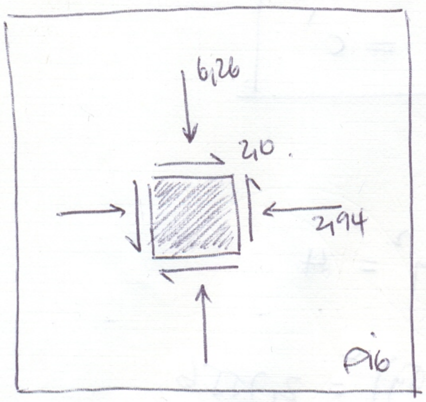
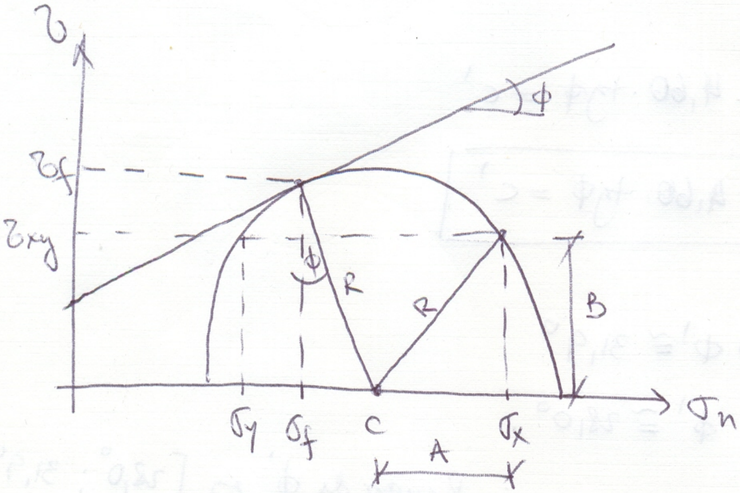
Geomecánica (clase 3)

P1.- En un terreno arcillo gravoso se ha estimado que el valor de la cohesión está acotado entre 0,2 y 0,5 kg/cm^2. Bajo esta condición, estime el rango del ángulo de fricción, si el estado tensional indicado corresponde a un estado de falla.



(Tensiones están en kg/cm^2)

Resp: El estado de falla corresponde a una recta tangente del círculo de Mohr que tiene una pendiente $\underline{tg\phi}$!



Centro $= \dfrac{\sigma_x + \sigma_y}{2}$

$A = \left(\dfrac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)$

$B = \tau_{xy}$

$\Rightarrow R = \sqrt{\left(\dfrac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2}$

además:

El criterio de falla es: $\boxed{\tau_f = c' + \sigma_{nf}\, tg\phi}$

Pero:

$\tau_f = R\cos\phi$

$\wedge\ \sigma_f = \left(\frac{\sigma_x+\sigma_y}{2}\right) - R\,\text{sen}\phi$ } Reemplazo en ec de falla:

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma_x-\sigma_y}{2}\right)^2+\tau_{xy}^2}\cdot\cos\phi = c' + \left(\left(\frac{\sigma_x+\sigma_y}{2}\right) - \sqrt{\left(\frac{\sigma_x-\sigma_y}{2}\right)^2+\tau_{xy}^2}\cdot\text{sen}\phi\right)\text{tg}\phi$$

$$\boxed{\sqrt{\left(\frac{\sigma_x-\sigma_y}{2}\right)^2+\tau_{xy}^2}\cdot\sec^2\phi - \left(\frac{\sigma_x+\sigma_y}{2}\right)\text{tg}\phi = c'}$$

Reemplazo valores:

$\frac{\sigma_x+\sigma_y}{2} = \frac{6{,}26+2{,}94}{2} = 4{,}6$, $\quad \tau_{xy}^2 = 4$

