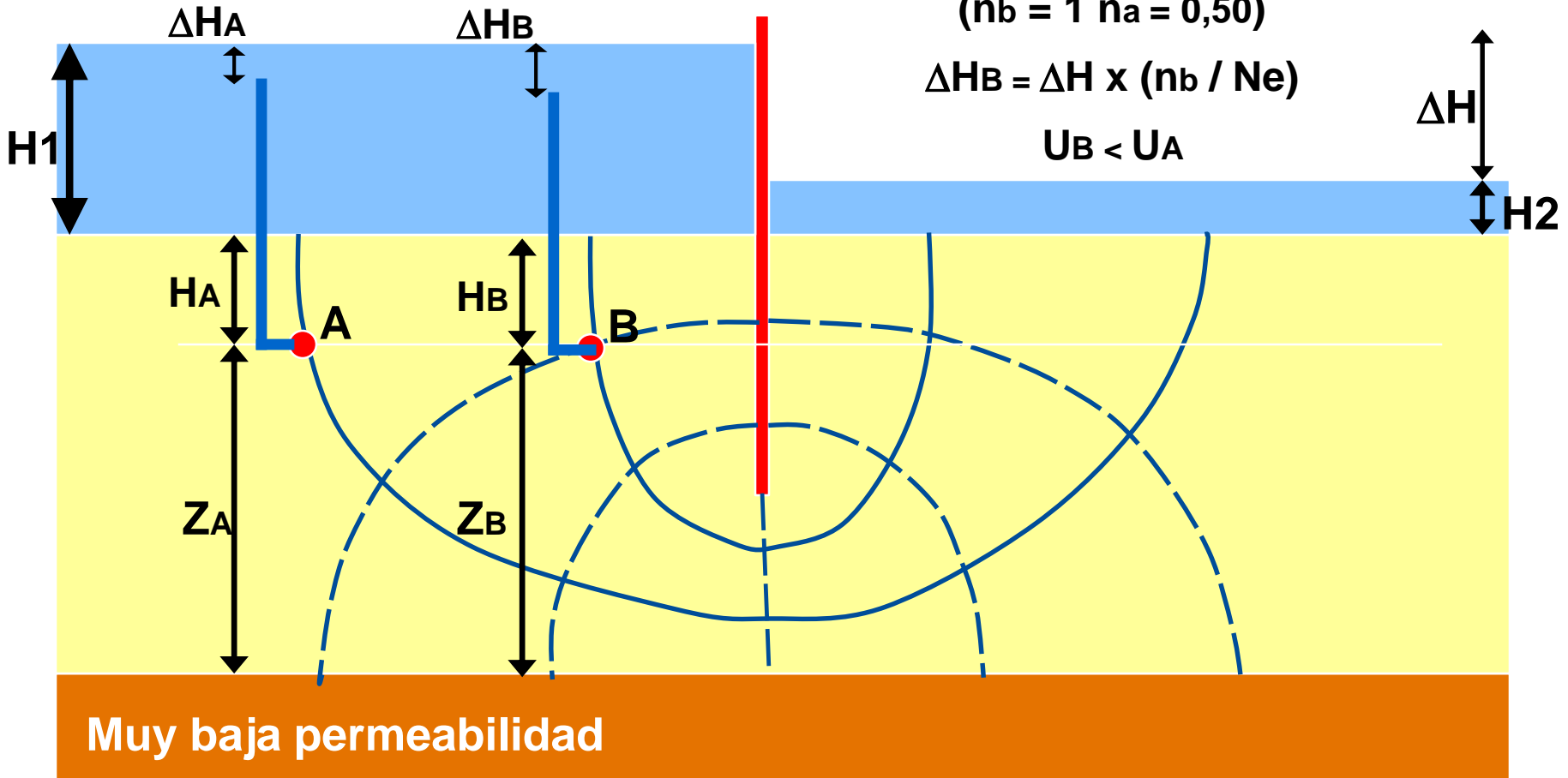
$$u_B = \gamma_w (H_1 + H_B - n_b/N_e \Delta H)$$

