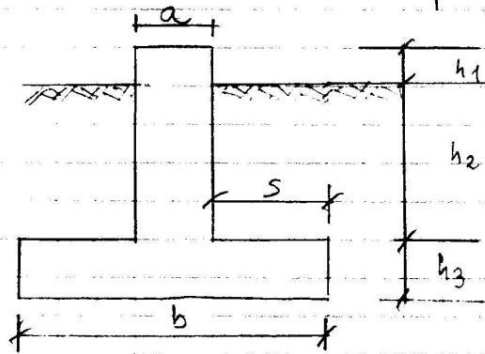


Ejemplo de Prediseño de fundación directa



Datos para el ejemplo.-

Solicitaciones: $C = 49000 \text{ gf} \downarrow$
 $T = 42000 \text{ gf} \uparrow$
 $V = 4000 \text{ gf} \rightarrow$

Tomados del análisis estructural de una torre de telecomunicaciones.

Propiedades del suelo de fundación:

$$\sigma_{adm} = 1.50 \text{ gf/cm}^2$$

$$\gamma = 1800 \text{ gf/m}^3$$

$$\phi = 30^\circ$$

Recomendación del geotecnista

$$h_2 = 2.60$$

h_1 está dado por el fabricante de la torre, usualmente 30 cm al igual que el valor mínimo de la anchura del pedestal, a .

Predimensionando

$$b = \sqrt{1.2 \cdot C}$$

$$b = \sqrt{1.2 \times 49000} = 242.48 \sim 2.40 \text{ m}$$

J.M. Velásquez propone

$$b \leq \sqrt{P / \sigma_{adm}}$$

con b en cm, P en gf, σ_{adm} en gf/cm^2

b no debe exceder de 3.0 m

$$b \leq \sqrt{49000 / 1.5} = 180.74 \text{ cm}$$

$$\sim 1.80 \text{ m}$$

La Prof. Fratelli propone

$$A_{3 \text{ patas}} \geq \frac{\text{Factor} \times C \downarrow}{\sigma_{adm}}$$

$H = h_2 + h_3, \text{ en m}$	Factor	Para tomar en cuenta peso del suelo sobre zapata
$H < 1 \text{ m}$	1.15	
$1.50 < H \leq 3 \text{ m}$	1.20	
$3 < H \leq 5 \text{ m}$	1.30	

$$A_3 = \frac{1.20 \times 49000}{1.5} = 39200 \text{ cm}^2$$

$$b = \sqrt{A_3} = 198 \text{ cm} \approx 2.0 \text{ m}$$

En cualquier caso, se validarán las dimensiones y peso supuestos con los que se adopta en la decisión.

Altura de la zapata, h_3 no debe ser menor de 30 cm
 Velocidad mínima $h_3 \geq P/1700$

$$h_3 \geq 49000/1700 = 28.82 \text{ cm} < 30 \text{ cm}$$

otro criterio, $h_3 \approx \frac{b}{6}$, $h = \frac{240}{6} = 40 \text{ cm}$

Anchura del pedestal

Para evitar cambios bruscos de rigidez debe resultar de la anchura de la columna mas no mas de 20 cm. Pero está condicionado a los requisitos del fabricante de la torre.

$$a = \frac{b}{4}, \text{ con } b = 2.40 \text{ m}$$

$$a = 240/4 = 60 \text{ cm}$$

pero por condicionamiento del fabricante de la torre, $a = 0.70 \text{ m}$

Criterio de rigidez en la zapata (solución de Prandtl)

Para garantizar la hipotesis de zapata muy rígida y del todo, propone $\frac{s}{h_3} \leq 3$, preferentemente 0.2

$$s = (b-a)/2 = (240-70)/2 = 85 \text{ cm}$$

$$\frac{s}{h_3} = \frac{85}{40} = 2.125$$

Verificación con los dimensiones propuestos

3/4

Peso del concreto

$$V_c = b^2 h_3 + a^2 (h_2 + h_1)$$

$$V_c = 240^2 \times 0.4 + 0.7^2 (2.90) = 3.725 \text{ m}^3$$

$$P_c = \gamma_c V_c = 2400 \text{ kg/m}^3 \times 3.725 \text{ m}^3 = 8940 \text{ kg}$$

