



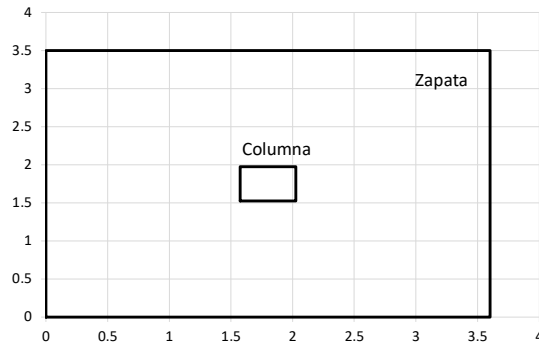
ANÁLISIS Y DISEÑO DE ZAPATAS AISLADAS

01 DATOS GENERALES

$P_{CM} = 280.8 \text{ tn}$	Magnitud de la carga muerta	$P_{CV} = 130.5 \text{ tn}$	Magnitud de la carga viva
$M_{CMx} = 0.43 \text{ tn-m}$	Magnitud del momento en X	$M_{CVx} = 0.11 \text{ tn-m}$	Magnitud del momento en X
$M_{CMy} = 0.56 \text{ tn-m}$	Magnitud del momento en Y	$M_{CVy} = 0.09 \text{ kg/cm}^2$	Magnitud del momento en Y
$h_t = 2.50 \text{ m}$	Altura del terreno sobre la zapata	$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	Resist. a compresion del concreto
$h_p = 0.15 \text{ m}$	Altura del piso sobre la zapata	$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$	Resistencia a la fluencia del acero
$\alpha_s = 40$	Factor para : columna interior	$\phi = 0.90$	Factor de reduccion resistencia
$C_1 = 0.45 \text{ m}$	Longitud mayor de la columna	$\gamma_t = 1800 \text{ kg/cm}^3$	Peso especifico del terreno
$C_2 = 0.45 \text{ m}$	Longitud menor de la columna	$\gamma_c = 2400 \text{ kg/cm}^3$	Peso especifico del concreto
$L_1 = 3.60 \text{ m}$	Longitud mayor de la zapata (L)	$S/C = 100 \text{ kg/cm}^2$	Sobrecarga encima de la zapata
$L_2 = 3.50 \text{ m}$	Longitud menor de la zapata (S)	$q_s = 4.00 \text{ kg/cm}^2$	Resistencia del terreno
$h_z = 0.90 \text{ m}$	Altura total de la zapata	$d_b = 5/8 \text{ plg}$	Diametro del acero en la columna

02 DIMENSIONES DE LA ZAPATA PARA EL ANÁLISIS

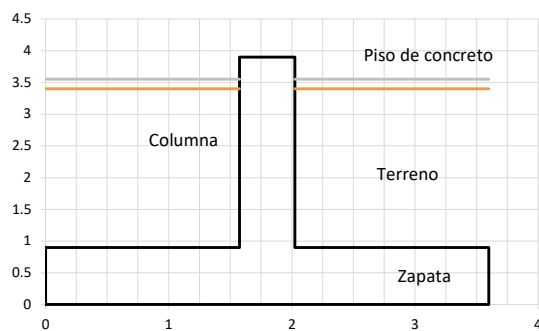
Vista en planta de la zapata



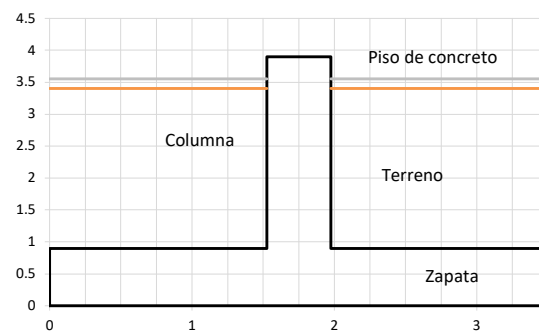
Verificaciones de la zapata

Descripcion	Estado
Presion de terreno q_1	Cumple
Presion de terreno q_2	Cumple
Resistencia al cortante L	Cumple
Resistencia al cortante S	Cumple
Resistencia punzonamiento 1	Cumple
Resistencia punzonamiento 2	Cumple
Resistencia punzonamiento 3	Cumple
Separacion de aceros 1	Cumple
Separacion de aceros 2	Cumple
Conexión columna - zapata	No Cumple

Vista en elevacion de la zapata (Direccion X mas larga)



Vista en elevacion de la zapata (Direccion Y mas corta)



