

## EJERCICIO 3.1

---

### Enunciado

Un terreno tiene su superficie a la cota +140 y está constituido por arcilla homogénea (densidad saturada  $20 \text{ kN/m}^3$  e índice de plasticidad 25%), hasta la cota +100, en que aparece roca. El nivel freático está a 10m de profundidad. Por consideraciones geológicas se sabe que su historia ha sido la siguiente (Figura 1):

- 0.- Originariamente fue un lago, con la superficie a la cota +160 y el fondo a la cota +100
- I.- Sobre el fondo se fue sedimentando arcilla hasta la cota +150
- II.- Descenso del nivel del agua hasta secarse el lago (cota +150)
- III.- Descenso adicional del nivel freático hasta la cota +130 (posición actual)
- IV.- Erosión de los 10 metros superiores de arcilla.

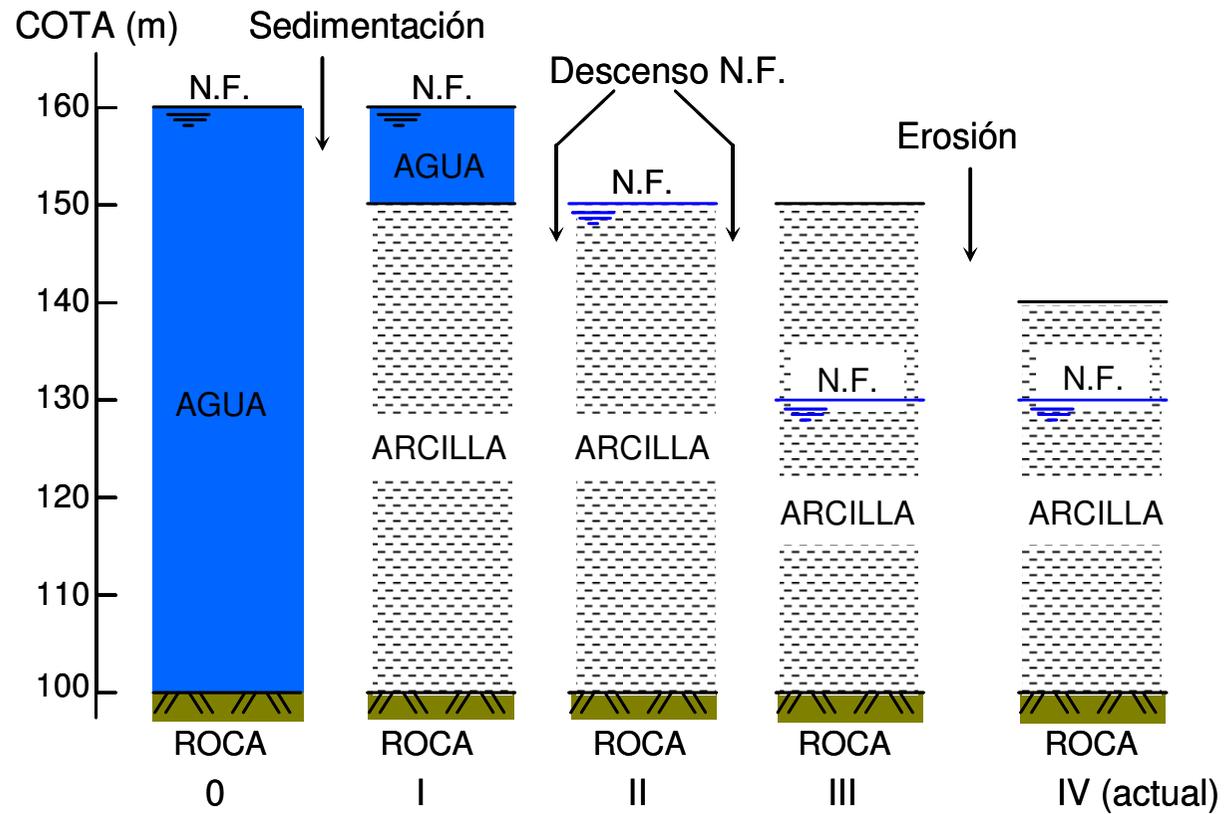


Figura 1. Historia

Dibujar, en el plano de Lambe, las trayectorias de tensiones totales y efectivas de un punto del suelo situado actualmente a 20 m de profundidad (cota +120) a lo largo de todo el proceso. La arcilla se supone saturada por encima del nivel freático debido a la capilaridad.

### Resolución

Al ser un proceso lento (todos los fenómenos ocurren a escala geológica), la presión intersticial es en todo momento la hidrostática. Las tensiones totales y efectivas, así como los parámetros de Lambe en cada fase, figuran en la Tabla 1. Para las tensiones horizontales se ha evaluado el coeficiente de empuje al reposo

mediante las fórmulas de Schmidt (3.23) y Massarch (3.25).

