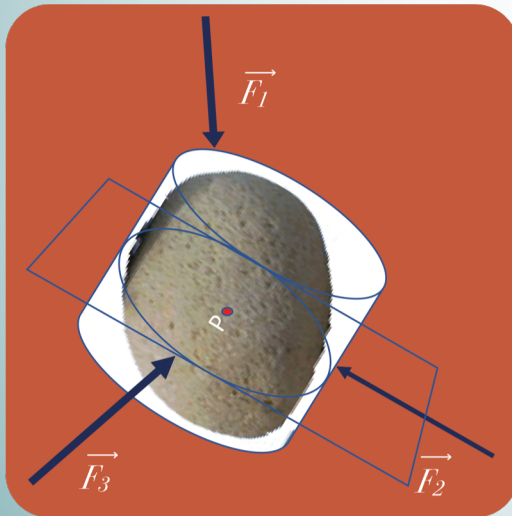


Caracterización geomecánica de suelos y rocas

Problemas del estado geostático



Alberto González Díez

Patricio Martínez Cedrún

DPTO. DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y FÍSICA DE LA
MATERIA CONDENSADA (CITIMAC)

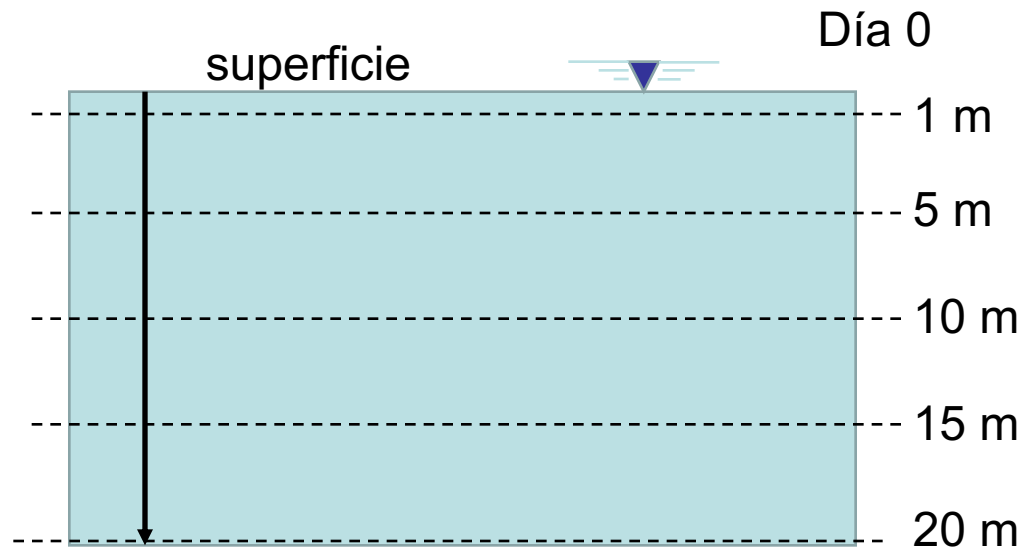
Este tema se publica bajo Licencia:

[Creative Commons BY-NC-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Ejercicio presiones

En un material arenoso mojado, donde el nivel freático está en superficie, y cuyo peso específico saturado $\gamma_{\text{arena}_{\text{sat}}}$ es de 22 KN/m^3 , (peso específico de la arena seca es de $\gamma_{\text{arena}_{\text{sec}}}$ es de 18 KN/m^3 ; peso específico del agua, γ_w 10 KN/m^3 ; K_0 de la arena compacta = $0,60$) se quiere calcular el estado de las presiones a las siguientes profundidades 1, 5, 10, 15 y 20 (metros). Un día más tarde, se lleva a cabo una desecación del terreno mediante bombeo, quedando el nivel freático a 7 metros. Se quiere conocer cómo han cambiado dichas presiones desde el momento inicial al final del estudio, razona tus respuestas. Las presiones a considerar son las siguientes:

- Litostática o vertical, σ_v
- Hidrostática, u
- Efectiva, σ'
- Efectiva horizontal, σ_y'
- Confinamiento, σ_{yy}

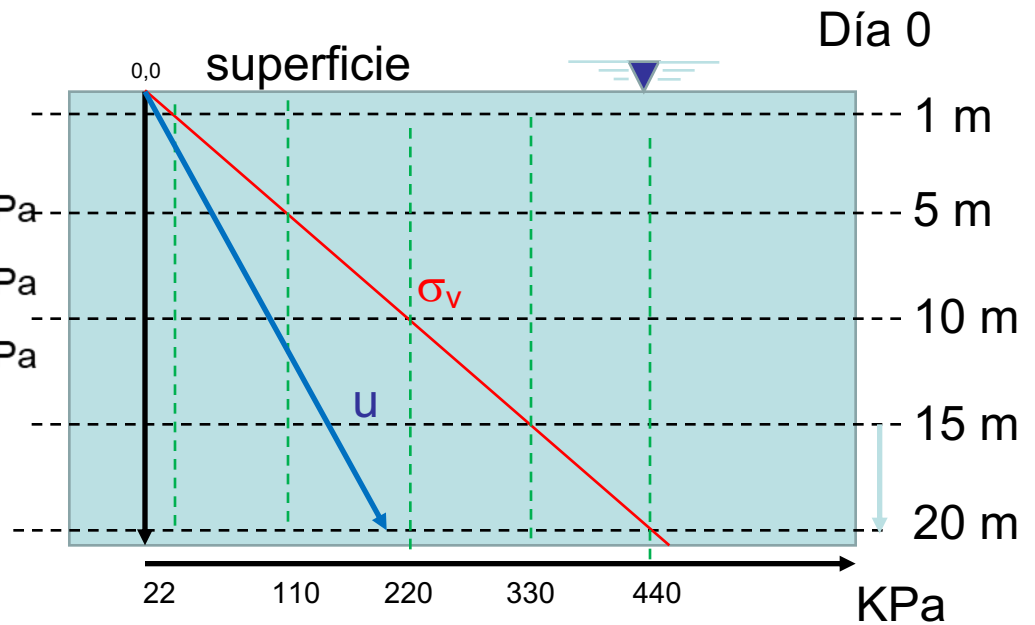


– Litostática o vertical, $\sigma_v = \int \rho g z \partial s = \int \gamma_z z \partial s$

- $\int_0^{1m} \rho g z \partial s = 22 \text{ KN/m}^3 * 1\text{m} = 22 \text{ KPa}$
- $\int_0^{5m} \rho g z \partial s = 22 \text{ KN/m}^3 * 5\text{m} = 110 \text{ KPa}$
- $\int_0^{10m} \rho g z \partial s = 22 \text{ KN/m}^3 * 10\text{m} = 220 \text{ KPa}$
- $\int_0^{15m} \rho g z \partial s = 22 \text{ KN/m}^3 * 15\text{m} = 330 \text{ KPa}$
- $\int_0^{20m} \rho g z \partial s = 22 \text{ KN/m}^3 * 20\text{m} = 440 \text{ KPa}$

– Hidrostática, $u = \int \rho_w g z \partial s = \int \gamma_w z \partial s$

- $\int_0^{1m} \rho g z \partial s = 10 \text{ KN/m}^3 * 1\text{m} = 10 \text{ KPa}$
- $\int_0^{5m} \rho g z \partial s = 10 \text{ KN/m}^3 * 5\text{m} = 50 \text{ KPa}$
- $\int_0^{10m} \rho g z \partial s = 10 \text{ KN/m}^3 * 10\text{m} = 100 \text{ KPa}$
- $\int_0^{15m} \rho g z \partial s = 10 \text{ KN/m}^3 * 15\text{m} = 150 \text{ KPa}$
- $\int_0^{20m} \rho g z \partial s = 10 \text{ KN/m}^3 * 20\text{m} = 200 \text{ KPa}$



