



Unach
FACULTAD DE CIENCIAS
DE LA EDUCACIÓN,
HUMANAS Y TECNOLOGÍAS
Libres por la Ciencia y el Saber

Unach
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

CARRERA DE
INGENIERÍA CIVIL

Asignatura: Obras Civiles.

Unidad 3:

Diseño estructural de cimentaciones superficiales. (**Diseño de vigas de cimentación**)

Curso:

Octavo Semestre.

Profesor Asignado:

Andrés Marcillo Zapata.

Periodo académico de ejecución:

Noviembre 2021- Marzo 2022.

Índice

1 Zapatas aisladas

1.1 Consideraciones de diseño

1.2 Diseño por corte, flexión y aplastamiento de una zapata

1.3 Ejemplo de aplicación.

2. Zapatas rectangulares.

2.1. Consideraciones de diseño.

2.2 Ejemplo de aplicación.

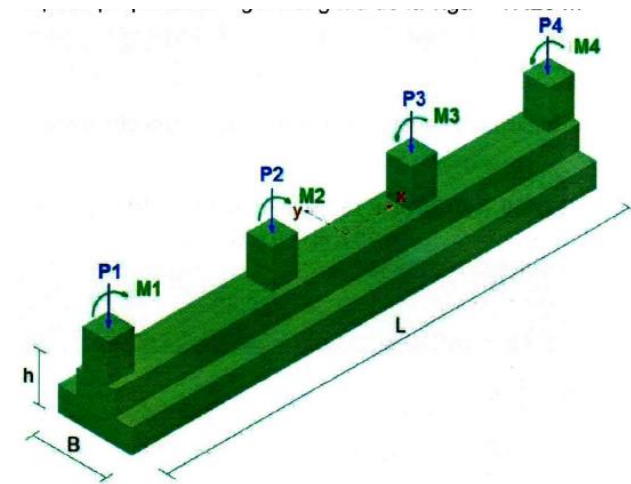
3. Zapatas sujetas a carga axial y momento.

3.1 Diseño considerando una distribución lineal de presiones

Viga de cimentación.

Criterios para el diseño de una zapata.

- Los esfuerzos en el suelo no deben sobrepasar los esfuerzos admisibles bajo condiciones de carga sin factores de mayoración.
- Cuando las combinaciones de carga incluyan efectos de solicitaciones eventuales como sismo y viento, el Factor de seguridad pasara de ser igual a 3 a 2,5.
- En el caso de tener suelo compresibles o consolidables como arcillas y suelos orgánicos, se deberán calcular los asentamientos incluyendo el efecto en el tiempo.
- El recubrimiento mínimo para el acero de refuerzo, cuando el hormigón es fundido en obra y este queda en contacto permanente con el terreno será de 7,5cm.



Fuente: Diseño de cimentaciones, Guerra M.

Índice

1 Zapatas aisladas

1.1 Consideraciones de diseño

1.2 Diseño por corte, flexión y aplastamiento de una zapata

1.3 Ejemplo de aplicación.

2. Zapatas rectangulares.

2.1. Consideraciones de diseño.

2.2 Ejemplo de aplicación.

3. Zapatas sujetas a carga axial y momento.

3.1 Diseño considerando una distribución lineal de presiones

Viga de cimentación

Existen dos fases de diseño para cualquier zapata

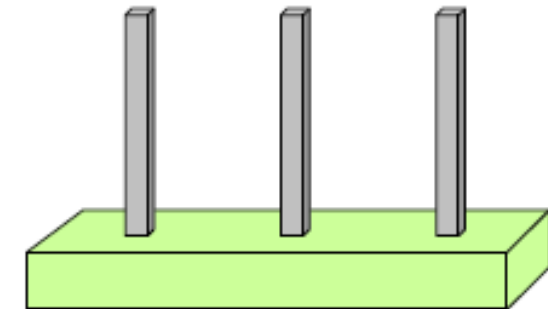
1) Dimensiones a las base de la cimentación.

Para dimensionar la base de la cimentación no hay que mayorar las cargas, el suelo tiene su propio factor de seguridad. La capacidad admisible del terreno nunca será superado por las presiones que se transfieren de la superestructura.

2) Armado de la zapata

En este apartado las cargas se necesitan mayoradas para llevar a al material al estado limite último.

- Corte unidireccional
- Flexión.



Zapata combinada ($N = 2$)

Viga de cimentación ($N > 2$)