$\frac{\sigma_x-\sigma_y}{2} = \frac{6{,}26-2{,}94}{2} = 1{,}66$, $\quad \left(\frac{\sigma_x-\sigma_y}{2}\right)^2 = 2{,}7556$

$$\Rightarrow \sqrt{2{,}7556+4}\cdot\sec\phi - 4{,}60\cdot\text{tg}\phi = c'$$

$$\approx \boxed{2{,}6\cdot\sec\phi - 4{,}60\cdot\text{tg}\phi = c'}$$

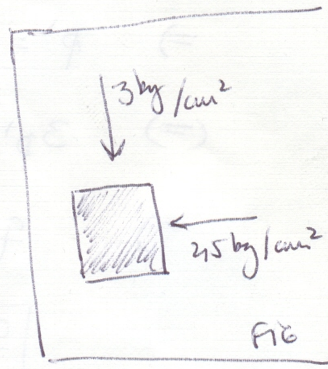
El inf : $c' = 0{,}2 \Longrightarrow \phi' \cong 31{,}9^\circ$

El máx : $c' = 0{,}5 \Longrightarrow \phi' \cong 28{,}0^\circ$

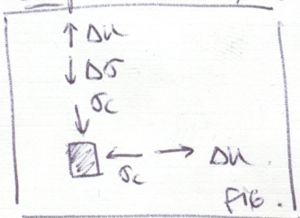
$\therefore$ Rango de ϕ' es $[28{,}0^\circ ; 31{,}9^\circ]$ ■

P2.- Los resultados en la condición de estado último de una serie de ensayos triaxiales CIU se presentan en la tabla. Para el estado tensional inicial indicado, si se mantiene constante la tensión principal mayor, determinar en cuánto se debe disminuir la tensión ppal menor para alcanzar la cond. de falla del estado último en condición drenada.

Ensayo	σ_c' (kg/cm²)	e	$\Delta\sigma_f$ (kg/cm²)	Δu_f (kg/cm²)
1	1	1.00	0,976	0,577
2	1	0,95	3,506	−0,614
3	1	0,90	12,600	−4,800



Resp: Para ensayo no drenado triaxial:



$$p' = \frac{(\sigma_c+\Delta\sigma-\Delta u)+2(\sigma_c-\Delta u)}{3} =$$

$$\boxed{p' = \sigma_c + \frac{\Delta\sigma}{3} - \Delta u}$$

$$\wedge\ q' = \frac{(\cancel{\sigma_c}+\Delta\sigma-\cancel{\Delta u})-(\cancel{\sigma_c}-\cancel{\Delta u})}{2} = \boxed{\frac{\Delta\sigma}{2}}$$

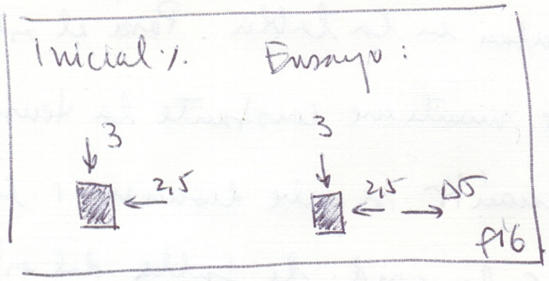
Luego:

Ensayo	p'_f	q'_f
1	0,774	0,488
2	2,783	1,753
3	10	6,3

$\Rightarrow$ LEU: $\boxed{q'_f = 0{,}63 \cdot p'_f}$

falla de los CIU.

El estado tensional indicado es de tensiones principales:



$$p'_0 = \frac{3+2\cdot 2{,}5}{3} = \frac{8}{3}.$$

$$q_0 = \frac{3-2{,}5}{2} = \frac{1}{4}.$$

Triaxial en descarga radial: DRENADO !

$$p' = \frac{3+2(2{,}5-\Delta\sigma)}{3} = \frac{8}{3} - \frac{2}{3}\Delta\sigma \qquad (1)$$

$$q' = \frac{3-(2{,}5-\Delta\sigma)}{2} = \frac{1}{4} + \frac{\Delta\sigma}{2} \qquad (2)$$

de (2): $\Delta\sigma = 2\left(q - \frac{1}{4}\right)$ en (1)

$$\Rightarrow \quad p' = \frac{8}{3} - \frac{2}{3}\cdot 2\left(q - \frac{1}{4}\right) = \frac{8}{3} - \frac{4}{3}q + \frac{1}{3} = -\frac{4}{3}q + 3$$

$$\Leftrightarrow \quad 3p' - 9 = -4q$$

$$\Rightarrow \quad q = -\frac{1}{4}(3p' - 9)$$

$$\boxed{q = -\frac{3}{4}(p' - 3)} \quad \text{T.T.T.}$$

Intersecto con LEC:

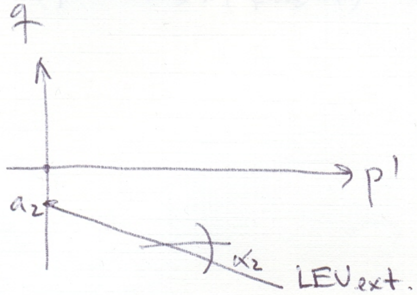
$$q_f = -\frac{3}{4}(p'_f - 3) = -\frac{3}{4}\left(\frac{q'}{0{,}63} - 3\right) \Rightarrow \boxed{q'_f = 1{,}027}$$

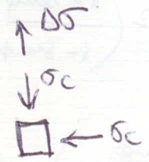
$$\text{en (2)} \Rightarrow \boxed{\Delta\sigma = 1{,}554}$$

P3.- Dem. que el ángulo "α_2" correspondiente a la pendiente de la envolvente de falla en extensión, en plano q-p y se relaciona con el ∡ de fricción interna "ϕ" de un suelo de la sgte. forma:

$$tg(\alpha_2) = \frac{3\,sen\phi}{3 + sen\phi}$$

Resp:





TRIAXIAL EXTENSIÓN

$$\left.\begin{aligned} p' &= \sigma c - \frac{\Delta\sigma}{3} \\ q' &= \frac{\Delta\sigma}{2} \end{aligned}\right\} \boxed{q = \frac{-3}{2}(p' - \sigma c)}$$

TTT.

además:

$$\sigma_1 = \sigma_3 N\phi + 2c'\sqrt{N\phi} \quad (*)$$

$$\left.\begin{aligned} p' &= \frac{\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3}{3} = \frac{2\sigma_1 + \sigma_3}{3} \\ q &= \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \end{aligned}\right\} \begin{aligned} 3p' + 2q &= 3\sigma_1 \\ 3p' - 4q &= 3\sigma_3 \end{aligned}$$

$$\therefore \boxed{\sigma_1 = p' + \frac{2}{3}q} \wedge \boxed{\sigma_3 = p' - \frac{4}{3}q}$$

En (*):

$$\left(p' + \frac{2}{3}q\right) = \left(p' - \frac{4}{3}q\right)N\phi + 2c'\sqrt{N\phi}$$

$$\frac{2}{3}q(1 + 2N\phi) = p'(N\phi - 1) + 2c'\sqrt{N\phi}$$

$$\boxed{q = \frac{3}{2}p'\frac{(N\phi - 1)}{(1 + 2N\phi)} + \frac{3c\sqrt{N\phi}}{(1 + 2N\phi)}} \approx \boxed{q = tg\alpha_2 \cdot p' + a_2}$$

Resolviendo la similitud de ecuaciones y recordando que

$$N_\phi = \frac{1+\operatorname{sen}\phi}{1-\operatorname{sen}\phi}.$$

$$\Rightarrow \operatorname{tg}(\alpha_2) = \frac{3}{2}\,\frac{\left(\dfrac{1+\operatorname{sen}\phi}{1-\operatorname{sen}\phi} - 1\right)}{1+2\left(\dfrac{1+\operatorname{sen}\phi}{1-\operatorname{sen}\phi}\right)} = \frac{3}{2}\,\frac{(\cancel{1}+\operatorname{sen}\phi - \cancel{1} + \operatorname{sen}\phi)}{(1-\operatorname{sen}\phi)+(2+2\operatorname{sen}\phi)}.$$

$$\operatorname{tg}(\alpha_2) = \frac{3}{\cancel{2}}\left(\frac{\cancel{2}\operatorname{sen}\phi}{3+\operatorname{sen}\phi}\right) =$$

$$\therefore \boxed{\operatorname{tg}(\alpha_2) = \frac{3\operatorname{sen}\phi}{3+\operatorname{sen}\phi}}.$$

<u>Tarea</u>: PDQ : $\boxed{a_2 = \dfrac{3C\cos\phi}{3+\operatorname{sen}\phi}}.$

P.4 Polo en el Círculo de Mohr.

a) Sea el sgte elemento de suelo. Calcular el estado tensional del plano A-A gráficamente.