Efectiva, $\sigma' = \sigma_v - u$

$$\sigma'_0{}^{1m} = 22 \text{ KPa} - 10 \text{ KPa} = 12 \text{ KPa}$$

$$\sigma'_0{}^{5m} = 110 \text{ KPa} - 50 \text{ KPa} = 60 \text{ KPa}$$

$$\sigma'_0{}^{10m} = 220 \text{ KPa} - 100 \text{ KPa} = 120 \text{ KPa}$$

$$\sigma'_0{}^{15m} = 330 \text{ KPa} - 150 \text{ KPa} = 180 \text{ KPa}$$

$$\sigma'_0{}^{20m} = 440 \text{ KPa} - 200 \text{ KPa} = 240 \text{ KPa}$$

Presión horizontal, $\sigma_y = \sigma_v \cdot k_0$

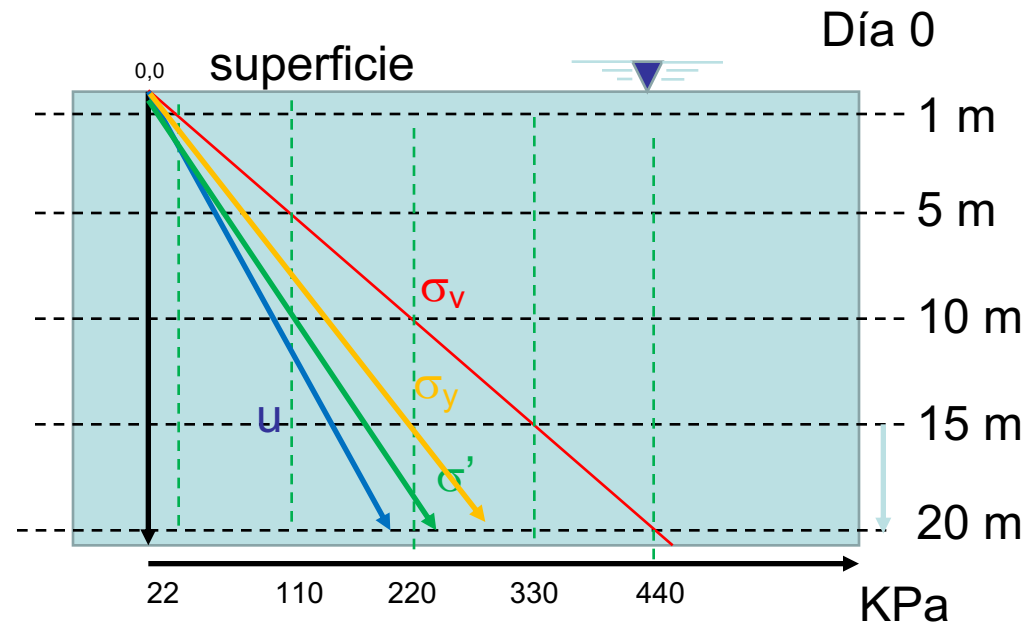
$$\sigma_{h0}{}^{1m} = 22 \text{ KPa} \cdot 0,60 = 13,2 \text{ KPa}$$

