

DISEÑO ESTRUCTURAL II

Carrera de **Arquitectura**

Facultad de Ingeniería – Universidad Nacional de Cuyo



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO



**FACULTAD DE
INGENIERÍA**

UNIDAD 6

FUNDACIONES-EJEMPLOS



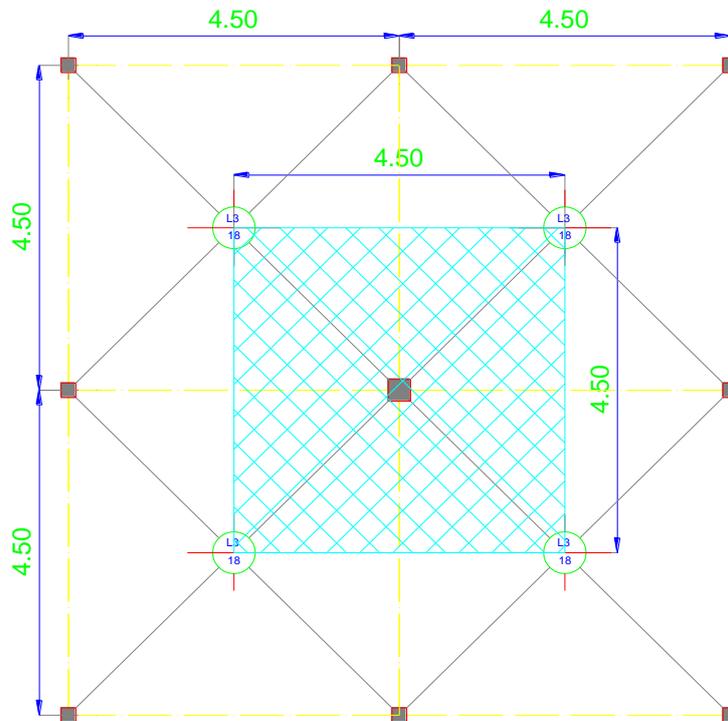
Dr. Ing. Gonzalo S. Torrissi

2015

1- DISEÑO DE BASE AISLADA.

Se desea diseñar una base que pertenece a una columna de un edificio de 6 niveles. La columna recibe la reacción de dos vigas perpendiculares y tiene un área de influencia de 4.5m x 4.5m. Las cargas son $D=0.6 \text{ t/m}^2$ y $L=0.25 \text{ t/m}^2$.

La tensión de rotura del suelo es $q_r=3.75 \text{ kg/cm}^2 = 37.5 \text{ t/m}^2$



Area de influencia de la columna en estudio

Las tensiones admisibles del suelo son:

Sin acciones sismicas $q_a=0.4 \times q_r=0.4 \times 37.5 \text{ t/m}^2=15 \text{ t/m}^2$

Con acciones sismicas $q_s=0.7 \times q_r=26.25 \text{ t/m}^2$

$Q_u=1.2D+1.6L=1.2 \times 0.6 \text{ t/m}^2 + 1.6 \times 0.25 \text{ t/m}^2=1.12 \text{ t/m}^2$

$P_u=Q_u \times 4.5\text{m} \times 4.5\text{m} \times 6 \text{ niveles}=136.1 \text{ t}$

Consideramos que la columna ya fue diseñada para esa carga y tiene dimensiones de 30cm x 30cm.

$b_c=d_c=30 \text{ cm}$

El área necesaria de la base es :

$$A_{nec} = 1.10 \frac{P_u}{q_a}$$

$$A_{nec} = 1.10 \times 136.1 \text{ t} / 15 \text{ t/m}^2 = 9.98 \text{ m}^2$$

Considerando una base cuadrada, el lado de la base puede ser de

$$L_x = L_y = \sqrt{A_{nec}} = 3.16 \text{ m}$$

Adoptamos una base de 3.20m x 3.20m

El tronco de la base se hace 5cm mas ancho que la columna, quedando de 35cm x 35cm.