$$\Delta H_B > \Delta H_A \rightarrow (n_b > n_a)$$

$$(n_b = 1 \quad n_a = 0,50)$$

$$\Delta H_B = \Delta H \times (n_b / N_e)$$

$$u_B < u_A$$



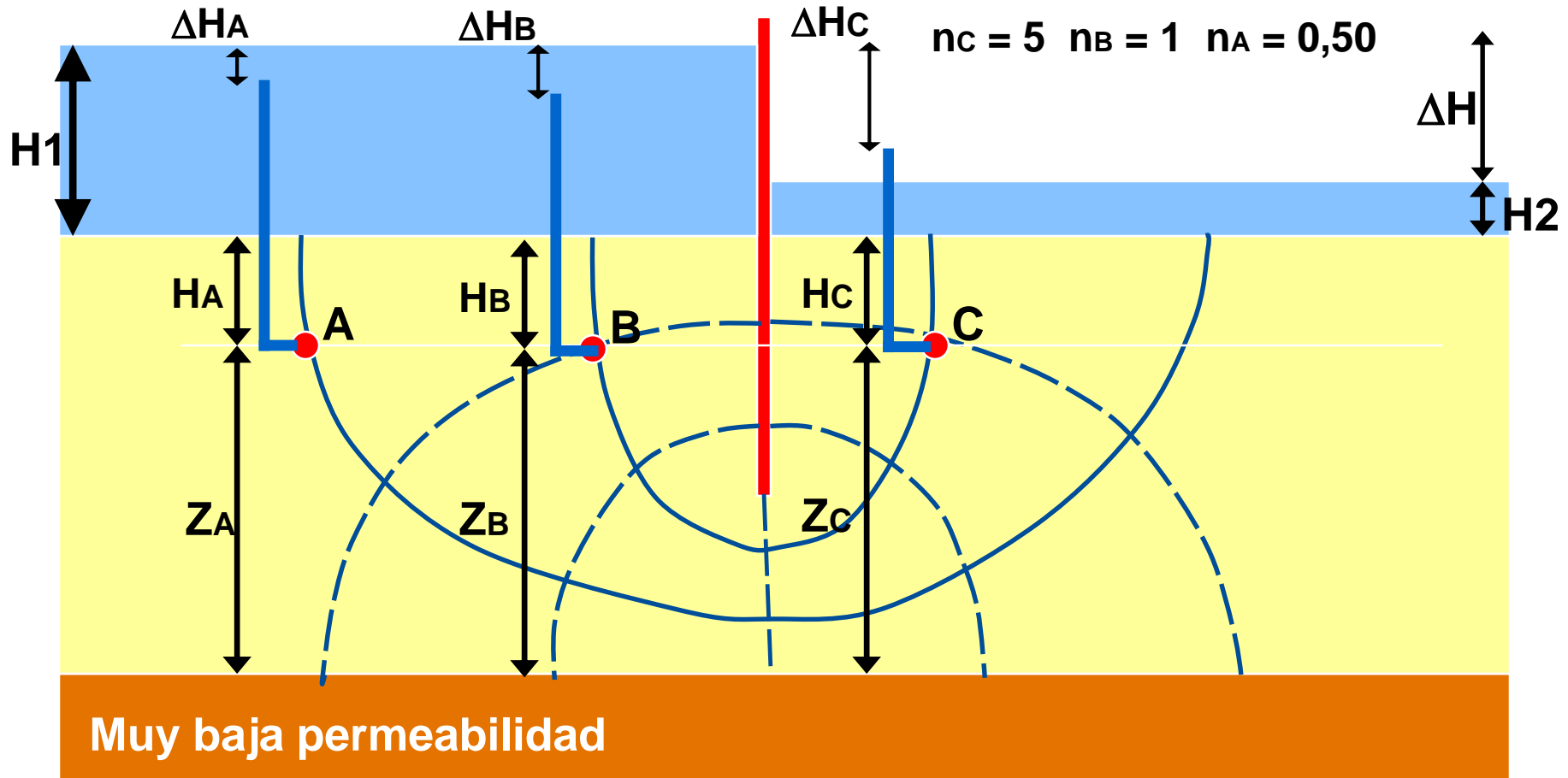


PRESIONES HIDRODINAMICAS

$$u_c = \gamma_w (H_1 + H_c - n_c/N_e \Delta H)$$

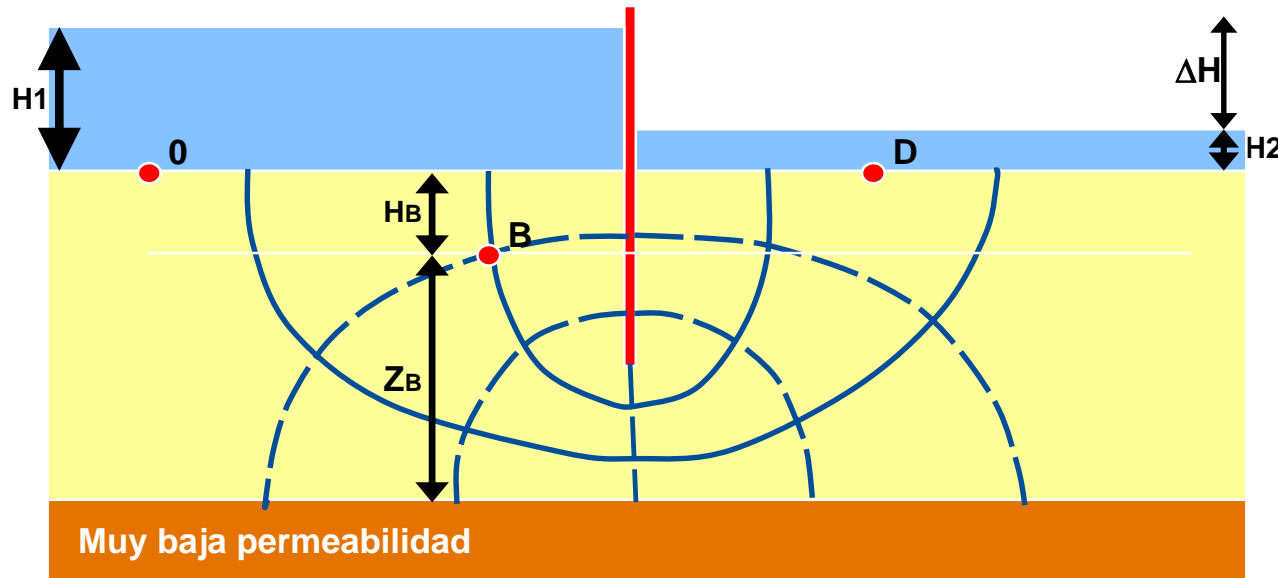
$$\Delta H_c > \Delta H_b \rightarrow (n_c < n_a)$$

$$n_c = 5 \quad n_b = 1 \quad n_a = 0,50$$





PRESIONES HIDRODINAMICAS



P. HIDRODINAMICA (Total)

$$u_o = \gamma_w (H_1 + 0 - 0/N_e \Delta H) = \gamma_w H_1$$

$$u_B = \gamma_w (H_1 + H_B - 1/N_e \Delta H)$$

$$u_D = \gamma_w (H_1 + 0 - 6/N_e \Delta H) = \gamma_w H_2$$

P. FILTRACION (Efectiva)

$$u_o = \gamma_w (\Delta H - 0/N_e \Delta H) = \gamma_w \Delta H$$

$$u_B = \gamma_w (\Delta H - 1/N_e \Delta H) = 5/6 \gamma_w \Delta H$$

$$u_c = \gamma_w (\Delta H - 6/N_e \Delta H) = 0$$



3. PRESIONES DEL FLUIDO

Ejercicio: Presiones Hidrodinámicas

Datos:

$$\gamma_{SAT} = 1,80 \text{ t/m}^3; h_C = 4,00 \text{ m}; \Delta H = 6,00 \text{ m}; H_2 = 3,5 \text{ m}$$

Presiones totales en C

$$\sigma_C = (1,0 \text{ t/m}^3 \cdot 3,50 \text{ m}) + (1,80 \text{ t/m}^3 \cdot 4,00 \text{ m}) = 10,7 \text{ t/m}^2$$