03 LONGITUD DE ANCLAJE EN COMPRESION DE LA VARILLA

El diametro de la varilla " d_b " en la columna sera:

$$d_b = 5/8 \text{ plg}$$

$$d_b = 1.59 \text{ cm}$$



Para determinar la longitud de anclaje en compresion " L_{db} " de la varilla se usaran las siguientes formulas:

$$L_{db} = 0.08d_b \frac{f_y}{f'_c} \quad \text{ó} \quad L_{db} \geq 0.04d_b f_y$$

$$L_{db} = 36.81 \text{ cm} \quad L_{db} = 26.67 \text{ cm}$$

Tomamos el mayor de los dos valores, tenemos: $L_{db} = 36.81 \text{ cm}$

Tomando la longitud de anclaje y recubrimiento de 10cm, podemos predimensionar la altura de la zapata como:

$$d = 37.50 \text{ cm} \quad (\text{Peralte efectivo de la Zapata})$$

$$h_z = 0.90 \text{ m} \quad (\text{Altura total de la zapata})$$

04 CAPACIDAD PORTANTE NETA DEL TERRENO

La capacidad portante neta del terreno " q_{sn} ", se calculara con la siguiente ecuación:

$$q_{sn} = q_s - h_s \cdot \gamma_t - h_z \cdot \gamma_c - h_p \cdot \gamma_c - s/c \quad q_{sn} = 3.29 \text{ kg/cm}^2$$

05 PREDIMENSIONAMIENTO DE LA ZAPATA

Para zapatas con excentricidad calcularemos las dimensiones de la zapata con la siguiente relacion:

$$q_{1,2} = \frac{P}{SL} \left(1 \pm \frac{6e}{L} \right)$$

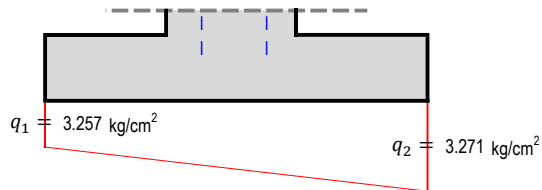
El dimensionamiento se realizara por tanteos asumiendo la dimension mas larga de la zapata (L), con:

$$S = \frac{P_D + P_L}{q_{sn} L} + \frac{6(M_{DX} + M_{LX})}{q_{sn} L^2} \quad \begin{array}{l} L = 3.60 \text{ m} \\ S = 3.48 \text{ m} \\ S = 3.50 \text{ m} \end{array}$$

Verificamos las presiones en el terreno con las dimensiones de la zapata calculada "L" y "S":

$$q_1 = \frac{P_D + P_L}{SL} - \frac{6(M_{DX} + M_{LX})}{SL^2} = 3.257 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_2 = \frac{P_D + P_L}{SL} + \frac{6(M_{DX} + M_{LX})}{SL^2} = 3.271 \text{ kg/cm}^2$$



La reaccion amplificada del terreno es :

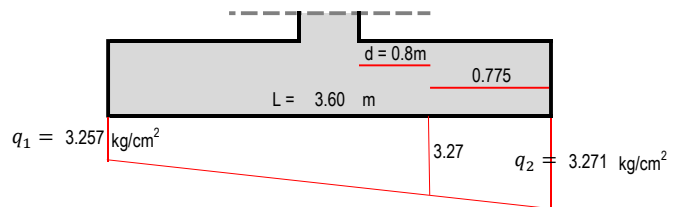
$$q_{snu} = \frac{1.4CM + 1.7CV}{CM + CV} q_{sn} = 1.495 \cdot q_{sn} \cdot \text{kg/cm}^2$$

$$\begin{array}{l} \text{Fact. Ampl. CM} = 1.4 \\ \text{Fact. Ampl. CV} = 1.7 \end{array}$$

06 VERIFICAMOS EL CORTANTE EN LA ZAPATA

Verificamos el cortante ultimo en la direccion Larga, para flexion a una distancia "d" de la cara de la columna:

$$\begin{array}{l} d = 0.80 \text{ m} \quad \text{Peralte efectivo} \\ V_u = 1.50 q_{sn} \frac{(L - C_1)}{2} - d \cdot S \\ V_u = 132.6 \text{ tn} \end{array}$$

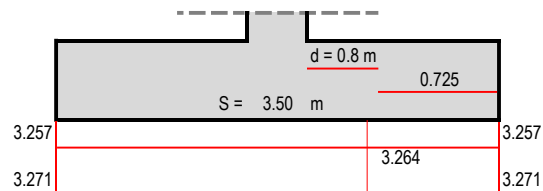


La resistencia al cortante que ofrece el concreto de la zapata para la direccion larga es:

$$\phi V_c = \phi 0.53 \cdot S \cdot d \sqrt{f'_c} = 193.5 \text{ tn} > V_u = 132.62 \text{ tn} \quad \text{Cumple}$$

Verificamos el cortante ultimo en la direccion Corta, para flexion a una distancia "d" de la cara de la columna:

$$\begin{array}{l} d = 0.80 \text{ m} \quad \text{Peralte efectivo} \\ V_u = 1.50 q_{sn} \frac{(L - C_2)}{2} - d \cdot L \\ V_u = 127.4 \text{ tn} \end{array}$$