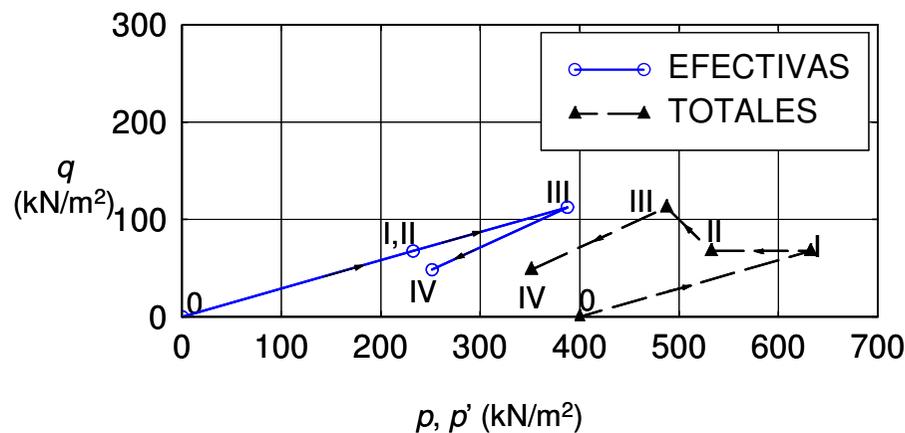


Figura 2. Trayectorias

En la Figura 2 se han dibujado las trayectorias de tensiones totales y efectivas. Puede verse que:

- La sedimentación con nivel de agua constante (0-I) supone un aumento de las tensiones totales sin variar la intersticial, con lo cual las efectivas aumentan en igual medida.
- El descenso del nivel freático por encima de la superficie del terreno (I-II) no hace variar las tensiones efectivas, pues produce una disminución idéntica de las tensiones totales e intersticiales.
- El descenso del nivel freático por debajo de la superficie del terreno (II-III) aumenta las tensiones efectivas, al disminuir las presiones intersticiales manteniendo constantes las totales (el suelo se mantiene saturado por capilaridad).
- La erosión (III-IV) hace disminuir las tensiones totales sin variar las intersticiales, por lo que disminuyen las efectivas. A partir del momento III, la arcilla está sobreconsolidada.

Tabla 1. Resolución del Ejemplo 3.1

(las tensiones están en kN/m<sup>2</sup>)

FASE	0	I	II	III	IV
$\sigma_z$	400,0	700,0	600,0	600,0	400,0
$u$	400,0	400,0	300,0	100,0	100,0
$\sigma'_z$	0,0	300,0	300,0	500,0	300,0
$\sigma'_c$	0,0	300,0	300,0	500,0	500,0
$RSC$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,66
$K_0$	0,55	0,55	0,55	0,55	0,68
$\sigma'_x$	0,0	165,0	165,0	275,0	203,0
$\sigma_x$	400,0	565,0	465,0	375,0	303,0
$p$	400,0	632,5	532,5	487,5	351,6
$p'$	0,0	232,5	232,5	387,5	251,6
$q$	0,0	67,5	67,5	112,5	48,5

## EJERCICIO 3.2

### Enunciado

Una carga  $p_t$  en faja indefinida sobre la superficie de un terreno produce en tres puntos (Figura 3) unos incrementos de tensiones efectivas:

En A:  $\sigma'_z = 0,9 p_t$

$$\sigma'_x = 0,1 p_t$$

$$\tau_{xz} = 0$$

En B:  $\sigma'_z = 0,1 p_t$

$$\sigma'_x = 0,1 p_t$$

$$\tau_{xz} = 0,4 p_t$$

En C:  $\sigma'_z = 0,1 p_t$

$$\sigma'_x = 0,7 p_t$$

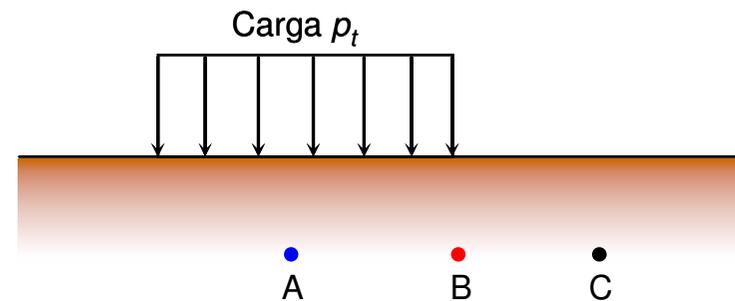


Figura 3. Esquema de situación

$$\tau_{xz} = 0$$

Las tensiones efectivas iniciales en los tres puntos son de 100 kN/m<sup>2</sup> en dirección vertical y 60 kN/m<sup>2</sup> en horizontal. Dibujar las trayectorias de tensiones efectivas para los tres puntos en el plano Lambe, cuando la carga  $p_t$  aumenta desde cero hasta 200 kN/m<sup>2</sup>. Para el estado final, determinar la magnitud y orientación de las tensiones principales en los tres puntos.