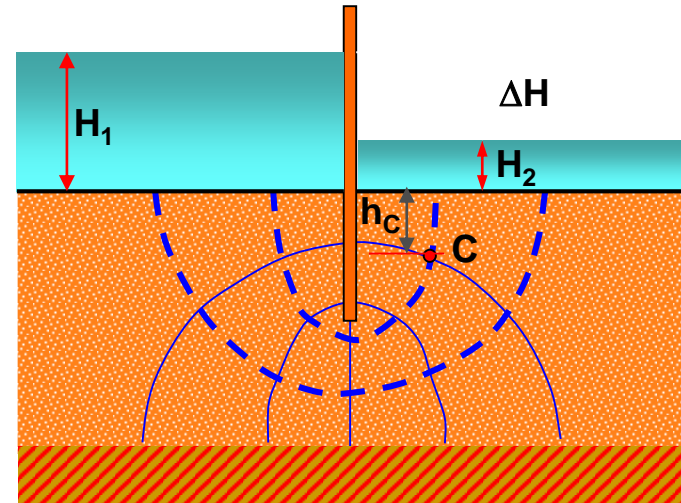
Presión del agua (hidrodinámica) en C

$$u_C = \gamma_w [H_1 + h_C - n_C \cdot (\Delta H / N_e)]$$

$$u_C = 1,00 \text{ t/m}^3 [9,50 \text{ m} + 4,00 \text{ m} - 5 \cdot (6,0\text{m} / 6)] = 8,50 \text{ t/m}^2$$

Presión efectiva en C

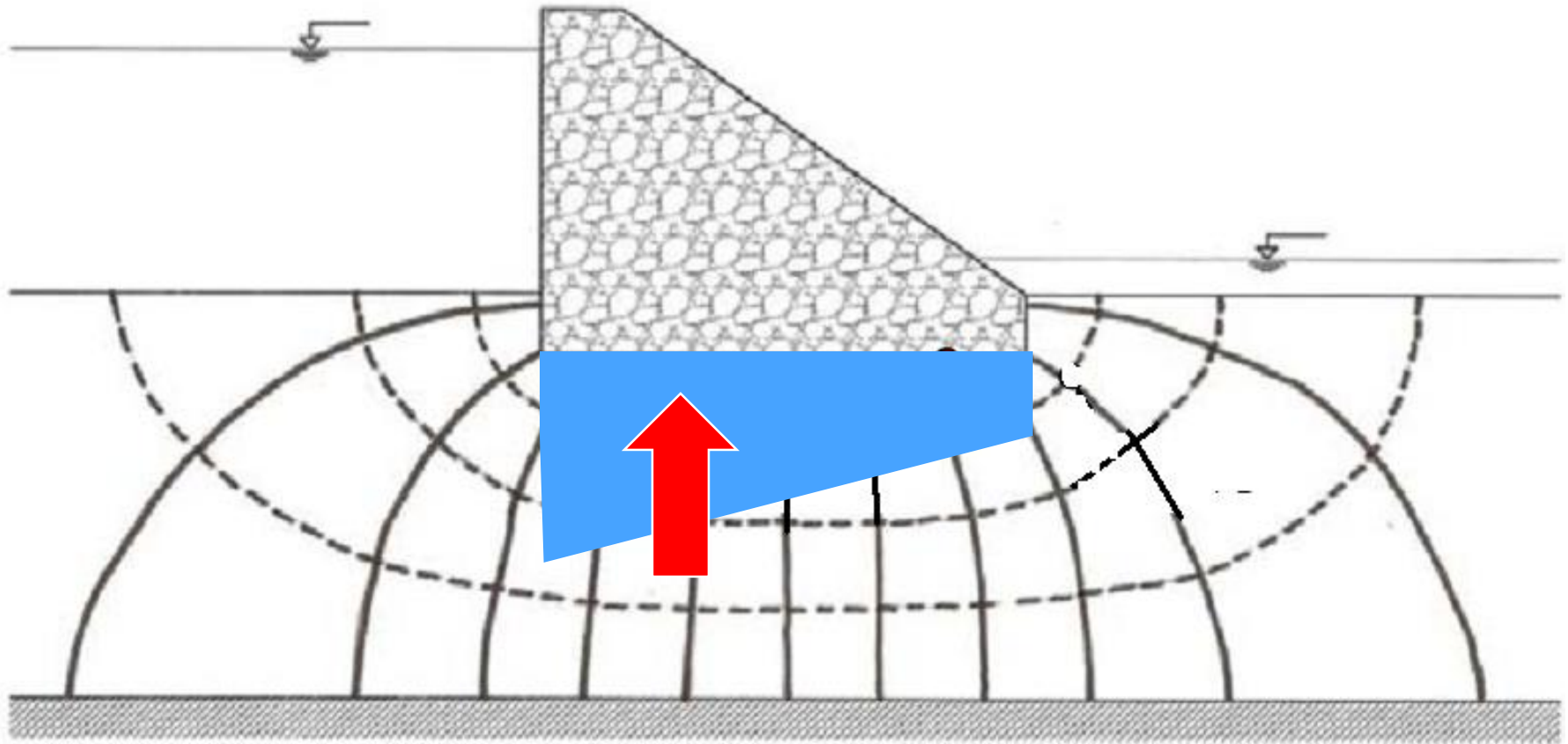
$$\sigma'_C = 10,7 \text{ t/m}^2 - 8,5 \text{ t/m}^2 = 2,2 \text{ t/m}^2$$



