PRÁCTICA 8 (1)

1) Determinar la presión admisible

a) terreno tipo 1 → tabla 4.3 (terrenos cohesivos)

elegimos $\phi = 15°$ y, dentro de esta, $c_k = 20\ kN/m^2$ (fila inferior). Como la zapata es cuadrada, elegimos la columna "$B'/L' = 1$" y, dentro de ésta, $D = 0m$ ya que, si no se indica lo contrario, es el valor más desfavorable y es con el que tenemos que contar (nota: es común que el valor D sea sólo la profundidad de la zapata)

por tanto, la presión de hundimiento será $\sigma_{hund} = 280\ kN/m^2$

para determinar la presión admisible:

$$\sigma_{adm} = \frac{\sigma_{hund}}{\gamma_H} = \frac{280\ kN/m^2}{3} = 93{,}33\ kN/m^2$$

b) terreno tipo 2 → tabla 4.4 (granulares)

tomamos la columna $B = 1{,}50m$ y, dentro de ésta, $D = 0{,}5m$ (es factible ya que es ~~eles~~ casi el espesor mínimo de una zapata más los 50-100mm de hormigón de limpieza; siempre se podría garantizar incrementando ligeramente la excavación para alcanzar los 0,5m)

con un asiento (S_t) admisible de 25mm, la tensión admisible sería de $128\ kN/m^2$ para un valor N = 10 en un ensayo SPT; dado que el valor, en este terreno, del ensayo es $N_{SPT} = 25$ habrá que multiplicar el valor por $\frac{25}{10} = 2{,}5$

$$\sigma_{adm} = 128 \cdot 2{,}5\ kN/m^2 = 320\ kN/m^2$$

* este valor es de tensión ADMISIBLE (no hay que dividirlo por γ_H)

2) Zapata aislada

* terreno más desfavorable: tipo 1 $\rightarrow \sigma_{adm} = 93,33\ kN/m^2$

2.1) $q = 10\ kN/m^2$; $25 m^2$ sup. tributaria y 2 plantas

$$N = 10\ kN/m^2 \times 25 m^2 \times 2\ plantas = 500\ kN$$

dimensionamos la zapata:

$\frac{N}{B \cdot L} \leq \sigma_{adm}$ → como la zapata ha de ser cuadrada, $B = L$

$$\frac{N}{B^2} \leq \sigma_{adm} \qquad B \geq \sqrt{\frac{N}{\sigma_{adm}}}$$

$$B \geq \sqrt{\frac{500 kN}{93,33 kN/m^2}} \geq \sqrt{5,36} \geq 2,31 m$$

por lo tanto, la zapata debería tener una dimensión de $2,35 \times 2,35 m$.

$\boxed{\text{NOTA}}$: a partir de aquí no se pedía en el enunciado, pero sirve como aclaración a la consideración del peso propio de la zapata

la zapata tendría un vuelo de $\frac{B-a}{2}$, siendo a el ancho del pilar, es decir, de 1,025 m. Por tanto, el canto mínimo para ser rígida sería de 55 cm ($V \leq 2H$)

esto implicaría una zapata de $2,35 \times 2,35 \times 0,55 m$, con un volumen de $3,04 m^3$ y un peso de 75,93 kN, lo que supone más de un 15% de la carga considerada por tanto, un coeficiente de mayoración de un 10% en el tanteo inicial hubiese sido insuficiente; no obstante, comprobamos la tensión total:

$$\sigma_1 = \frac{500\,kN + 75{,}93\,kN}{2{,}35^2} = 104{,}29\,kN/m^2 > 93{,}33 > \sigma_{adm}.$$

por tanto habría que aumentar la dimensión ~~el canto~~ de la zapata en un área mayor de un 15%, ya que al aumentar el tamaño aumentará también el peso

podemos probar, por ejemplo:

$2{,}35 \times 2{,}35 = 5{,}52 \rightarrow \times 1{,}20 = 6{,}62 \rightarrow \sqrt{6{,}62} = 2{,}57 \longrightarrow 2{,}55\,m$

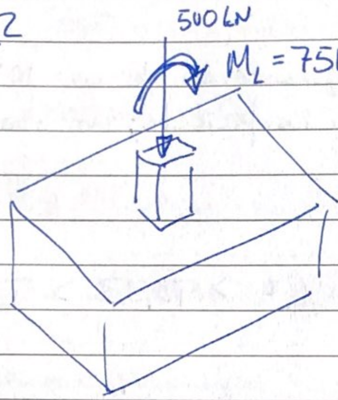
ahora el vuelo es ya de $\frac{2{,}55-0{,}30}{2} = 1{,}125$ ~~pam~~,
lo que implica también aumentar el canto a 60cm.

$$\sigma_2 = \frac{500 + (2{,}55^2 \cdot 0{,}60) \cdot 25}{2{,}55^2} = \frac{500 + 97{,}53}{6{,}50} = 91{,}92\,kN/m^2$$

* en conclusión, no es sencillo adoptar un incremento de carga para asimilar el peso propio de la zapata ya que depende, en gran medida, de la tensión admisible del terreno que condiciona la relación entre la carga del soporte cimentado y la dimensión de la zapata y, por tanto, el peso de ésta.