Fuente: UPV

Índice

1 Zapatas aisladas

1.1 Consideraciones de diseño

1.2 Diseño por corte, flexión y aplastamiento de una zapata

1.3 Ejemplo de aplicación.

2. Zapatas rectangulares.

2.1. Consideraciones de diseño.

2.2 Ejemplo de aplicación.

3. Zapatas sujetas a carga axial y momento.

3.1 Diseño considerando una distribución lineal de presiones

Viga de cimentación

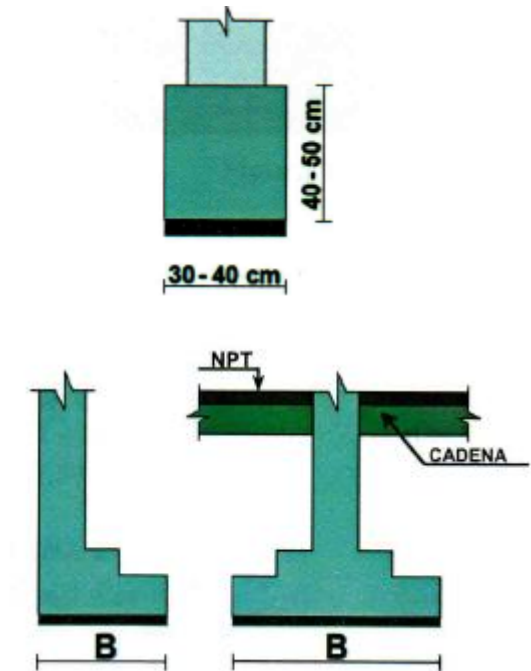
Definición

Viga de cimentación.

Es aquella cimentación que soporta más de dos columnas y que se diseña de tal manera que la armadura de refuerzo debe soportar tanto a flexión como cortante.

Se utilizan generalmente cuando los momentos son grandes y cuando la capacidad admisible es baja. La sección transversal puede ser rectangular o bien adoptar una forma de T invertida con economía de hormigón y acero, pero mayor coste de mano de obra.

En profundidades de 2m se requiere cadena de amarre, y si esta es superficial no requiere cadena de amarre.



Fuente: Diseño de cimentaciones, Guerra M.

Índice

1 Zapatas aisladas

1.1 Consideraciones de diseño

1.2 Diseño por corte, flexión y aplastamiento de una zapata

1.3 Ejemplo de aplicación.

2. Zapatas rectangulares.

2.1. Consideraciones de diseño.

2.2 Ejemplo de aplicación.

3. Zapatas sujetas a carga axial y momento.

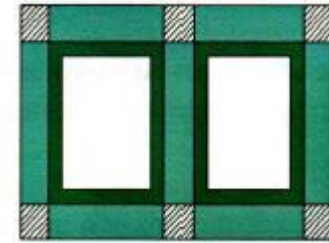
3.1 Diseño considerando una distribución lineal de presiones

Viga de cimentación

Subdivisión.

Bidireccionales:

Cuando las cargas son grandes.



Unidireccionales:

Tienen gran rigidez en el sentido de la viga, en este caso en X pero al otro lado tiene pequeña rigidez. Puede existir giro y el apoyo no se asemeja a empotramiento sino más bien a una articulación.



Fuente: Diseño de cimentaciones, Guerra M.

Índice

1 Zapatas aisladas

1.1 Consideraciones de diseño

1.2 Diseño por corte, flexión y aplastamiento de una zapata

1.3 Ejemplo de aplicación.

2. Zapatas rectangulares.

2.1. Consideraciones de diseño.

2.2 Ejemplo de aplicación.

3. Zapatas sujetas a carga axial y momento.

3.1 Diseño considerando una distribución lineal de presiones

Viga de cimentación.

Diferencias entre cargas de servicio y cargas mayoradas.

Cargas de Servicio

Todas las cargas estáticas o transitorias, que se imponen a un estructura, o elemento de ella durante la puesta en servicio de la edificación, sin factores de carga.

Cargas últimas

- Las acciones, multiplicado por los factores de carga apropiados
- Combinaciones de carga de diseño es la combinación de cargas y fuerzas mayoradas.

Combinación de carga	Ecuación	Carga primaria
$U = 1.4D$	(5.3.1a)	D
$U = 1.2D + 1.6L + 0.5(L_r \text{ o } S \text{ o } R)$	(5.3.1b)	L
$U = 1.2D + 1.6(L_r \text{ o } S \text{ o } R) + (1.0L \text{ o } 0.5W)$	(5.3.1c)	$L_r \text{ o } S \text{ o } R$
$U = 1.2D + 1.0W + 1.0L + 0.5(L_r \text{ o } S \text{ o } R)$	(5.3.1d)	W
$U = 1.2D + 1.0E + 1.0L + 0.2S$	(5.3.1e)	E
$U = 0.9D + 1.0W$	(5.3.1f)	W
$U = 0.9D + 1.0E$	(5.3.1g)	E

Fuente: ACI 318-2019

Índice

1 Zapatas aisladas

1.1 Consideraciones de diseño

1.2 Diseño por corte, flexión y aplastamiento de una zapata

1.3 Ejemplo de aplicación.

2. Zapatas rectangulares.

2.1. Consideraciones de diseño.

2.2 Ejemplo de aplicación.

3. Zapatas sujetas a carga axial y momento.

3.1 Diseño considerando una distribución lineal de presiones

Viga de cimentación

Factores de reducción de resistencia.

El propósito de este factor de reducción de resistencia es considerar la probabilidad de existencia de elementos con una resistencia baja debida a variaciones en resistencia de materiales y dimensiones.