No hay sifonaje en el C, porque las presiones efectivas son mayores a “0” ($\sigma'_C > 0$)



3. PRESIONES DEL FLUIDO



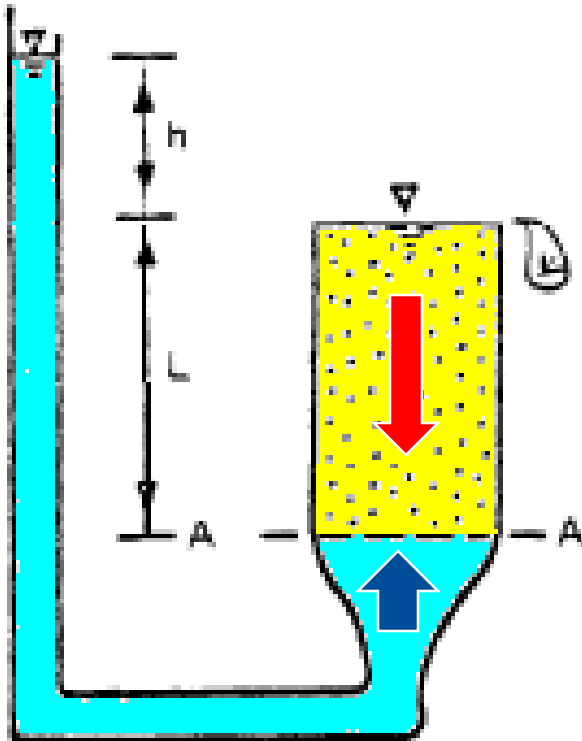
- El diagrama de presiones hidrodinámicas, integrado, genera una fuerza perpendicular a la losa de fondo del azud.
- Tiende a levantarlo



3. PRESIONES DEL FLUIDO

EROSION POR SIFONAMIENTO

Fuerzas del Sistema



P Total Suelo

$$F_d = \gamma_{\text{sat}} \cdot L \cdot A$$

P Hidrodinámica

$$F_a = (h + L) \cdot \gamma_w \cdot A$$

Equilibrio

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

$$\frac{h}{L} = \frac{\gamma_{\text{sat}}}{\gamma_w} - 1 = \frac{\gamma_{\text{sat}} - \gamma_w}{\gamma_w}$$

$$\frac{h}{L} = i_{\text{crit}} = \frac{\gamma'}{\gamma_w}$$

**Gradiente Crítico
(Hazar, 1935)**

$$F_s = \frac{i_{\text{cr}}}{i_{\text{exit}}}$$



3. PRESIONES DEL FLUIDO

EROSION POR SIFONAMIENTO

Relación de Tensiones (Terzaghi, 1922)

