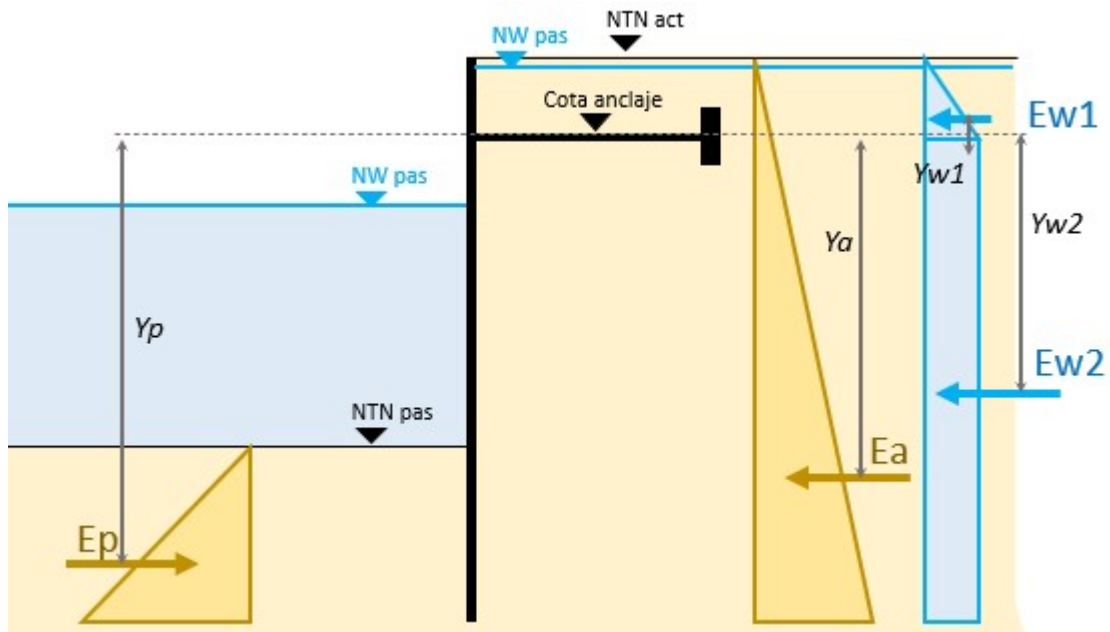


# MECÁNICA DE SUELOS Y GEOLOGÍA

## Módulo 3 - Ejercicio 3.15

Calcule la fide y el tiro en la placa de anclaje para una contención de tablestacas con las siguientes características:

$NTN_{act} := 0\text{m}$	Cota de terreno del lado activo
$NTN_{pas} := -5\text{m}$	Cota de terreno del lado pasivo
$NW_{act} := 0\text{m}$	Cota del pelo del agua del lado activo
$NW_{pas} := -2\text{m}$	Cota del pelo del agua del lado pasivo
$Cota_{anclaje} := -1\text{m}$	Cota del anclaje
$\phi := 36\text{deg}$	Ángulo de fricción interna pico
$\gamma := 20 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$	Peso unitario húmedo
$FS_{obj} := 1.5$	Factor de seguridad objetivo



### Consideraciones iniciales

- Existen varios métodos analíticos para calcular un tablestacado. El explicado en clase (y que se utilizará aquí) será el método free earth support. Más info en el libro de Jimenez Salas - Tomo II.
- Cuando existe un desnivel de agua entre el lado activo y el pasivo de la tablestaca existirá un flujo. Para determinar el empuje asociado al desnivel debería trazarse la red de escurrimiento. Simplificadamente se asume que el flujo de agua es muy bajo y por lo tanto los empujes de agua son casi idénticos a los hidrostáticos.

## Determinación de ficha mínima

### Definiciones previas

$\gamma_w := 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$	Peso unitario del agua
$\gamma_{\text{sum}} := \gamma - \gamma_w = 10 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$	Peso unitario del peso sumergido
$H_{\text{act}} := \text{NTN}_{\text{act}} - \text{NTN}_{\text{pas}} = 5 \text{ m}$	Altura libre de la tablestaca
$N_\phi := \frac{1 + \sin(\phi)}{1 - \sin(\phi)} = 3.852$	Relacion entre tenciones s1/s3 en falla
$K_a := \frac{1}{N_\phi} = 0.26$	Coficiente de empuje activo
$K_p := N_\phi = 3.852$	Coficiente de empuje pasivo
$H_{w1} := \text{NW}_{\text{act}} - \text{NW}_{\text{pas}} = 2 \text{ m}$	Desnivel del agua
<b>D := 3.5m</b>	Ficha de la tablestaca