Acción o Elemento Estructural		ϕ	Excepciones
(a)	Momento, fuerza axial o momento y fuerza axial combinados	0.65 a 0.9 de acuerdo con 21.2.2	Cerca de los extremos de elementos pretensados donde los torones no se han desarrollado totalmente, ϕ debe cumplir con 21.2.3.
(b)	Cortante	0.75	Se presentan requisitos adicionales en 21.2.4 para estructuras diseñadas para resistir efectos sísmicos.
(c)	Torsión	0.75	—
(d)	Aplastamiento	0.65	—
(e)	Zonas de anclajes de postensado	0.85	—
(f)	Cartelas y ménsulas	0.75	—
(g)	Puntales, tensores, zonas nodales y áreas de apoyo diseñadas de acuerdo con el método puntal-tensor del Capítulo 23	0.75	—
(h)	Componentes de conexiones de miembros prefabricados controlados por fluencia de los elementos de acero a tracción	0.9	—
(i)	Elementos de concreto simple	0.6	—
(j)	Anclajes en elementos de concreto	0.45 a 0.75 de acuerdo con el Capítulo 17	—

Índice

- 1 Zapatas aisladas
 - 1.1 Consideraciones de diseño
 - 1.2 Diseño por corte, flexión y aplastamiento de una zapata
 - 1.3 Ejemplo de aplicación.
- 2. Zapatas rectangulares.
 - 2.1. Consideraciones de diseño.
 - 2.2 Ejemplo de aplicación.
- 3. Zapatas sujetas a carga axial y momento.
 - 3.1 Diseño considerando una distribución lineal de presiones

Viga de cimentación

Diseñar una viga de cimentación sometida a carga axial y momentos en dirección del eje x, sin tomar en cuenta el peso propio de la viga. Longitud de la viga=17,20m

DATOS

Cargas Columna 1

$$P_{CM} = 90 \text{ t} \quad M_{CM} = 3 \text{ t.m}$$

$$P_{CV} = 37.50 \text{ t} \quad M_{CV} = 1.50 \text{ t.m}$$

Cargas Columna 2

$$P_{CM} = 130 \text{ t} \quad M_{CM} = 4 \text{ t.m}$$

$$P_{CV} = 57.50 \text{ t} \quad M_{CV} = 2.75 \text{ t.m}$$

Cargas Columna 3

$$P_{CM} = 145 \text{ t} \quad M_{CM} = -6 \text{ t.m}$$

$$P_{CV} = 65 \text{ t} \quad M_{CV} = -3 \text{ t.m}$$

Cargas Columna 4

$$P_{CM} = 95 \text{ t} \quad M_{CM} = -3 \text{ t.m}$$

$$P_{CV} = 33 \text{ t} \quad M_{CV} = -1.50 \text{ t.m}$$

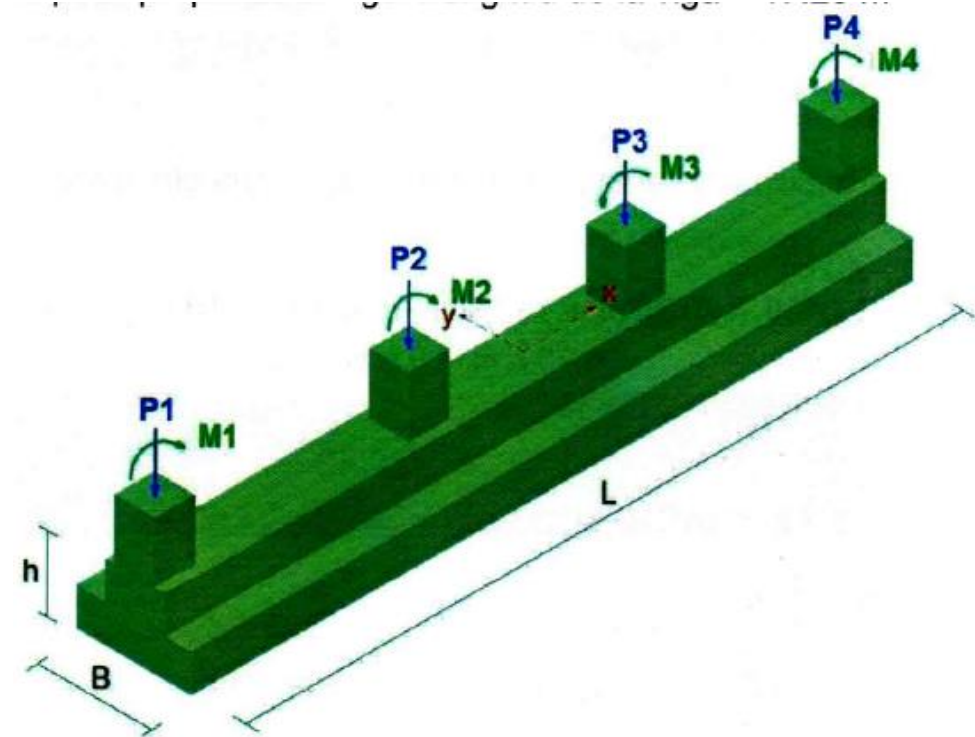
Materiales

$$f'_c = 240 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = 18 \text{ t/m}^2$$