$$b = 35 \text{ cm}$$

Por condición de rigidez, la altura de la base es

$$h = \frac{L_x - b}{3}$$

$$h = (3.20 \text{ m} - 0.35 \text{ m}) / 3 = 0.95 \text{ m}$$

tomando un recubrimiento de armaduras $r = 0.10 \text{ m}$, la altura útil de la base queda de:

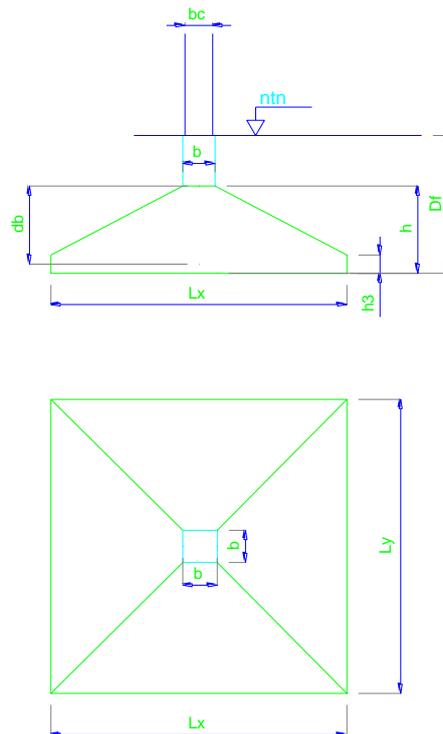
$$d_b = h - r = 0.94 \text{ m}$$

La altura del talón o zócalo se calcula como el mayor valor entre:

$$0.20 \text{ m}$$

$$h/5$$

$$h_3 = \max(0.20, h/5) = \max(0.20 \text{ m}, 0.95/5) = 0.20 \text{ m}$$



Dimensiones base

La tensión real a la que está trabajando el suelo es

$$f = P_u / (L_x \cdot L_y) = 136.1 \text{ t} / (3.20\text{m} \times 3.20\text{m}) = 13.29 \text{ t/m}^2 < 15 \text{ t/m}^2$$

El momento flector en la base es

$$M_x = \frac{f(L_x - b)^2}{8} L_y, \quad M_y = \frac{f(L_y - b)^2}{8} L_x$$

$$M_x = 13.29 \text{ t/m}^2 \times (3.20\text{m} - 0.35\text{m})^2 \times 3.20\text{m} / 8 = 43.18 \text{ tm}$$

$$M_y = 13.29 \text{ t/m}^2 \times (3.20\text{m} - 0.35\text{m})^2 \times 3.20\text{m} / 8 = 43.18 \text{ tm}$$