**Este valor debe modificarse con el fin de determinar el factor de seguridad mínimo objetivo**

### Determinación de empujes

$\sigma_{\text{h,eff,max,act}} := (H_{\text{act}} + D) \cdot \gamma_{\text{sum}} \cdot K_a = 22.067 \cdot \text{kPa}$	Tension efectiva horizontal - Lado activo
$E_a := \sigma_{\text{h,eff,max,act}} \cdot (H_{\text{act}} + D) \cdot \frac{1}{2} = 93.786 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$	Empuje activo asociado al suelo
$Y_a := \text{Cota}_{\text{anclaje}} + \frac{2}{3} \cdot (H_{\text{act}} + D) = 4.667 \text{ m}$	Brazo de palanca respecto del anclaje
$\sigma_{\text{h,eff,max,pas}} := D \cdot \gamma_{\text{sum}} \cdot K_p = 134.814 \cdot \text{kPa}$	Tension efectiva horizontal - Lado pasivo
$E_p := \sigma_{\text{h,eff,max,pas}} \cdot D \cdot \frac{1}{2} = 235.925 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$	Empuje pasivo asociado al suelo
$Y_p := \text{Cota}_{\text{anclaje}} + H_{\text{act}} + \frac{2}{3} \cdot D = 6.333 \text{ m}$	Brazo de palanca respecto del anclaje
$E_{w1} := \frac{\gamma_w \cdot H_{w1}^2}{2} = 20 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$	Empuje asociado al desnivel de agua (1)
$Y_{w1} := \text{Cota}_{\text{anclaje}} + H_{w1} \cdot \frac{2}{3} = 0.333 \text{ m}$	Brazo de palanca respecto del anclaje
$E_{w2} := \gamma_w \cdot H_{w1} \cdot (H_{\text{act}} + D - H_{w1}) = 130 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$	Empuje asociado al desnivel de agua (2)
$Y_{w2} := \text{Cota}_{\text{anclaje}} + H_{w1} + \frac{H_{\text{act}} + D - H_{w1}}{2} = 4.25 \text{ m}$	Brazo de palanca respecto del anclaje

## Verificación - Factor de seguridad asociado a falla por pie

$$M_{A.Ea} := E_a \cdot Y_a + E_{w1} \cdot Y_{w1} + E_{w2} \cdot Y_{w2} = 996.836 \cdot \frac{\text{kN} \cdot \text{m}}{\text{m}}$$

$$M_{A.Ep} := E_p \cdot Y_p = 1.494 \times 10^3 \cdot \frac{\text{kN} \cdot \text{m}}{\text{m}}$$

$$FS := \frac{M_{A.Ep}}{M_{A.Ea}} = 1.499 \quad FS_{obj} = 1.5$$

## Determinación esfuerzo en el anclaje

Para determinar el esfuerzo en el anclaje, primero se debe calcular una ficha mínima, teórica, asociada al desarrollo completo del empuje pasivo. Se utilizarán las mismas cuentas que arriba, con la salvedad de que el factor de seguridad objetivo ahora es 1.0

$$D_T := 2.6\text{m} \quad \text{Ficha teorica}$$

### Determinación de empujes

$$\sigma_{h,eff,max,act} := (H_{act} + D_T) \cdot \gamma_{sum} \cdot K_a = 19.731 \cdot \text{kPa} \quad \text{Tension efectiva horizontal - Lado activo}$$

$$E_a := \sigma_{h,eff,max,act} \cdot (H_{act} + D_T) \cdot \frac{1}{2} = 74.977 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \text{Empuje activo asociado al suelo}$$

$$Y_a := Cota_{anclaje} + \frac{2}{3} \cdot (H_{act} + D_T) = 4.067\text{m} \quad \text{Brazo de palanca respecto del anclaje}$$

$$\sigma_{h,eff,max,pas} := D_T \cdot \gamma_{sum} \cdot K_p = 100.148 \cdot \text{kPa} \quad \text{Tension efectiva horizontal - Lado pasivo}$$

$$E_p := \sigma_{h,eff,max,pas} \cdot D_T \cdot \frac{1}{2} = 130.192 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \text{Empuje pasivo asociado al suelo}$$

$$Y_p := Cota_{anclaje} + H_{act} + \frac{2}{3} \cdot D_T = 5.733\text{m} \quad \text{Brazo de palanca respecto del anclaje}$$

$$E_{w1} := \frac{\gamma_w \cdot H_{w1}^2}{2} = 20 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \text{Empuje asociado al desnivel de agua (1)}$$

$$Y_{w1} := Cota_{anclaje} + H_{w1} \cdot \frac{2}{3} = 0.333\text{m} \quad \text{Brazo de palanca respecto del anclaje}$$

$$E_{w2} := \gamma_w \cdot H_{w1} \cdot (H_{act} + D_T - H_{w1}) = 112 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \text{Empuje asociado al desnivel de agua (2)}$$

$$Y_{w2} := Cota_{anclaje} + H_{w1} + \frac{H_{act} + D_T - H_{w1}}{2} = 3.8\text{m} \quad \text{Brazo de palanca respecto del anclaje}$$