Columnas

$$60 \text{ cm} \times 60 \text{ cm}$$



Índice

1 Zapatas aisladas

1.1 Consideraciones de diseño

1.2 Diseño por corte, flexión y aplastamiento de una zapata

1.3 Ejemplo de aplicación.

2. Zapatas rectangulares.

2.1. Consideraciones de diseño.

2.2 Ejemplo de aplicación.

3. Zapatas sujetas a carga axial y momento.

3.1 Diseño considerando una distribución lineal de presiones

Viga de cimentación

Cargas de servicio

COLUMNA 1

$$P_1 = P_{CM} + P_{CV}$$

$$P_1 = 90 \text{ t} + 37.50 \text{ t}$$

$$P_1 = 127.50 \text{ t}$$

$$M_1 = M_{CM} + M_{CV}$$

$$M_1 = 3 \text{ t.m} + 1.50 \text{ t.m}$$

$$M_1 = 4.50 \text{ t.m}$$

COLUMNA 3

$$P_3 = P_{CM} + P_{CV}$$

$$P_3 = 145 \text{ t} + 65 \text{ t}$$

$$P_3 = 210 \text{ t}$$

$$M_3 = M_{CM} + M_{CV}$$

$$M_3 = -6 \text{ t.m} - 3 \text{ t.m}$$

$$M_3 = -9 \text{ t.m}$$

COLUMNA 2

$$P_2 = P_{CM} + P_{CV}$$

$$P_2 = 130 \text{ t} + 57.50 \text{ t}$$

$$P_2 = 187.50 \text{ t}$$

$$M_2 = M_{CM} + M_{CV}$$

$$M_2 = 4 \text{ t.m} + 2.75 \text{ t.m}$$

$$M_2 = 6.75 \text{ t.m}$$

COLUMNA 4

$$P_4 = P_{CM} + P_{CV}$$

$$P_4 = 95 \text{ t} + 33 \text{ t}$$

$$P_4 = 128 \text{ t}$$

$$M_4 = M_{CM} + M_{CV}$$

$$M_4 = -3 \text{ t.m} - 1.50 \text{ t.m}$$

$$M_4 = -4.50 \text{ t.m}$$

Ubicación de la resultante

$$\sum Fy = R$$

$$P_1 + P_2 + P_3 + P_4 = R$$

$$127.50 \text{ t} + 187.50 \text{ t} + 210 \text{ t} + 128 \text{ t} = R$$

$$R = 653 \text{ t}$$

Realizando sumatoria de momentos respecto al borde izquierdo de la zapata.

$$\sum M_o = 0$$

$$127.50 \text{ t} * 0.30 \text{ m} + 187.50 \text{ t} * 5.30 \text{ m} + 210 \text{ t} * 11.30 \text{ m} + 128 \text{ t} * 16.90 \text{ m} + 4.50 \text{ t.m} \\ + 6.75 \text{ t.m} - 9 \text{ t.m} - 4.50 \text{ t.m} - R * x = 0$$

$$x = 8.524 \text{ m}$$

Índice

- 1 Zapatas aisladas
 - 1.1 Consideraciones de diseño
 - 1.2 Diseño por corte, flexión y aplastamiento de una zapata
 - 1.3 Ejemplo de aplicación.
2. Zapatas rectangulares.
 - 2.1. Consideraciones de diseño.
 - 2.2 Ejemplo de aplicación.
3. Zapatas sujetas a carga axial y momento.
 - 3.1 Diseño considerando una distribución lineal de presiones