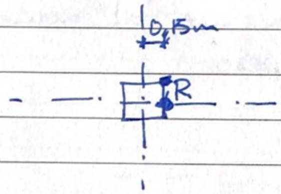
(fin de la aclaración)

2.2



* * calculamos la excentricidad resultante de aplicar el momento indicado

$$e_L = \frac{M_L}{N} = \frac{75 kN \cdot m}{500 kN} = 0,15 m$$

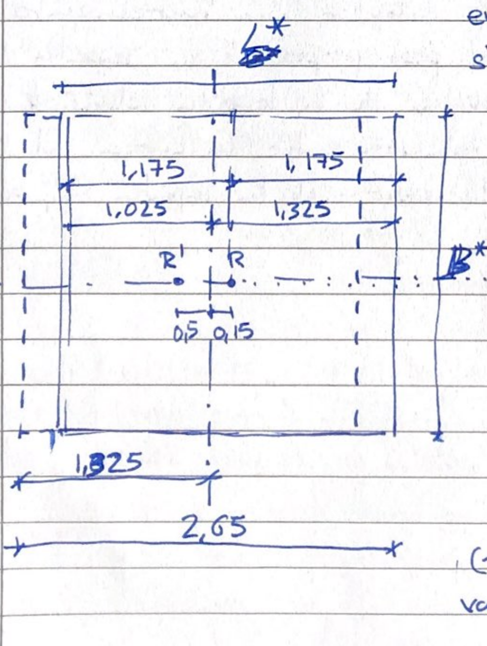


lo que quiere decir que el punto de aplicación de la carga vertical no será el eje del soporte, sino que estará desplazado 0,15m en el eje longitudinal

* ese punto será desde el que se considerarán las dimensiones B^* y L^* equivalentes para que la distibución de tensiones sea homogénea

$$\sigma_{adm} \geq \frac{N}{B^* \cdot L^*} \qquad B^* \cdot L^* \geq \frac{N}{\sigma_{adm}} \geq \frac{500}{93,33}$$

$B^* \cdot L^* \geq 5,36 m^2$ → el resultado es el mismo que en la zapata cuadrada, por tanto, si $B^* = L^*$ → $B^* = 2,31 \simeq 2,35 m = L^*$



el problema es que si queremos hacer una zapata simétrica respecto al eje (1) tendríamos una zapata rectangular, lo que condiciona el canto al tener un vuelo mayor en uno de los ejes

(1) si además el momento puede variar de sentido (viento) debe serlo

~~por~~
por tanto, lo óptimo es tratar de buscar unas dimensiones B^* y L^* que resulten en una zapata "real" cuadrada; es decir, B^* deberá ser ligeramente mayor que L^*.

Para no tener que dibujar, sabemos, si sólo hay momentos en L, que:

$$B = B^*$$
$$L = L^* + 2e$$

si $B = L \rightarrow B^* = L^* + 2e$

$$B^* \cdot L^* = 5{,}36\,m^2$$

podemos resolver el sistema de ecuaciones, pero eso no evitará tener que "redondear" el resultado y hacer la comprobación final, con peso propio de la zapata, por tanto <u>es mejor siempre hacer "tanteos"</u>

(lo anterior es un consejo, cualquier método es bueno si resuelve el problema)

- si, por ejemplo, tomamos $B^* = 2{,}50\,m \rightarrow L^* = \frac{5{,}36}{2{,}50} = 2{,}14$

lo que resulta en: $B = B^* = 2{,}50\,m$ $\quad L = L^* + 2e = 2{,}44\,m$

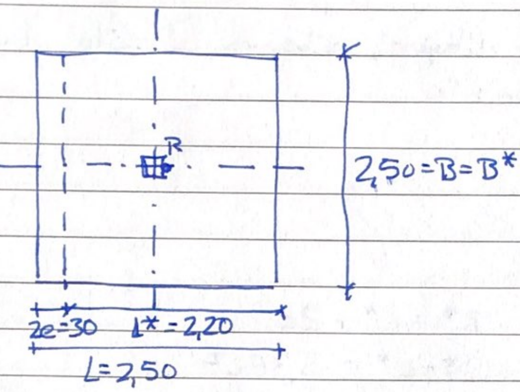
- si tomamos $B^* = 2{,}45\,m \rightarrow L^* = \frac{5{,}36}{2{,}45} = 2{,}19\,m$

lo que resulta en: $B = B^* = 2{,}45\,m$ $\quad L = L^* + 2e = 2{,}49\,m$

→ en resumen, deberíamos adoptar una dimensión de $2{,}50 \times 2{,}50\,m$, sea cual sea la aproximación (al margen de comprobar la tensión con peso propio que, obviamente, no cumplirá)