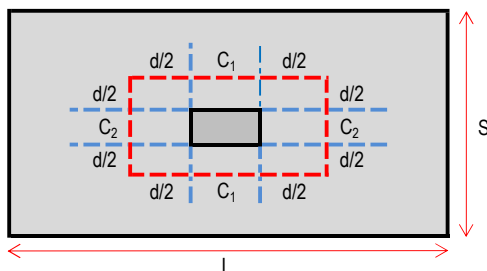


La resistencia al cortante que ofrece el concreto de la zapata para la direccion corta es:

$$\phi V_c = \phi 0.53 \cdot L \cdot d \sqrt{f'_c} = 199.1 \text{ tn} > V_u = 127.39 \text{ tn} \quad \text{Cumple}$$

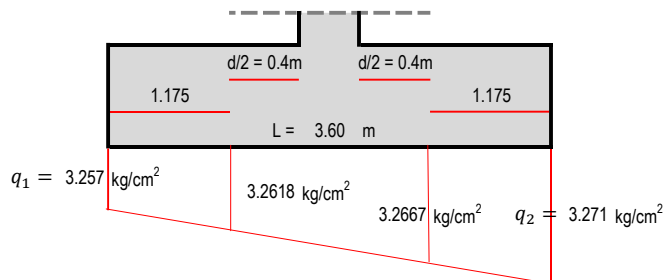
07 VERIFICAMOS EL PUNZONAMIENTO EN LA ZAPATA

Verificamos el punzonamiento en la seccion critica ubicada a una distancia "d/2" de la cara de la columna:



$$\text{Area de la zapata: } A_z = 12.6 \text{ m}^2$$

$$\text{El cortante critico por punzonamiento sera: } V_u = q_{snu} (A_z - A_{pz})$$



$$\text{Area punzonamiento: } A_{pz} = 1.563 \text{ m}^2$$

$$V_u = 538.7 \text{ tn}$$

La resistencia al punzonamiento del concreto esta dado por:

Perimetro del area de punzonamiento:	$b_o = 5.00 \text{ m}$		
Factor de dimensiones de la columna:	$\beta_c = C_1/C_2 = 1.00$		
Factor para : columna interior	$\alpha_s = 40$		
$\phi V_c = \phi 0.27 \left(2 + \frac{4}{\beta_c} \right) \sqrt{f'_c} b_o d$	$\phi V_c = 845.14 \text{ tn}$	$>$	$V_u = 538.70 \text{ tn}$ Cumple
$\phi V_c = \phi 0.27 \left(2 + \frac{\alpha_s d}{b_o} \right) \sqrt{f'_c} b_o d$	$\phi V_c = 1183.19 \text{ tn}$	$>$	$V_u = 538.70 \text{ tn}$ Cumple
$\phi V_c = \phi 1.1 \sqrt{f'_c} b_o d$	$\phi V_c = 573.86 \text{ tn}$	$>$	$V_u = 538.70 \text{ tn}$ Cumple

08 DISEÑO DEL REFUERZO LONGITUDINAL POR FLEXION EN LA DIRECCION LARGA

El momento ultimo en la cara de la columna es:

$$M_u = 212.20 \text{ tn-m}$$

El area de acero necesaria en la zapata es:

$$M_u = 0.9 b d^2 f'_c \omega (1 - 0.59 \omega)$$

$$A_s = 72.38 \text{ cm}^2$$

$\omega_1 = 1.6432$
 $\omega_2 = 0.0517$
 $\rho = 0.0026$

Verificamos el area de acero minima:

$$A_{s \text{ min}} = 0.0018 \cdot b \cdot h_z \quad A_{s \text{ min}} = 56.7 \text{ cm}^2$$

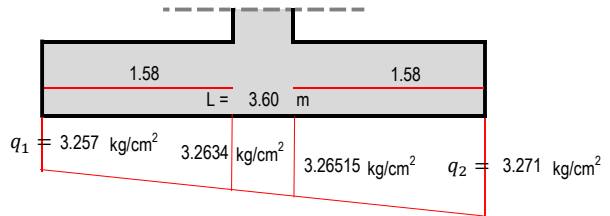
El area de acero y la distribucion final sera:

$$A_s = 72.38 \text{ cm}^2 \quad \phi \text{ 3/4"} \quad @ \quad 0.13 \text{ m} \quad \# \text{barillas} = 28$$