Viga de cimentación

Excentricidad

$$e = \frac{L}{2} - x$$

$$e = \frac{17.20 \text{ m}}{2} - 8.524 \text{ m}$$

$$e = 0.076 \text{ m}$$

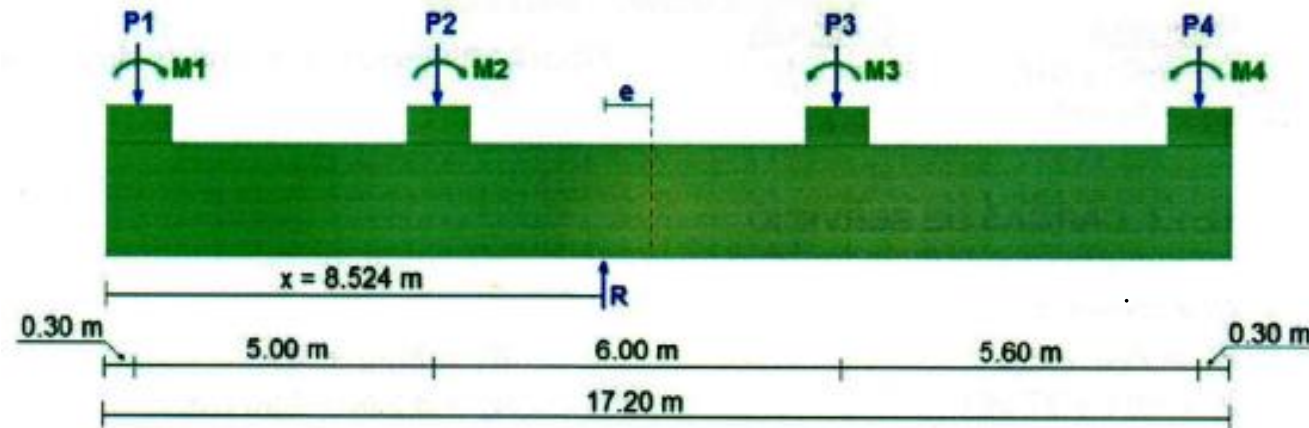


Figura 191 Gráfico de cargas y momentos

Área de cimentación y esfuerzos en el suelo

$$A = \frac{FM \sum P}{q_a}$$

$$FM \approx 1.20$$

$$A = \frac{1.20 \sum P}{q_a} = \frac{1.20 * 653 \text{ t}}{18 \text{ t/m}^2} = 43.53 \text{ m}^2$$

Índice

- 1 Zapatas aisladas
 - 1.1 Consideraciones de diseño
 - 1.2 Diseño por corte, flexión y aplastamiento de una zapata
 - 1.3 Ejemplo de aplicación.
- 2. Zapatas rectangulares.
 - 2.1. Consideraciones de diseño.
 - 2.2 Ejemplo de aplicación.
- 3. Zapatas sujetas a carga axial y momento.
 - 3.1 Diseño considerando una distribución lineal de presiones

Viga de cimentación

Esfuerzos sobre el suelo

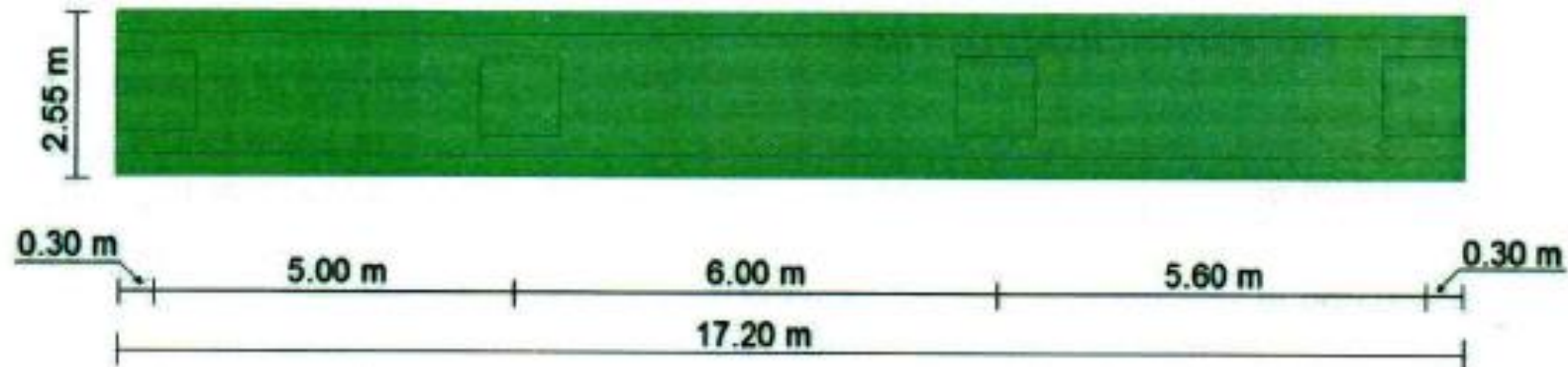
$$q_{s1,2} = \frac{P}{A} \left(1 \pm \frac{6e}{L} \right)$$

DATOS	CÁLCULOS			
B (m)	L (m)	qs 1 (t/m²)	qs 2 (t/m²)	ÁREA (m²)
2.50	17.20	15.59	14.783	43.00
2.55	17.20	15.28	14.49	43.86
2.60	17.20	14.99	14.21	44.72
2.65	17.20	14.71	13.95	45.58
2.70	17.20	14.43	13.69	46.44

Se adopta B=2,55m

$$q_{s1} = 15.28 \text{ t/m}^2 < q_{adm}$$

$$q_{s2} = 14.49 \text{ t/m}^2 < q_{adm}$$



Vista en planta de la viga de cimentación

Índice

- 1 Zapatas aisladas
 - 1.1 Consideraciones de diseño
 - 1.2 Diseño por corte, flexión y aplastamiento de una zapata
 - 1.3 Ejemplo de aplicación.
- 2. Zapatas rectangulares.
 - 2.1. Consideraciones de diseño.
 - 2.2 Ejemplo de aplicación.
- 3. Zapatas sujetas a carga axial y momento.
 - 3.1 Diseño considerando una distribución lineal de presiones