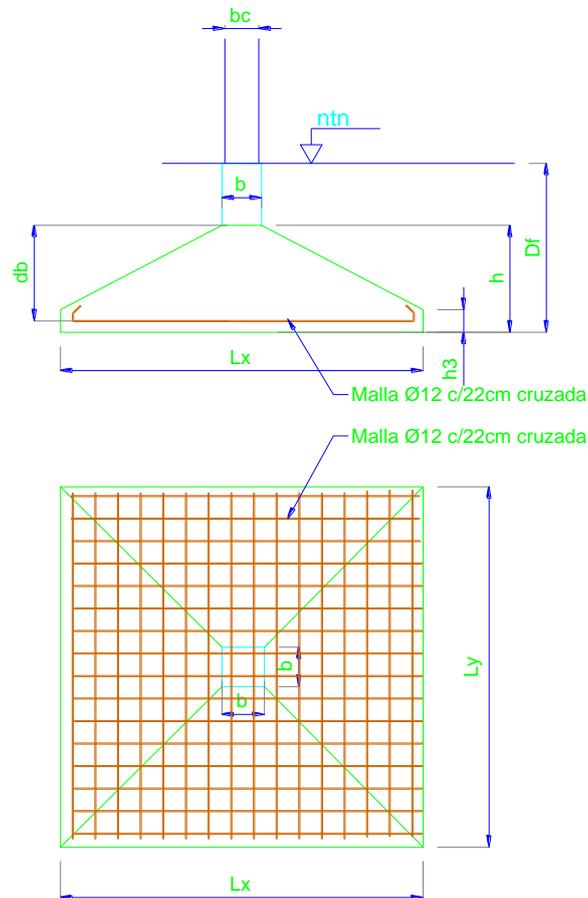
La armadura necesaria es

$$f_e = \frac{M_u}{0.75 d_b f_y}$$

Tomando una tensión del acero ADN-420 $f_y = 420 \text{ MPa} = 4200 \text{ kg/cm}^2 = 4.2 \text{ t/cm}^2$

$$F_{ex} = f_{ey} = 43.18 \text{ tm} / (0.75 \times 0.85\text{m} \times 4.2 \text{ t/cm}^2) = 16.13 \text{ cm}^2$$

Adopto 15 ϕ 12mm (ϕ 12mm c/22cm)



Armaduras

2- DISEÑO DE BASE DE TABIQUE

Suponga el tabique de la figura con $L=5\text{m}$ y $h=9\text{m}$. Las acciones sobre este tabique son:

Carga axial producto de losas, vigas, etc. $N_s=35\text{ t}$

Carga axial producto del peso propio $N_{pp}=33\text{ t}$

Fuerza sísmica $F_s=25\text{ t}$

Esta fuerza genera un momento $M_s=F_s \cdot h=225\text{ tm}$

La tensión de rotura del suelo, según estudio de suelos es $q_r=30\text{ t/m}^2$

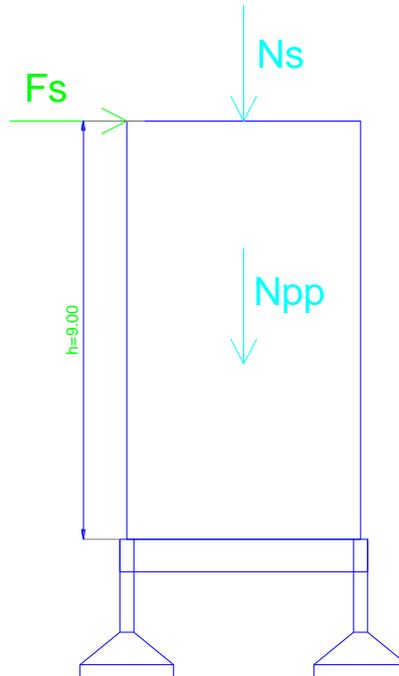
Peso específico del suelo $\gamma=1.7\text{ t/m}^3$

Angulo de fricción del suelo $\phi=28^\circ$

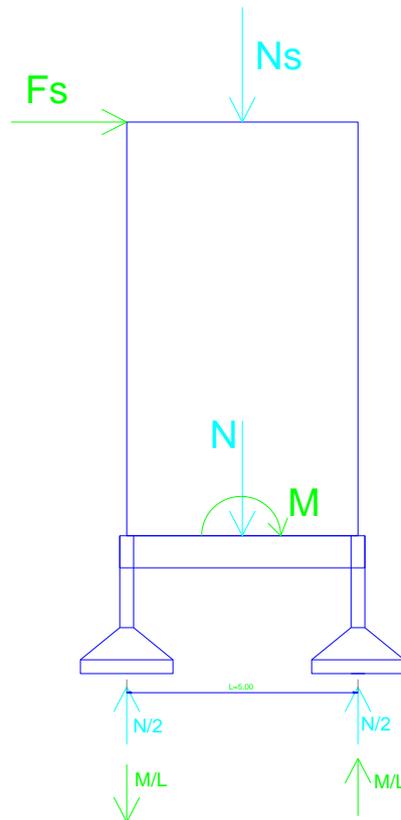
Profundidad de fundación $D_f=2.5\text{m}$

Para acciones sísmicas, la tensión admisible es $q_s=0.7 \times q_r= 21 \text{ t/m}^2$

Para acciones sin sismo, la tensión admisible es $q_a=0.4 \times q_r=12 \text{ t/m}^2$



Las reacciones en las bases son producto de la carga axial, que comprime ambas bases con $(N_s+N_{pp})/2$ y de la acción sísmica, la cual tracciona una base y comprime la otra con valores M_s/L .