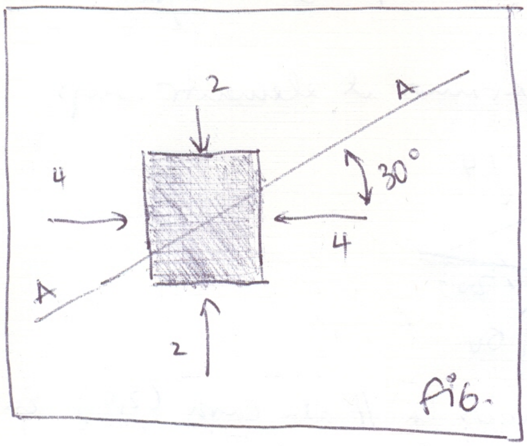
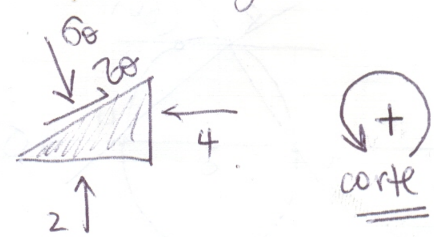
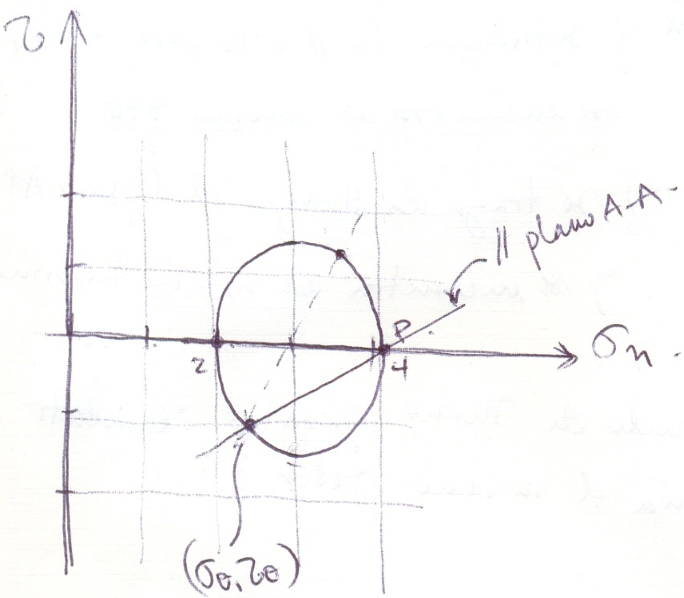


Fig.

Resp: Como son tensiones ppales, el círculo de Mohr tiene $\sigma_1 = 4$, $\sigma_3 = 2$ (kg/cm^2)

1) Se mira el sgte elemento.

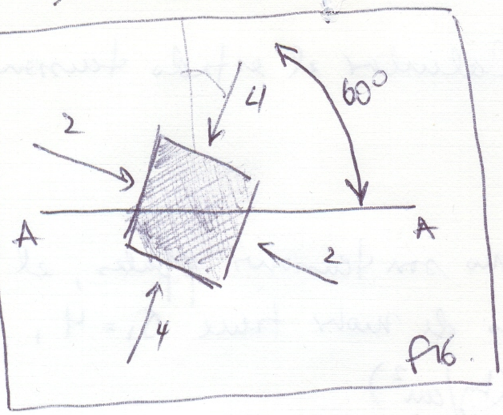




2) Se traza una línea // a la cara de tensiones (2,0), obtenemos el pto (4,0) que es el Polo. (P).

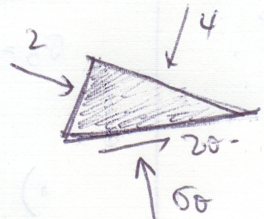
3) A partir del polo trazo una recta // al plano a estudiar. La $\cap$ en Círculo de Mohr entrega las coord. de tensiones en el plano.