Viga de cimentación

Cargas últimas

COLUMNA 1

$$P_{u1} = 1.4 P_{CM} + 1.7 P_{CV}$$

$$P_{u1} = 1.4 (90 t) + 1.7 (37.50 t)$$

$$P_{u1} = 189.50 t$$

COLUMNA 2

$$P_{u2} = 1.4 P_{CM} + 1.7 P_{CV}$$

$$P_{u2} = 1.4 (130 t) + 1.7 (57.50 t)$$

$$P_{u2} = 279.75 t$$

$$M_{u1} = 1.4 M_{CM} + 1.7 M_{CV}$$

$$M_{u1} = 1.4 (3 t.m) + 1.7 (1.50 t.m)$$

$$M_{u1} = 6.75 t.m$$

$$M_{u2} = 1.4 M_{CM} + 1.7 M_{CV}$$

$$M_{u2} = 1.4 (4 t.m) + 1.7 (2.75 t.m)$$

$$M_{u2} = 10.27 t.m$$

COLUMNA 3

$$P_{u3} = 1.4 P_{CM} + 1.7 P_{CV}$$

$$P_{u3} = 1.4 (145 t) + 1.7 (65 t)$$

$$P_{u3} = 313.50 t$$

COLUMNA 4

$$P_{u4} = 1.4 P_{CM} + 1.7 P_{CV}$$

$$P_{u4} = 1.4 (95 t) + 1.7 (33 t)$$

$$P_{u4} = 189.10 t$$

$$M_{u3} = 1.4 M_{CM} + 1.7 M_{CV}$$

$$M_{u3} = 1.4 (-6 t.m) + 1.7 (-3 t.m)$$

$$M_{u3} = -13.50 t.m$$

$$M_{u4} = 1.4 M_{CM} + 1.7 M_{CV}$$

$$M_{u4} = 1.4 (-3 t.m) + 1.7 (-1.50 t.m)$$

$$M_{u4} = -6.75 t.m$$

Ubicación de la resultante

$$\sum Fy = R_u$$

$$P_{u1} + P_{u2} + P_{u3} + P_{u4} = R_u$$

$$189.50 t + 279.75 t + 313.50 t + 189.10 t = R_u$$

$$R_u = 971.85 t$$

Realizando sumatoria de momentos respecto al borde izquierdo de la zapata.

$$\sum M_{uo} = 0$$

$$189.50 t * 0.30 m + 279.75 t * 5.30 m + 313.50 t * 11.30 m + 189.10 t * 16.90 m + 6.75 t.m + 10.27 t.m - 13.50 t.m - 6.75 t.m - R * x = 0$$

$$x = 8.514 m$$

Índice

1 Zapatas aisladas

1.1 Consideraciones de diseño

1.2 Diseño por corte, flexión y aplastamiento de una zapata

1.3 Ejemplo de aplicación.

2. Zapatas rectangulares.

2.1. Consideraciones de diseño.

2.2 Ejemplo de aplicación.

3. Zapatas sujetas a carga axial y momento.

3.1 Diseño considerando una distribución lineal de presiones

Viga de cimentación

Excentricidad última

$$e = \frac{L}{2} - x$$
$$e = \frac{17.20 \text{ m}}{2} - 8.514 \text{ m}$$
$$e = 0.086 \text{ m}$$

Esfuerzos últimos

$$q_{su1,2} = \frac{P_u}{A} \left(1 \pm \frac{6 e_u}{L} \right)$$
$$q_{su1,2} = \frac{971.85 \text{ t}}{17.20 \text{ m} * 2.55 \text{ m}} \left(1 \pm \frac{6 * 0.086 \text{ m}}{17.20 \text{ m}} \right)$$
$$q_{su1} = 22.823 \frac{\text{t}}{\text{m}^2}$$
$$q_{su2} = 21.493 \frac{\text{t}}{\text{m}^2}$$

Carga distribuida

$$W_1 = q_{su} * B_1$$
$$W_1 = 22.823 \frac{\text{t}}{\text{m}^2} * 2.55 \text{ m}$$
$$W_1 = 58.198 \frac{\text{t}}{\text{m}}$$

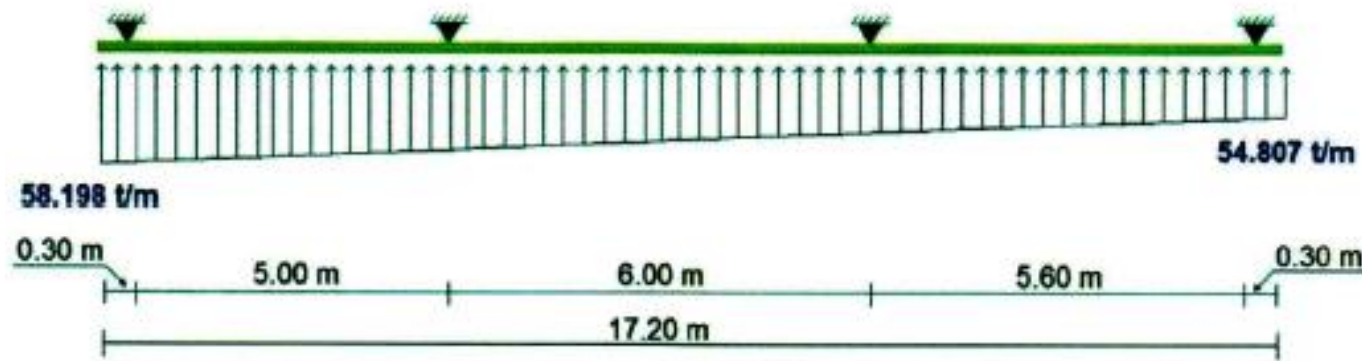
$$W_2 = q_{su} * B_2$$
$$W_2 = 21.493 \frac{\text{t}}{\text{m}^2} * 2.55 \text{ m}$$
$$W_2 = 54.807 \frac{\text{t}}{\text{m}}$$