Para la base izquierda, las cargas son: $N_1=(35 \text{ t}+ 33\text{t})/2 -225\text{tm} /5\text{m}= -11 \text{ t}$ (traccionada)

Para la base derecha, las cargas son: $N_1=(35 \text{ t}+ 33\text{t})/2 +225\text{tm} /5\text{m}= 79 \text{ t}$ (compresión)

Verificación de la base comprimida para acciones sísmicas:

$$A_{nec}=79 \text{ t} / 21 \text{ t/m}^2= 3.76 \text{ m}^2$$

$$\text{Sin sismo: } A_{nec}=(35\text{t}+33\text{t})/2 / 12\text{t/m}^2=2.83 \text{ m}^2$$

Por lo tanto adoptamos base cuadrada de $L_x=L_y=(3.76\text{m}^2)^{0.5} = 1.93\text{m}$

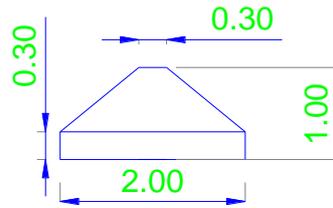
Adoptamos base de $L_x=L_y= 2\text{m}$, lo que da un área de $A_1=2\text{m} \times 2\text{m} = 4\text{m}^2$.

Verificación de la base traccionada.

En este caso la base intenta arrancarse del suelo, por tano debe ser contrarrestada por su peso propio y el peso del suelo que pueda mover.

El volumen de un tronco de cono es: $V = (A + a + \sqrt{Aa})\frac{H}{3}$, siendo A y a el área mayor y menor respectivamente del tronco de cono y H la altura del mismo.

Peso de la base:



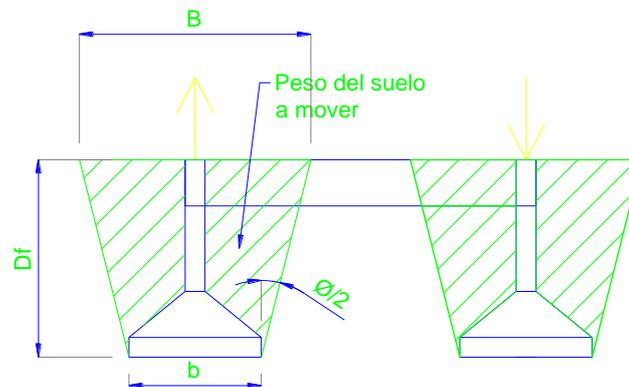
Volumen base = $(2\text{m} \times 2\text{m} \times 0.3\text{ m}) + (2 \times 2\text{m}^2 + 0.3 \times 0.3\text{m}^2 + (2 \times 2 \times 0.3 \times 0.3)^{0.5})/3 \times 0.7\text{m} = 2.29\text{ m}^3$

Peso base = $2.29\text{ m}^3 \times 2.4\text{ t/m}^3 = 5.51\text{ t}$

Volumen fuste = $0.3\text{m} \times 0.3\text{m} \times (D_f - 1\text{m}) = 0.14\text{ m}^3$

Peso fuste = $0.14\text{ m}^3 \times 2.4\text{ t/m}^3 = 0.32\text{ t}$

Volumen suelo:



Calculamos el ancho B como

$B = b + 2 D_f \tan(\phi/2) = 2\text{m} + 2 \times 2.5\text{m} \times \tan(28^\circ/2) = 3.25\text{m}$

El volumen total es:

$V = (B^2 + b^2 + (B^2 b^2)^{0.5}) \times D_f / 3 = (3.25 \times 3.25 + 2 \times 2 + (3.25 \times 3.25 \times 2 \times 2)^{0.5}) \times 2.5 / 3 = 17.55\text{ m}^3$