$$\sigma_{h0}{}^{5m} = 110 \text{ KPa} \cdot 0,60 = 66 \text{ KPa}$$

$$\sigma_{h0}{}^{10m} = 220 \text{ KPa} \cdot 0,60 = 132 \text{ KPa}$$

$$\sigma_{h0}{}^{15m} = 330 \text{ KPa} \cdot 0,60 = 198 \text{ KPa}$$

$$\sigma_{h0}{}^{20m} = 440 \text{ KPa} \cdot 0,60 = 264 \text{ KPa}$$



Presión horizontal efectiva, $\sigma_h' = \sigma_y - u$

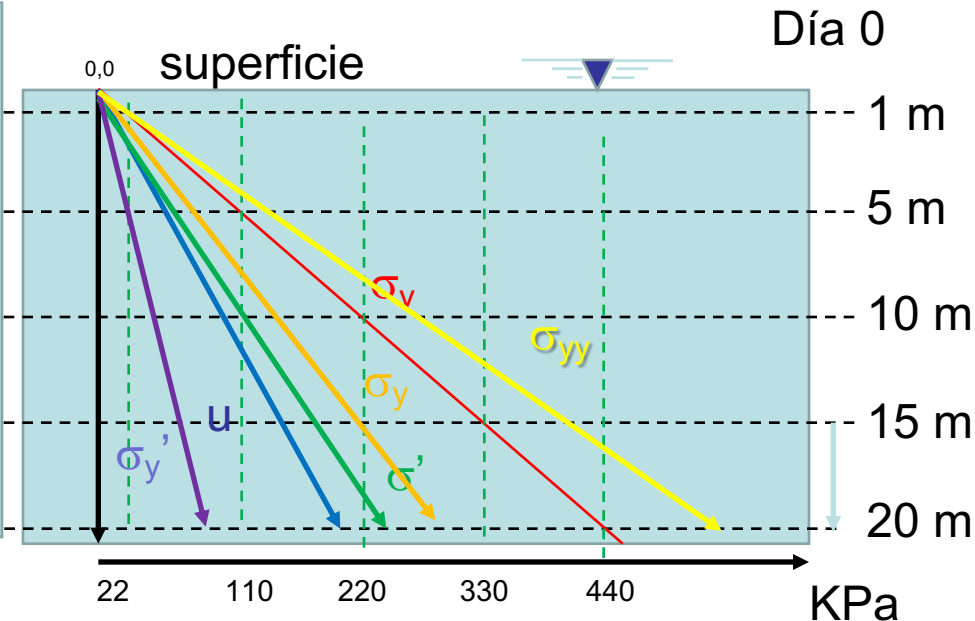
$$\begin{aligned}\sigma_{h0}'^{1m} &= 13,2 \text{ KPa} - 10 \text{ KPa} = 3,2 \text{ KPa} \\ \sigma_{h0}'^{5m} &= 66 \text{ KPa} - 50 \text{ KPa} = 16 \text{ KPa} \\ \sigma_{h0}'^{10m} &= 132 \text{ KPa} - 100 \text{ KPa} = 32 \text{ KPa} \\ \sigma_{h0}'^{15m} &= 198 \text{ KPa} - 150 \text{ KPa} = 48 \text{ KPa} \\ \sigma_{h0}'^{20m} &= 264 \text{ KPa} - 200 \text{ KPa} = 64 \text{ KPa}\end{aligned}$$

Según el principio de Terzaghi, en un depósito superficial poroso, donde los poros están bien conectados (suelo geotécnico) la presión de confinamiento es la presión horizontal efectiva, porque las tensiones en el agua se transmiten de poro a poro, disipándose a medida que el agua sale del sistema. El empuje horizontal es entre granos en contacto.

Sin embargo, si fuese una roca, o un depósito superficial donde los poros no están muy mal conectados si tiene sentido conocer la presión de confinamiento de esta manera.