Índice

- 1 Zapatas aisladas
 - 1.1 Consideraciones de diseño
 - 1.2 Diseño por corte, flexión y aplastamiento de una zapata
 - 1.3 Ejemplo de aplicación.
- 2. Zapatas rectangulares.
 - 2.1. Consideraciones de diseño.
 - 2.2 Ejemplo de aplicación.
- 3. Zapatas sujetas a carga axial y momento.
 - 3.1 Diseño considerando una distribución lineal de presiones

Viga de cimentación

Modelo de zapata como viga



Diseño a flexión



Elegimos el mayor de los momentos para poder dimensionar la d (altura efectiva) de la viga

En la cara de la columna 3

$$M_{u \text{ izq}} = 143.067 \text{ t.m}$$

$$M_{u \text{ der}} = 138.234 \text{ t.m}$$

$$M_{u \text{ máx}} = 143.067 \text{ t.m}$$

Índice

- 1 Zapatas aisladas
 - 1.1 Consideraciones de diseño
 - 1.2 Diseño por corte, flexión y aplastamiento de una zapata
 - 1.3 Ejemplo de aplicación.
- 2. Zapatas rectangulares.
 - 2.1. Consideraciones de diseño.
 - 2.2 Ejemplo de aplicación.
- 3. Zapatas sujetas a carga axial y momento.
 - 3.1 Diseño considerando una distribución lineal de presiones

Viga de cimentación

Diseño a flexión



En la cara de la columna 3

$$M_{u \text{ izq}} = 143.067 \text{ t.m}$$

$$M_{u \text{ der}} = 138.234 \text{ t.m}$$

$$M_{u \text{ máx}} = 143.067 \text{ t.m}$$

Altura de la viga

$$d = \sqrt{\frac{M_u}{\phi R_u b}}$$

$R_u = 45,39 \text{ kg/cm}^2$ de tabla 2

El ancho de viga que se considera es $b_{\text{viga}} = 70.00 \text{ cm}$

$$d = \sqrt{\frac{143.067 \text{ t.m} \cdot 100000}{0.90 \cdot 45.39 \text{ kg/cm}^2 \cdot 70 \text{ cm}}}$$

$$d = 70.73 \text{ cm}$$

Tabla 2 Valores R_u

f'_c (kg/cm^2)	R_u (kg/cm^2)
210	39.72
240	45.39
280	52.96
300	56.74
350	66.19

$$d = 70,73 \text{ cm} \approx 77,50 \text{ cm}$$

Recuerda que falta el recubrimiento que mínimo debe de ser de 7,5cm

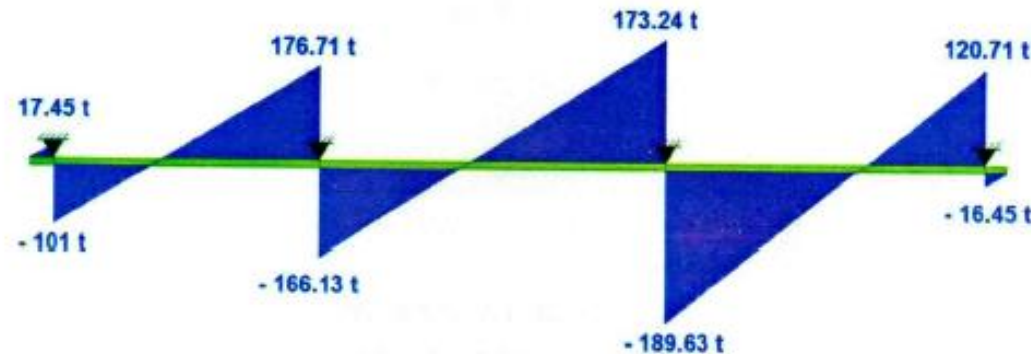
Índice

- 1 Zapatas aisladas
 - 1.1 Consideraciones de diseño
 - 1.2 Diseño por corte, flexión y aplastamiento de una zapata
 - 1.3 Ejemplo de aplicación.
- 2. Zapatas rectangulares.
 - 2.1. Consideraciones de diseño.
 - 2.2 Ejemplo de aplicación.
- 3. Zapatas sujetas a carga axial y momento.
 - 3.1 Diseño considerando una distribución lineal de presiones

Viga de cimentación

Diseño a corte

DIAGRAMA DE CORTE



Esfuerzo de corte de la viga

$$v_{u \text{ máx}} = \frac{V_u}{\phi b d}$$

$$v_{u \text{ máx}} = \frac{132.381 \text{ t} * 1000 \text{ kg}}{0.85 * 70 \text{ cm} * 77.50 \text{ cm}}$$

$$v_{u \text{ máx}} = 28.71 \text{ kg/cm}^2$$

A una distancia de 72,50cm desde la cara de columna

$$V_{u \text{ izq}} = 115.783 \text{ t.m}$$

$$V_{u \text{ der}} = 132.381 \text{ t.m}$$

$$V_{u \text{ máx}} = 132.381 \text{ t.m}$$

$$v_{cu} = 0.53 \sqrt{240 \text{ kg/cm}^2} = 7.87 \text{ kg/cm}^2$$

El esfuerzo de corte en la viga es mayor al esfuerzo que resiste el hormigón por lo que se requiere acero transversal