Verificamos el espaciamiento del acero calculado:

$$S_{max} = 0.45 \text{ m} > S = 0.13 \text{ m} \quad \text{Cumple}$$

$$S_{max} = 3h_z = 2.70 \text{ m} > S = 0.13 \text{ m} \quad \text{Cumple}$$



09 DISEÑO DEL REFUERZO LONGITUDINAL POR FLEXION EN LA DIRECCION CORTA

El momento ultimo en la cara de la columna es:

$$M_u = 204.31 \text{ tn-m}$$

El area de acero necesaria en la zapata es:

$$M_u = 0.9 b d^2 f'_c \omega (1 - 0.59 \omega)$$

$$A_s = 69.54 \text{ cm}^2$$

$\omega_1 = 1.6466$
 $\omega_2 = 0.0483$
 $\rho = 0.0024$

Verificamos el area de acero minima:

$$A_{s \text{ min}} = 0.0018 \cdot b \cdot h_z \quad A_{s \text{ min}} = 58.32 \text{ cm}^2$$

El area de acero y la distribucion final sera: $A_s = 69.54 \text{ cm}^2$

El porcentaje de este refuerzo que se debe concentrar debajo de la columna es:

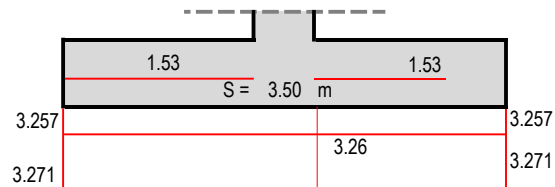
$$\beta_z = \frac{L}{S} = 1.029 \quad \% \text{ de refuerzo} = \frac{2}{\beta_z + 1} = 0.986$$

La distribucion del acero se realizara en una franja de ancho igual a la menor dimension de la zapata, finalmente el area de acero debajo de la columna y la distribucion sera:

$$A_{s \text{ col}} = 68.57 \text{ cm}^2 \quad \phi \text{ 3/4"} \quad @ \quad 0.15 \text{ m} \quad \# \text{barillas} = 24$$

El porcentaje de acero sobrante se colocara en los lados de la franja mencionada anteriormente: $\phi = 0.70$

$$A_{s \text{ ext}} = 0.98 \text{ cm}^2 \quad \phi \text{ 3/4"} \quad @ \quad 0.30 \text{ m} \quad \# \text{barillas} = 1$$



10 VERIFICACION DE LA CONEXIÓN COLUMNA-ZAPATA Y DESARROLLO DEL REFUERZO 1.4

La carga por aplastamiento ultima esta dada por: $P_u = 1.4P_D + 1.7P_L = 615.0 \text{ tn}$ 1.7

En la zapata la resistencia al aplastamiento esta dada por la siguiente expresion: $\phi P_n = \phi 0.85 f'_c \left[\frac{A_z}{4} A_1 \right]$

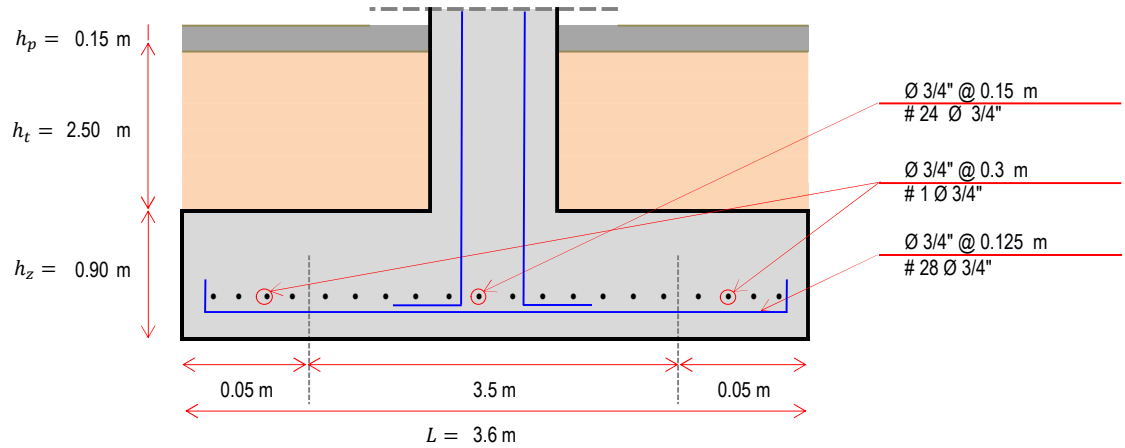
Ademas se debe cumplir que: $\sqrt{\frac{A_z}{A_1}} \leq 2$ y $\phi = 0.70$

$(A_z/A_1)^{0.5} = 7.89 \leq 2$ $(A_z/A_1)^{0.5} = 2.00$

$\phi P_n = 506.0 \text{ tn} > P_u = 615.0 \text{ tn}$ **No Cumple**

11 DISTRIBUCION FINAL DE ACERO EN LA ZAPATA

Vista en elevacion de la zapata - Direccion mas larga



Vista en planta de la zapata