Presión de confinamiento, $\sigma_{yy} = \sigma_y + u$

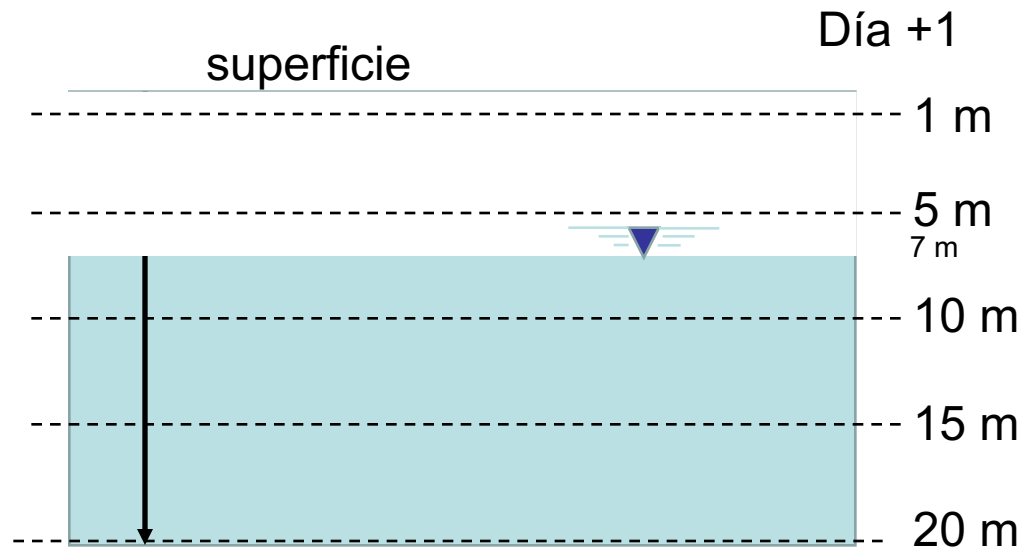
$$\begin{aligned}\sigma_{yy0}^{1m} &= 13,2 \text{ KPa} + 10 \text{ KPa} = 23,2 \text{ KPa} \\ \sigma_{yy0}^{5m} &= 66 \text{ KPa} + 50 \text{ KPa} = 116 \text{ KPa} \\ \sigma_{yy0}^{10m} &= 132 \text{ KPa} + 100 \text{ KPa} = 232 \text{ KPa} \\ \sigma_{yy0}^{15m} &= 198 \text{ KPa} + 150 \text{ KPa} = 348 \text{ KPa} \\ \sigma_{yy0}^{20m} &= 264 \text{ KPa} + 200 \text{ KPa} = 464 \text{ KPa}\end{aligned}$$



Ejercicio presiones, segunda parte

- Litostática o vertical, σ_v
- Hidrostática, u
- Efectiva, σ'
- Efectiva horizontal, σ_y'
- Confinamiento, σ_{yy}

Tras un bombeo el nivel
freático baja a 7 m



Presión litostática, $\sigma_v = \gamma_{\text{arena Sec}} * Z$

$$\sigma_{v0}^{1m} = 18 \text{ KPa} * 1 \text{ m} = 18 \text{ KPa}$$

$$\sigma_{v0}^{5m} = 18 \text{ KPa} * 5 \text{ m} = 90 \text{ KPa}$$

$$\sigma_{v0}^{7m} = 18 \text{ KPa} * 7 \text{ m} = 126 \text{ KPa}$$

Presión litostática, $\sigma_v = \gamma_{\text{arena Sat}} * Z$

$$\sigma_{v0}^{10m} = \sigma_{v0}^{7m} + \sigma_{v7}^{10m} = 126 \text{ KPa} + (22 \text{ KPa} * 3 \text{ m}) = 126 \text{ KPa} + 66 \text{ KPa} = 192 \text{ KPa}$$

$$\sigma_{v0}^{15m} = \sigma_{v0}^{7m} + \sigma_{v7}^{15m} = 126 \text{ KPa} + (22 \text{ KPa} * 8 \text{ m}) = 126 \text{ KPa} + 176 \text{ KPa} = 302 \text{ KPa}$$

$$\sigma_{v0}^{20m} = \sigma_{v0}^{7m} + \sigma_{v7}^{20m} = 126 \text{ KPa} + (22 \text{ KPa} * 13 \text{ m}) = 126 \text{ KPa} + 286 \text{ KPa} = 412 \text{ KPa}$$