El volumen real de suelo es el volumen total menos el que ocupa la base y el fuste:

$V_s = 17.55\text{m}^3 - 2.29\text{m}^3 - 0.14\text{ m}^3 = 15.12\text{ m}^3$

Peso suelo = $V_s \gamma = 15.12\text{ m}^3 \times 1.7\text{t/m}^3 = 25.7\text{ t}$

Peso total = $25.7\text{ t} + 0.32\text{ t} + 5.51\text{ t} = 31.5\text{ t}$

El cual se debe afectar por 0.7

$P_d = 31.5\text{ t} \times 0.7 = 22.07\text{ t} > 11\text{ t}$

Con lo cual la dimensión de base y profundidad es adecuada ya que la capacidad de tracción es mayor a la tracción actuante.

3- DISEÑO DE BASE DE MURO

Diseñar la base del muro de la figura.

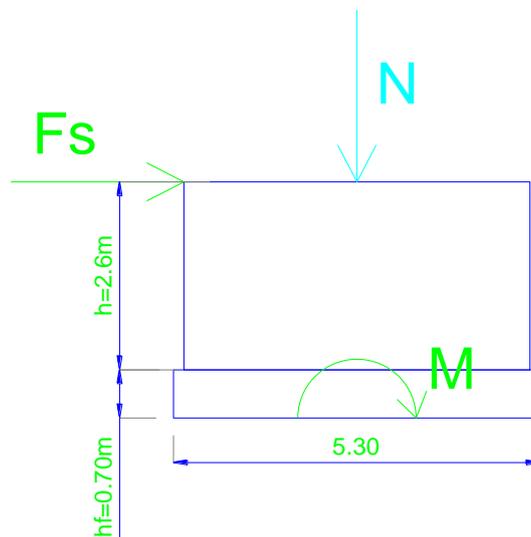
La carga axial producto del peso propio, losas y vigas $N=8t$

Fuerza sísmica $F_s=6t$

La tensión de rotura del suelo, según estudio de suelos es $q_r=22t/m^2$

Para acciones últimas con sismo, la tensión admisible es $q_s=0.7 \times q_r=15.4t/m^2$

Para acciones últimas sin sismo, la tensión admisible es $q_a=0.4 \times q_r=8.8t/m^2$



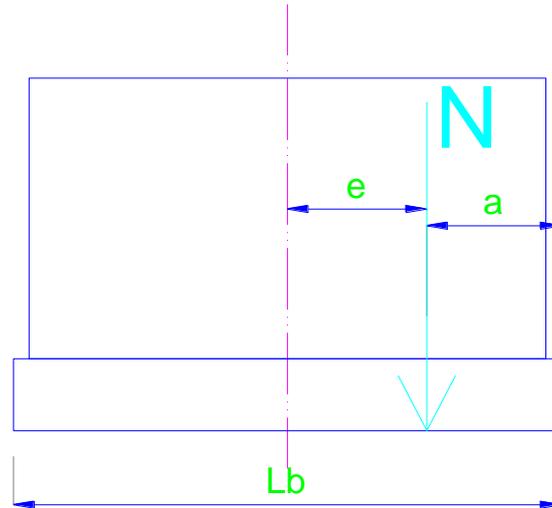
Lo que genera un momento de $M=F_s(h+h_f)=6t \times (2.6m + 0.7m)=19.8tm$

El sistema de M y N se puede reemplazar por una sola fuerza N actuando a una distancia e (excentricidad) del baricentro.