$\boxed{\text{NOTA:}}$ las siguientes operaciones no se contemplan en el enunciado

si quisiésemos comprobar la tensión resultante con el peso propio de la zapata:



- el área equivalente sería $B^* \cdot L^* = 5{,}50\,m^2$
- el canto debería ser de al menos $0{,}55\,m$
- el peso propio de la zapata equivalente (2) sería:

$$P_{pz} = (5{,}50\,m^2 \cdot 0{,}55\,m) \cdot 25\,kN/m^3 =$$
$$= 75{,}625\,kN$$

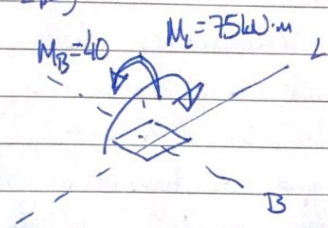
(2) el área de la zapata situada fuera del "área equivalente" no provoca tensiones en dicha "área equivalente", por eso no se considera

$$\sigma = \frac{N + P_{pz}}{B^* \cdot L^*} = \frac{500 + 76{,}63}{5{,}50} = 104{,}84\,kN/m^2 > \sigma_{adm.}$$

→ habría, por tanto, que incrementar las dimensiones de la zapata hasta que el área equivalente permita que las tensiones sobre el terreno no superen la tensión máxima

* en resumen, los cálculos iniciales no son más que un primer paso para empezar un proceso iterativo que nos permita alcanzar una dimensión "óptima"

2,3)



en este caso debemos calcular la excentricidad en ambos ejes:

$$e_L = 0,15 m$$

$$e_B = \frac{40 kN·m}{500 kN} = 0,08 m$$

- el área equivalente, al ser el valor N igual, no variará:

$$B^* \cdot L^* = 5,36 m^2$$

- en este caso:

$$B = 2e_B + B^* = 0,16 + B^*$$
$$L = 2e_L + L^* = 0,30 + L^*$$

· por tanto, para que B = L, la diferencia entre B^* y L^* será menor que en el caso anterior. Probamos con $B^* = 2,40 m$

$$B^* = 2,40 m \rightarrow L^* = \frac{5,36}{2,40} = 2,23 m$$

$$B = 2,40 + 0,16 = 2,56 m \quad // \quad L = 2,23 + 0,30 = 2,53$$

· podemos probar con $\cancel{B^* = 2,3}$ $B^* = 2,39 m \rightarrow B = 2,55 m$

$$L^* = \frac{5,36}{2,39} = 2,24 m \rightarrow L = 2,54 m \approx 2,55 m$$

→ en este caso se puede llegar a establecer una zapata cuadrada, en intervalos de 50mm, que optimice casi al 100% el área equivalente

no obstante, habría que comprobar la tensión resultante con el peso propio de la zapata, siguiendo el mismo procedimiento que en el caso anterior.

- respecto al último apartado, las dimensiones de la zapata no alcanzarían dimensiones superiores a 3m de lado (incluso con un incremento del 20% por el peso propio de la zapata) por lo que la tensión admisible del terreno ~~sería válida~~. seguiría siendo válida.

3 otro terreno

$\sigma_{adm.} = 320\ kN/m^2$

3.1 tomamos la dimensión obtenida sin considerar el peso propio de la zapata $2{,}35 \times 2{,}35m$

~~$B^* \times L^* = 2{,}35^2 = 5{,}52\ m^2$~~

~~$N_{máx.} = (B^* \cdot L^*) \cdot \sigma_{adm} = 5{,}52 m^2 \cdot 320\ kN/m^2 = 1.767{,}2\ kN$~~

en primer lugar, tenemos que verificar la tensión admisible para $2{,}35 \times 2{,}35m$ de zapata

según la tabla 4.4 la σ_{adm} es inferior para zapatas de mayor dimensión; del lado de la seguridad debe tomarse el valor para $B = 3{,}00m$

$\sigma_{adm} = 2{,}5 \cdot 102\ kN/m^2 = 255\ kN/m^2$

$N_{máx} = 2{,}35^2\ m^2 \cdot 255\ kN/m^2 = 1.408{,}24\ kN$

3.2 y 3.3: el área equivalente en estos casos apenas varía, sólo por el redondeo de las dimensiones; la excentricidad es la misma, ya que los momentos varían proporcionalmente; por tanto $N_{máx.}$ sería sensiblemente igual al caso 3.1