Presión Hidrostática, $u = \gamma_w * z$

$$u_0^{1m} = 0 \text{ KPa}$$

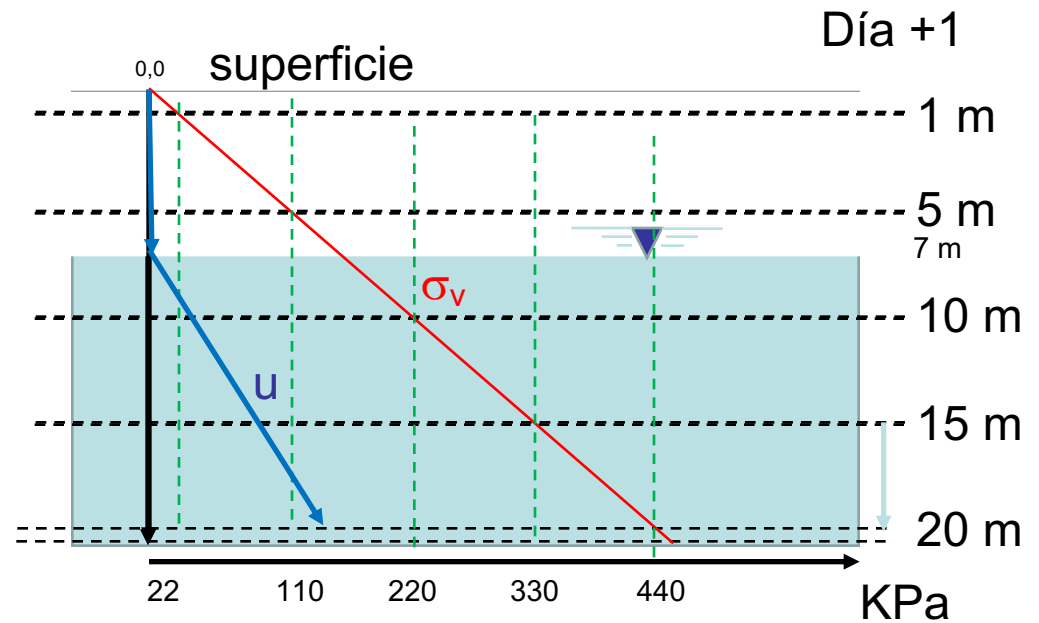
$$u_0^{5m} = 0 \text{ KPa}$$

$$u_0^{7m} = 0 \text{ KPa}$$

$$u_0^{10m} = u_0^{7m} + u_7^{10m} = 0 \text{ KPa} + (10 \text{ KN/m}^3 * 3 \text{ m}) = 30 \text{ KPa}$$

$$u_0^{15m} = u_0^{7m} + u_7^{15m} = 0 \text{ KPa} + (10 \text{ KN/m}^3 * 8 \text{ m}) = 80 \text{ KPa}$$

$$u_0^{20m} = u_0^{7m} + u_7^{20m} = 0 \text{ KPa} + (10 \text{ KN/m}^3 * 13 \text{ m}) = 130 \text{ KPa}$$