El peso de la base, considerando un ancho de cimiento de $0.45m$ es

$$N_b=0.45 \times 0.70 \times 5.30 \times 2.2t/m^3=3.67t$$

$$e=M/N=19.8tm / (8t+3.67t)=1.69m$$

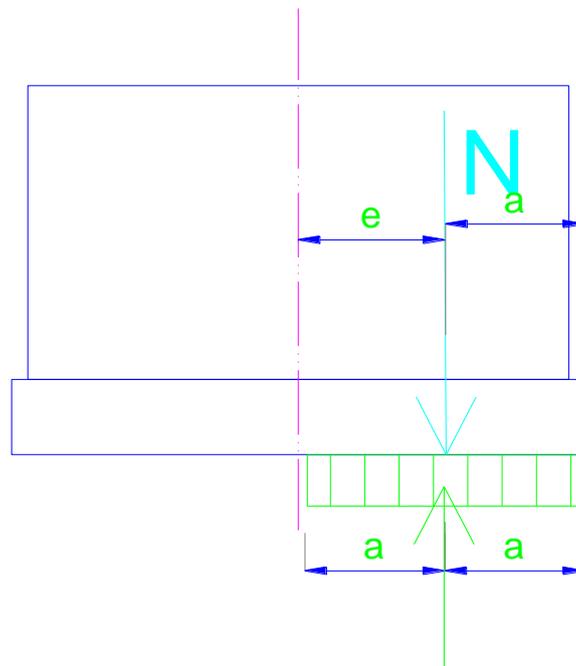


La distancia a , al borde, se calcula como $a=L_b/2-e=5.3m/2-1.69m=0.96m$

El área efectiva debe cumplir con que la resultante debe coincidir con la posición de la carga, por tanto el largo efectivo es $2a=2 \times 0.96m=1.92m$

El área efectiva es: $A_e=2 a b_c=1.92m \times 0.45m=0.864 m^2$

La tensión real en el suelo $f=(N+N_b)/A_e=(8t + 3.67t)/0.864m^2= 13.51 t/m^2 < 15.4 t/m^2$



4- DISEÑO DE CILINDRO

Diseñar la fundación profunda, considerar los valores del ejemplo 2 y el siguiente perfil de suelo.

Prof (m)	Fricción lateral (t/m ²)	Capacidad ultima compresión (t/m ²)
0.0 a -1.0	0.40	25
-1.0 a -2.0	0.80	35
-2.0 en adelante	1.50	50

Consideremos un cilindro de diámetro $\phi=1\text{m}$

Estimamos la profundidad en 1.5m por lo que la resistencia por fuste a la tracción es:

$$P_f = \pi \times \phi \times (1\text{m} \times 0.4 \text{ t/m}^2 + 0.5\text{m} \times 0.80 \text{ t/m}^2) = 2.52 \text{ t}$$

$$\text{Peso cilindro} = P_p = \pi \phi^2 / 4 \times H \times \gamma h = 3.1416 \times 1\text{m} \times 1\text{m} / 4 \times 1.5\text{m} \times 2.4\text{t/m}^3 = 2.83 \text{ t}$$

$$P_d = 0.7 (P_f + P_p) = 0.7 (2.52 + 2.83) = 3.75 \text{ t mucho menor a las 11 t de tracción.}$$

Se estima el cilindro en 4m de profundidad

$$P_f = \pi \times \phi \times (1\text{m} \times 0.4 \text{ t/m}^2 + 1.0\text{m} \times 0.80 \text{ t/m}^2 + 2\text{m} \times 1.5\text{t/m}^2) = 13.19 \text{ t}$$

$$P_p = \pi \phi^2 / 4 \times H \times \gamma h = 3.1416 \times 1\text{m} \times 1\text{m} / 4 \times 4\text{m} \times 2.4\text{t/m}^3 = 7.53 \text{ t}$$

$$P_d = 0.7 (P_f + P_p) = 0.7 (13.19 + 7.53) = 14.5 \text{ t mayor a las 11 t de tracción.}$$

Dado que se funda a -4m, la resistencia del suelo a esa profundidad es $f=50 \text{ t/m}^2$

$$\text{El área mínima de la base del cilindro es } A = (N + P_p) / f = (7.9 \text{ t} + 7.53 \text{ t}) / 50 \text{ t/m}^2 = 1.73 \text{ m}^2$$

Lo que es un diámetro de 1.50m

Por tanto el cilindro es de 4m de profundidad con un diámetro de 1m y en la base se ensancha a 1.50m.