Peso del suelo

$$P_s = \gamma \left[b^2 h_2 + 2b h_2^2 \tan \phi + \frac{\pi}{3} \tan^2 \phi h_2^3 - a^2 (h_1 + h_2) \right]$$

$$P_s = 1800 \left[2.40^2 \times 2.60 + 2 \times 2.40 \times 2.60^2 \tan 30^\circ + \frac{\pi}{3} \tan^2 30^\circ \times 2.60^3 \right]$$

$$- 0.70^2 (2.60)] = 1800 [14.976 + 18.733 + 6.135 - 1.274]$$

$$P_s = 1800 \times 38.57 = 69426 \text{ kg}$$

Validación por compresión

$$\sigma_{\text{suelo}} = \frac{C + P_c + P_s}{b^2} + \frac{6V(h_1 + h_2 + h_3)}{b^3} \leq \sigma_{\text{adm}}$$

$$\sigma_{\text{suelo}} = \frac{49000 + 8940 + 69426}{240^2} + \frac{6 \times 4000 (330)}{240^3}$$

$$\sigma_{\text{suelo}} = 2.21 \pm 0.57 = 2.78 ; 1.64 \text{ kg/cm}^2$$

ambos menores a $\sigma_{\text{adm}} = 1.50 \text{ kg/cm}^2$

Debe incrementarse la dimensión en plantas de la zapata.

Validación por tracción ó amarramiento

criterio 1

$$\text{Factor de seguridad, } F_s = \frac{P_c + P_s}{T}$$

$$F_s = \frac{8940 + 69426}{42000} = 1.866$$

$$F_s > 1.50 \text{ (Norma TIA)}$$

$$< 2.00 \text{ (Norma C.R.T.1)}$$

Criterio 2

$$P_s = 1.15 \gamma (h_2 + h_3)^2 b$$

$$P_s = 1.15 \times 1800 (2.90)^2 \times 2.40 = 41780.88 \text{ kgf}$$

$$F_s = \frac{P_s + P_c}{T} = \frac{41780.88 + 8940}{42000} = 1.21 < 1.50 \text{ ó } 2.00$$

se requiere aumentar las dimensiones de la zapata o el peso sobre la zapata, por ejemplo bajando a 2.0m.

El peso mínimo requerido para $F_s = 1.5$ o de $1.5T$

NOTAS.-

1. Usando una hoja Excel, es muy fácil con pocas iteraciones bajar las dimensiones no adecuadas. Véase en los Anexos, "Optimum design of concrete spread footing by Computer" por J.P. Kohli, ACI Journal, May 1968.
2. También debe verificarse el vuelcomiento, por ejemplo de la manera simple que se presenta en el siguiente ejemplo:

$$\begin{aligned} a &= 1.50 \text{ m} \\ b &= 4.20 \text{ m} \\ h_3 &= 0.50 \text{ m}; h_2 = 2.0 \text{ m}; h_1 = 0.3 \text{ m} \\ S &= 1.35 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\gamma_{\text{melo}} = 1600 \text{ kgf/m}^3$$

$$M_{\text{diseño}} = \sqrt{M_x^2 + M_y^2} = 78116.61 \text{ mkgf}$$

$$P_{\text{estructura}} = 6829 \text{ kgf}$$

$$P_s = (2 \times 4.2^2 - 2 \times 1.5^2) 1600 = 49248 \text{ kgf}$$

$$P_c = (4.2^2 \times 0.5 + 2 \times 3 \times 1.5^2) 2400 = 33588 \text{ kgf}$$

$$P = P_{\text{estructura}} + P_c + P_s = 89665 \text{ kgf}$$

$$\text{Sumatoria de momentos en un extremo de la zapata}$$

$$\Sigma M_{(A)} = P_{\text{total}} \times \frac{b}{2} = 89665 (4.20/2) = 188296.50 \text{ kgf}\cdot\text{m}$$

$$F_s = \text{Verificación} = \Sigma M_{(A)} / M_{\text{diseño}}$$

$$F_s = 188296.50 / 78116.61 = 2.41 > 1.5 \text{ Verifica}$$