## Resolución

En la Tabla 2 se calculan los parámetros de Lambe en los tres puntos.

Las trayectorias correspondientes pueden verse en la Figura 4, en función del valor de la carga aplicada,  $p_t$ . Debajo de la carga ( $A$ ), los aumentos de la tensión media y del desviador son del mismo orden. Debajo del borde ( $B$ ) predomina el efecto de la tensión tangencial y la trayectoria resulta fuertemente ascendente. En la zona lateral, predomina el aumento de la tensión horizontal, que llega a igualar a la vertical para  $p_t = 66$  kN/m<sup>2</sup>; a partir de entonces, la tensión horizontal es mayor que la vertical, lo cual no se pone de manifiesto en el diagrama de Lambe, ya que, como ya se ha dicho, en él no se representa la orientación de las tensiones principales, sino únicamente su magnitud.

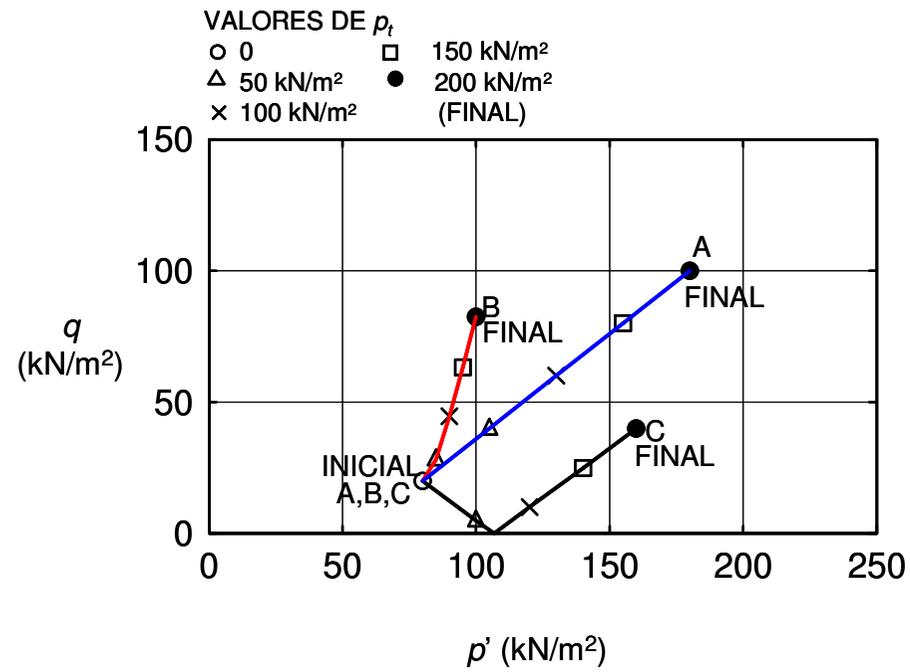


Figura 4. Trayectorias

Tabla 2. Resolución del Ejercicio 3.2

(las tensiones están en kN/m<sup>2</sup>)

PUNTO	A	B	C
$\sigma_z$	$100+0,9 p_t$	$100+0,1 p_t$	$100+0,1 p_t$
$\sigma_x$	$60+0,1 p_t$	$60+0,1 p_t$	$60+0,7 p_t$
$\tau_{xz}$	0	$0,4 p_t$	0
$\sigma_1$	$100+0,9 p_t$	$80+0,1 p_t + \sqrt{400+0,16 p_t^2}$	$100+0,1 p_t$ si $p_t \leq 66$ $60+0,7 p_t$ si $p_t \geq 66$
$\sigma_3$	$60+0,1 p_t$	$80+0,1 p_t - \sqrt{400+0,16 p_t^2}$	$60+0,7 p_t$ si $p_t \leq 66$ $100+0,1 p_t$ si $p_t \geq 66$
$p'$	$80+0,5 p_t$	$80+0,1 p_t$	$80+0,4 p_t$
$q$	$20+0,4 p_t$	$\sqrt{400+0,16 p_t^2}$	$20-0,3 p_t$ si $p_t \leq 66$ $-20+0,3 p_t$ si $p_t \geq 66$