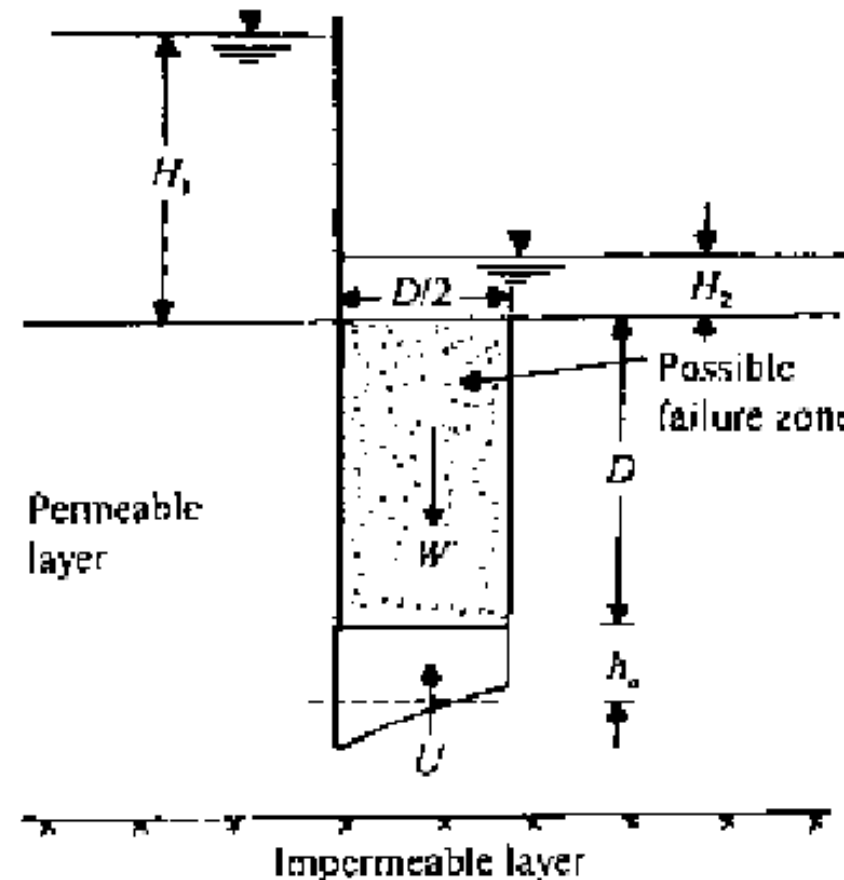
Equilibrio de Esfuerzos

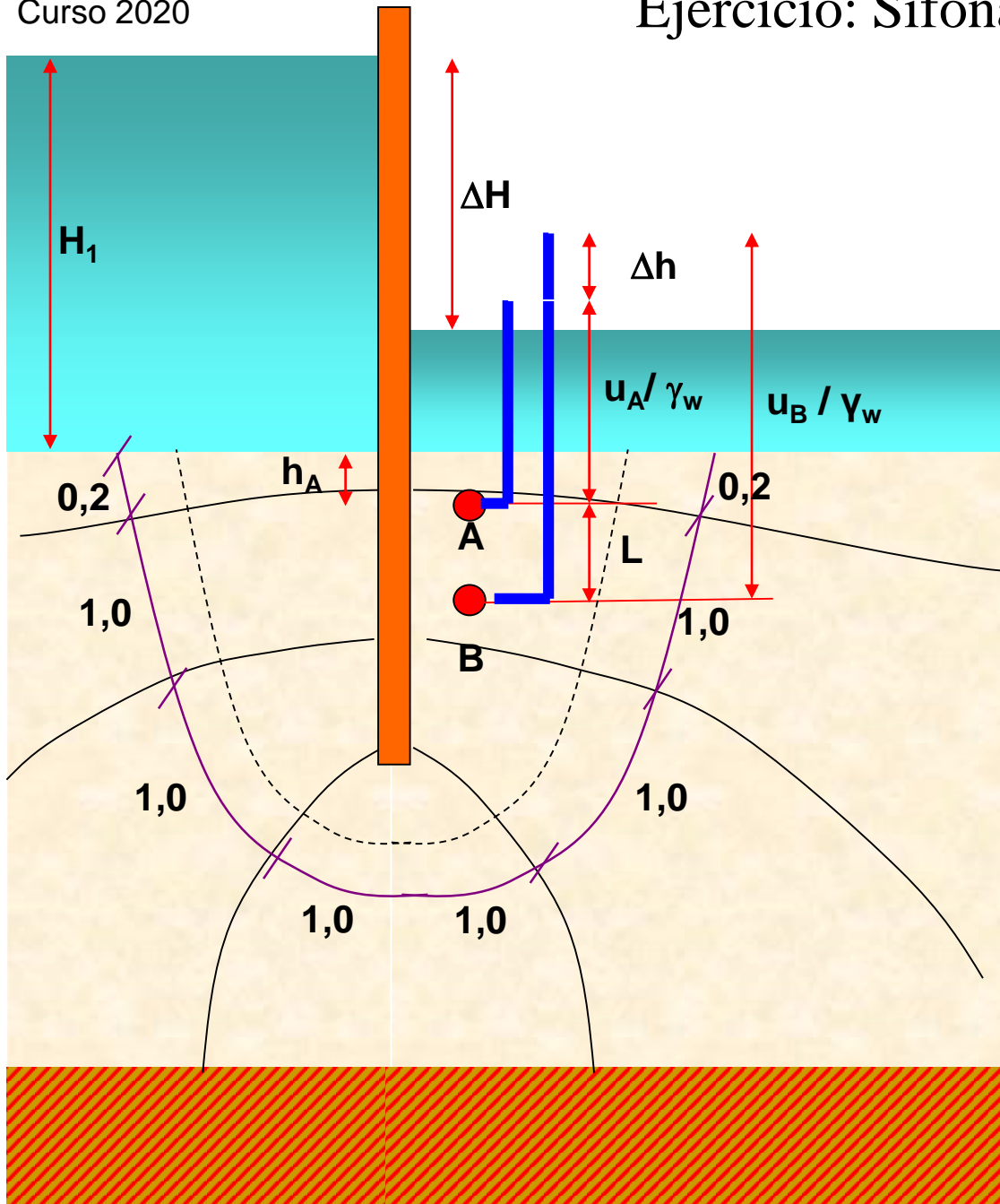
Fuerza Ascendente $\rightarrow U = \frac{1}{2} \gamma_w D h_a$

ha Presión de filtración

Fuerza Descendente $\rightarrow W' = \frac{1}{2} \gamma' D^2$

$$F_s = \frac{W'}{U} = \frac{\frac{1}{2} \gamma' D^2}{\frac{1}{2} \gamma_w D h_a} = \frac{D \gamma'}{h_a \gamma_w}$$