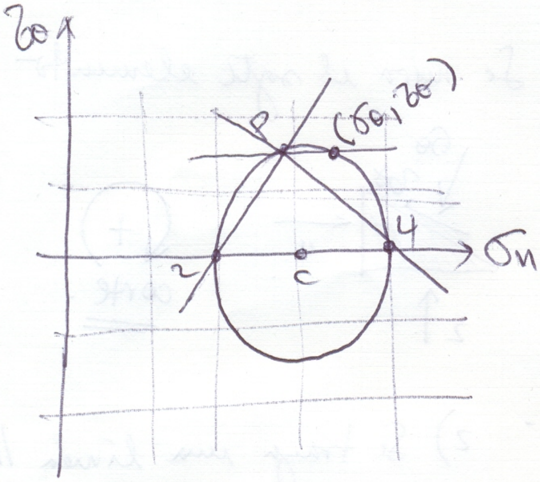
P5: Si ahora el elemento está girado



1) Estamos en tensiones ppales. Por lo tanto, $\sigma_1 = 4$, $\sigma_3 = 2$ kg/cm².

2) Si miramos el elemento sup:





3) Tiramos la // a la cara (2,0). Encontramos el polo P.

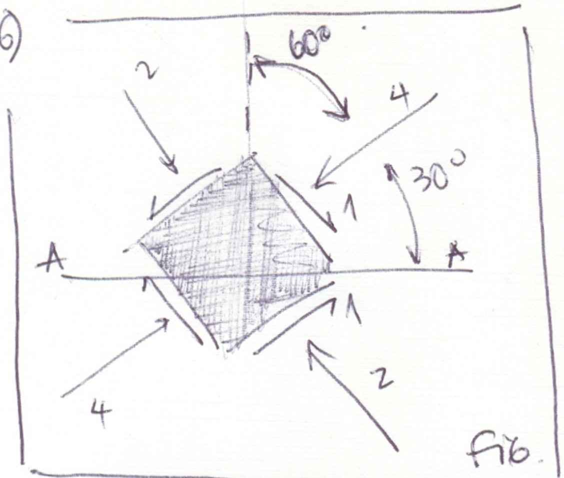
(si tiráramos la // a la cara (4,0), se encuentra el mismo pto

4) se traza la Horizontal (plano AA) y se encuentra el estado tensional.

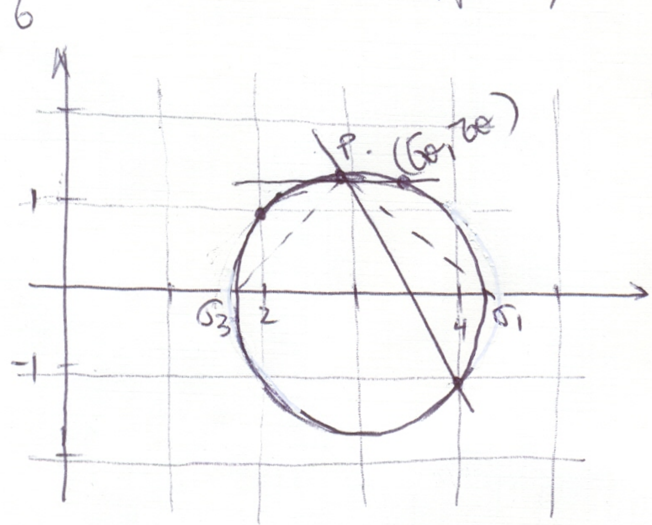
Si se trazara el círculo de Mohr para el elemento inferior, se encontraría el mismo valor!

OJO: El polo (P) es ÚNICO!!

P6)



(Encontrar tensiones ppales)

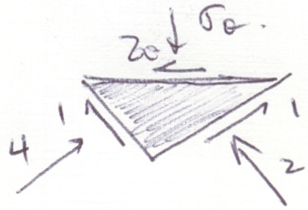


Resp: (Plano AA) ↺+ CORTE

1) Se sitúan los ptos (4,-1) y (2,1

2) se dibuja el círculo de Mohr.

3) Miremos el elemento inferior



4) Se traza la // a la cara (4,-1) se encuentra el Polo.

5) las rectas que unen (σ_3 y P) y (σ_1 y P) son // a las caras de las tensiones ppales!

6) Las tensiones en el plano AA se encuentran tirando la Hz al polo //