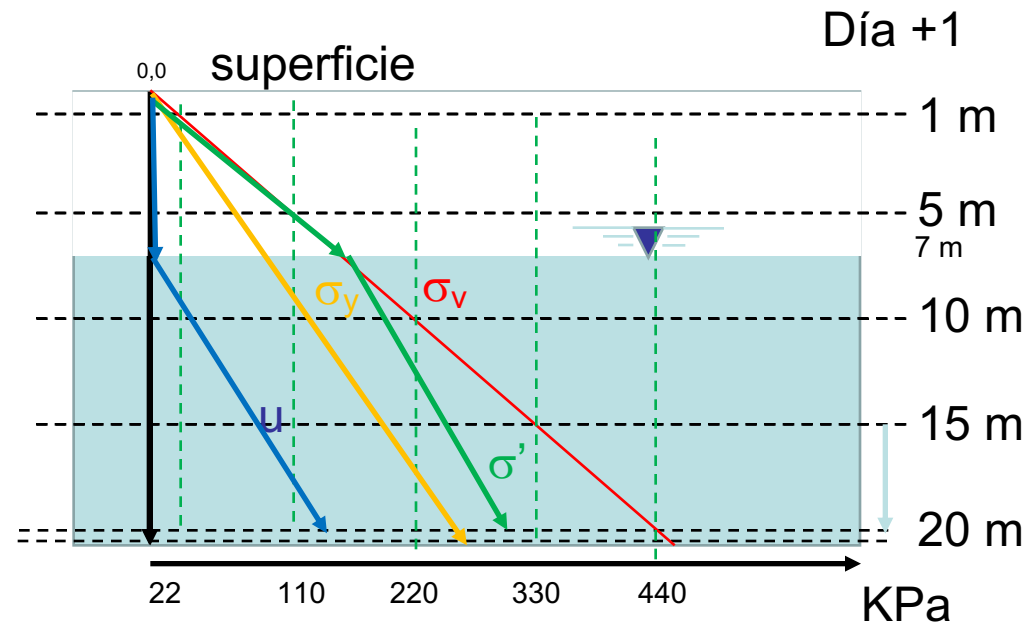


Efectiva, $\sigma' = \sigma_v - u$

$\sigma'_0{}^{1m} =$	18 KPa-	0 KPa=	8 KPa
$\sigma'_0{}^{5m} =$	90 KPa-	0 KPa=	90 KPa
$\sigma'_0{}^{7m} =$	126 KPa-	0 KPa=	126 KPa
$\sigma'_0{}^{10m} =$	192 KPa-	30 KPa=	162 KPa
$\sigma'_0{}^{15m} =$	302 KPa-	80 KPa=	222 KPa
$\sigma'_0{}^{20m} =$	412 KPa-	130 KPa=	282 KPa

Presión horizontal, $\sigma_y = \sigma_v * k_0$

$\sigma_{h0}{}^{1m} =$	18 KPa*0,60=	10,8 KPa
$\sigma_{h0}{}^{5m} =$	90 KPa*0,60=	54,0 KPa
$\sigma_{h0}{}^{10m} =$	192 KPa*0,60=	115,2 KPa
$\sigma_{h0}{}^{15m} =$	302 KPa*0,60=	181,2 KPa
$\sigma_{h0}{}^{20m} =$	412 KPa*0,60=	247,2 KPa



Presión horizontal efectiva, $\sigma_h' = \sigma_y' - u$

$$\begin{aligned}\sigma_{h0}'^{1m} &= 10,8 \text{ KPa} - 0 \text{ KPa} = 10,8 \text{ KPa} \\ \sigma_{h0}'^{5m} &= 54,0 \text{ KPa} - 0 \text{ KPa} = 54,0 \text{ KPa} \\ \sigma_{h0}'^{10m} &= 115,2 \text{ KPa} - 30 \text{ KPa} = 85,2 \text{ KPa} \\ \sigma_{h0}'^{15m} &= 181,2 \text{ KPa} - 80 \text{ KPa} = 101,2 \text{ KPa} \\ \sigma_{h0}'^{20m} &= 247,2 \text{ KPa} - 130 \text{ KPa} = 117,2 \text{ KPa}\end{aligned}$$

Según el principio de Terzaghi, en un depósito superficial poroso, donde los poros están bien conectados (suelo geotécnico) la presión de confinamiento es la presión horizontal efectiva, porque las tensiones en el agua se transmiten de poro a poro, disipándose a medida que el agua sale del sistema. El empuje horizontal es entre granos en contacto.

Sin embargo, si fuese una roca, o un depósito superficial donde los poros no están muy mal conectados si tiene sentido conocer la presión de confinamiento de esta manera.

Presión de confinamiento, $\sigma_{yy} = \sigma_y + u$

$$\begin{aligned}\sigma_{yy0}^{1m} &= 10,8 \text{ KPa} + 0 \text{ KPa} = 10,8 \text{ KPa} \\ \sigma_{yy0}^{5m} &= 54,0 \text{ KPa} + 0 \text{ KPa} = 54,0 \text{ KPa} \\ \sigma_{yy0}^{10m} &= 115,2 \text{ KPa} + 30 \text{ KPa} = 145,0 \text{ KPa} \\ \sigma_{yy0}^{15m} &= 181,2 \text{ KPa} + 80 \text{ KPa} = 261,2 \text{ KPa} \\ \sigma_{yy0}^{20m} &= 247,2 \text{ KPa} + 130 \text{ KPa} = 377,2 \text{ KPa}\end{aligned}$$