Presión total

$$\sigma_A = \dots$$

$$\sigma_B = \dots$$

Presión de poros

$$u_A = (H_1 + h_A - n_A \cdot \Delta H / N_e) \cdot \gamma_w$$

$$u_B = (H_1 + h_B - n_B \cdot \Delta H / N_e) \cdot \gamma_w$$

Espacios equipotenciales

$$N_e = 3 + 3 + 0,2 + 0,2 = 6,4$$

N_e = número de espacios equipotenciales total

$$n_B = 0,2 + 3 + 2 + 0,2 = 5,4$$

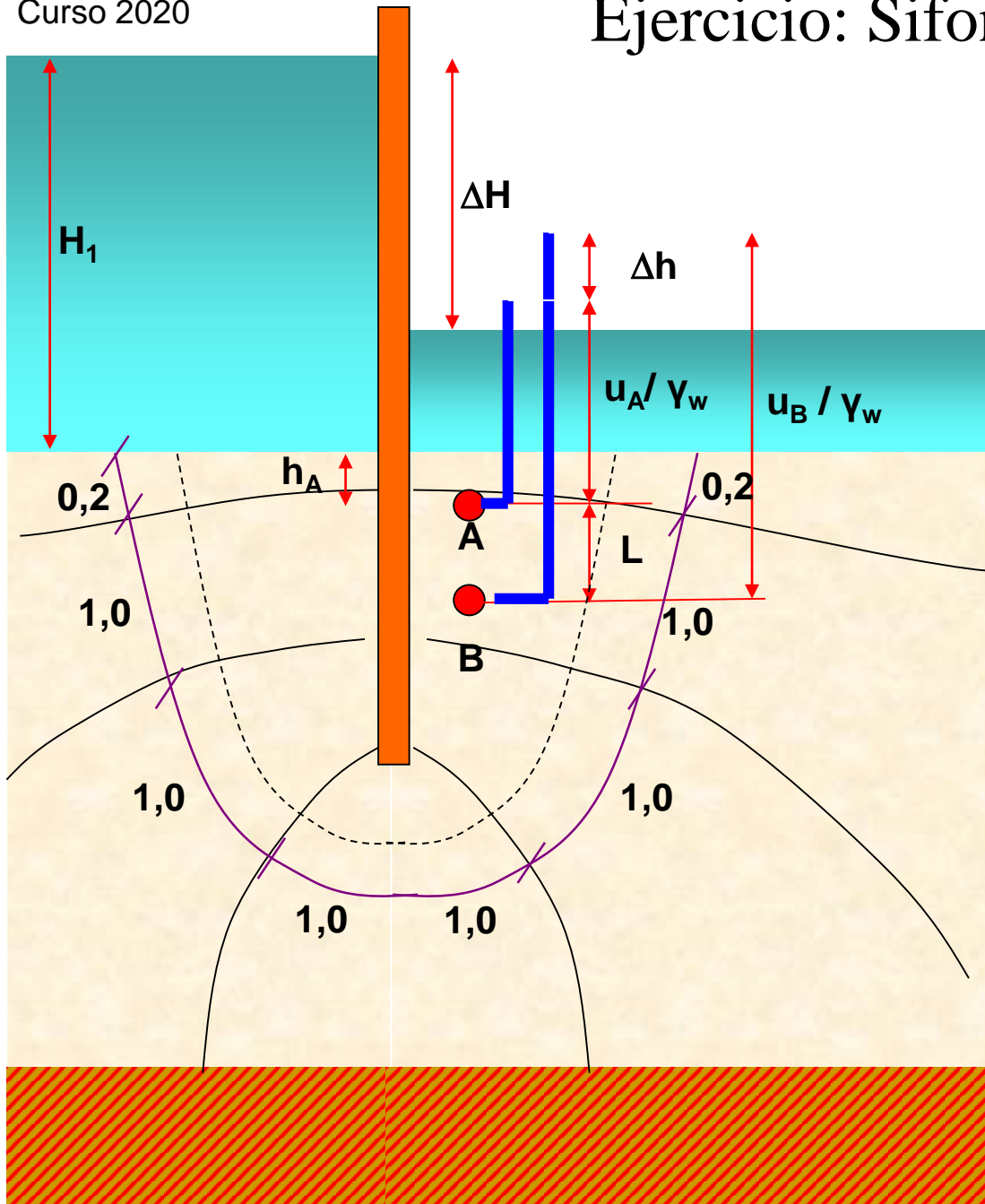
n_B = número de espacios equipotenciales hasta el punto B

$$n_A = 6,2$$

n_A = número de espacios equipotenciales hasta el punto A



Ejercicio: Sifonaje



Pérdida de Carga

$$\Delta h = u_B / \gamma_w - u_A / \gamma_w$$

Gradiente hidráulico en AB

$$i = \Delta h / L$$

Gradiente crítico

$$i_c = \gamma' / \gamma_w$$

Coefficiente de seguridad al sifonaje

$$F.S._{sifonaje} = \frac{\gamma'}{\frac{\gamma_w}{\frac{\Delta h}{L}}}$$



3. PRESIONES DEL FLUIDO

EROSION POR SIFONAMIENTO

Distancia de Filtración (Lane, 1935)

Longitud de recorrido ponderada

$$\text{Creep ponderado} = \frac{L_w}{H_1 - H_2}$$

Table 5.4 Safe values for the weighted creep ratio

Material	Safe weighted creep ratio
Very fine sand or silt	8.5
Fine sand	7.0
Medium sand	6.0
Coarse sand	5.0
Fine gravel	4.0
Coarse gravel	3.0
Soft to medium clay	2.0–3.0
Hard clay	1.8
Hard pan	1.6

$$L_w = \frac{\sum L_h}{3} + \sum L_v$$