## Verificación - Factor de seguridad asociado a falla por pie

$$M_{A.Ea} := E_a \cdot Y_a + E_{w1} \cdot Y_{w1} + E_{w2} \cdot Y_{w2} = 737.174 \cdot \frac{\text{kN} \cdot \text{m}}{\text{m}} \quad \text{Momento activo respecto a A}$$

$$M_{A.Ep} := E_p \cdot Y_p = 746.435 \cdot \frac{\text{kN} \cdot \text{m}}{\text{m}} \quad \text{Momento pasivo respecto a A}$$

$$FS := \frac{M_{A.Ep}}{M_{A.Ea}} = 1.013 \quad FS_{teo} := 1$$

## Determinación tiro del anclaje

$$M_{B.Ea} := E_a \cdot (Y_p - Y_a) + E_{w1} \cdot (Y_p - Y_{w1}) + E_{w2} \cdot (Y_p - Y_{w2}) = 449.495 \frac{\text{kN} \cdot \text{m}}{\text{m}}$$

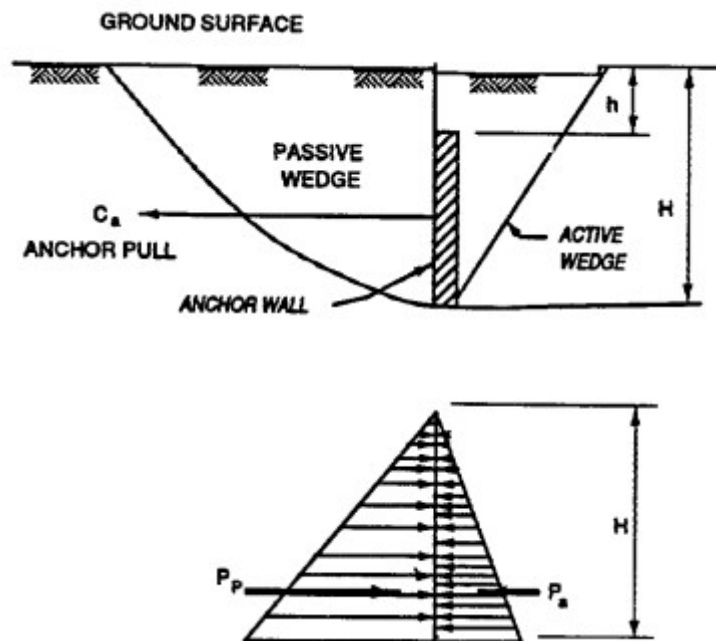
Momento activo respecto al punto de aplicación del empuje pasivo (B)

$$T_{\text{ww}} := \frac{M_{B.Ea}}{Y_p} = 78.4 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \text{Tiro del anclaje}$$

## Dimensionamiento de la placa de anclaje

Como la cota del anclaje es -1.0m, la altura máxima que podrá tener la placa de anclaje será de 2.0m

$$H_{\text{anc}} := 2\text{m}$$



$$H_{\text{ww}} := \frac{H_{\text{anc}}}{2} - \text{Cota}_{\text{anclaje}} = 2\text{m} \quad \text{Profundidad máxima de la placa de anclaje}$$

$$h := \frac{-H_{\text{anc}}}{2} - \text{Cota}_{\text{anclaje}} = 0\text{m} \quad \text{Profundidad libre hasta la placa de anclaje}$$

$$E_{\text{anc.act}} := \frac{\gamma_{\text{sum}} \cdot H^2}{2} \cdot K_a = 5.192 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \text{Empuje activo}$$

$$E_{\text{anc.pas}} := \frac{\gamma_{\text{sum}} \cdot H^2}{2} \cdot K_p = 77.037 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \text{Empuje pasivo}$$

$$T_{\text{may}} := 1.3 \cdot T = 101.92 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \text{Esfuerzo mayorado un 30\% por redistribución de carga en tablestaca}$$

$$FS_{\text{anc}} := \frac{E_{\text{anc.pas}} - E_{\text{anc.act}}}{T_{\text{may}}} = 0.705 \quad \text{Factor de seguridad asociado al anclaje}$$

Como el factor de seguridad es menor a 1.5, se necesita una altura de placa más grande. Sin embargo, la dimensión utilizada era la mayor que podía utilizarse para la cota de anclaje indicada. Como solución pueden realizarse las cuentas considerando una cota de anclaje más profunda.