Índice

- 1 Zapatas aisladas
 - 1.1 Consideraciones de diseño
 - 1.2 Diseño por corte, flexión y aplastamiento de una zapata
 - 1.3 Ejemplo de aplicación.
- 2. Zapatas rectangulares.
 - 2.1. Consideraciones de diseño.
 - 2.2 Ejemplo de aplicación.
- 3. Zapatas sujetas a carga axial y momento.
 - 3.1 Diseño considerando una distribución lineal de presiones

Viga de cimentación

Acero de refuerzo transversal

$$v_s = v_{u \text{ máx}} - v_{cu}$$

$$v_{cu} = 0.53 \sqrt{240 \text{ kg/cm}^2} = 7.87 \text{ kg/cm}^2$$

$$v_s = 28.71 \text{ kg/cm}^2 - 7.87 \text{ kg/cm}^2 = 20.84 \text{ kg/cm}^2$$

$$V_s = v_s \cdot b \cdot d$$

$$V_s = 20.84 \text{ kg/cm}^2 \cdot 70 \text{ cm} \cdot 77.5 \text{ cm}$$

$$V_s = 113057 \text{ kN}$$

$$V_u = \frac{V_s}{\phi}$$

$$V_u = \frac{113057 \text{ kg}}{0.85} = 133008.235 \text{ kg}$$

$$\frac{A_v}{s} = \frac{V_u}{F_y \cdot d} = \frac{133008.235 \text{ kg}}{4200 \text{ kg/cm}^2 \cdot 87.5 \text{ cm}}$$

$$\frac{A_v}{s} = \frac{0.362 \text{ cm}^2}{\text{unidad de longitud}}$$

Índice

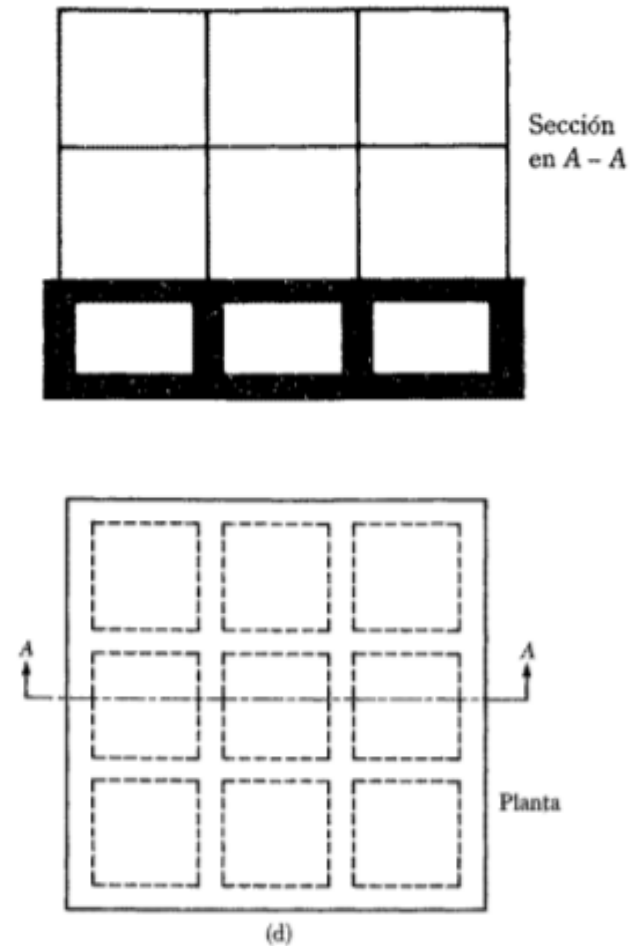
- 1 Zapatas aisladas
 - 1.1 Consideraciones de diseño
 - 1.2 Diseño por corte, flexión y aplastamiento de una zapata
 - 1.3 Ejemplo de aplicación.
- 2. Zapatas rectangulares.
 - 2.1. Consideraciones de diseño.
 - 2.2 Ejemplo de aplicación.
- 3. Zapatas sujetas a carga axial y momento.
 - 3.1 Diseño considerando una distribución lineal de presiones

Cimentación por sustitución de peso o compensadas

Cuando un edificio vaya a disponer de sótanos y cuando se vaya a cimentar por medio de losas de cimentación. Es posible que el peso de las tierras excavadas sea semejante a peso del edificio.

En este caso , la presión unitaria neta que transmitirá la losa al terreno será del mismo orden de magnitud que la presión efectiva preexistente, y los asentamiento probablemente se presentaran pero en pequeña cantidad.

A esta situación en particular se le denomina cimentación compensada.



▼ FIGURA 5.2 (Continuación) (d) Losa con muro de sótano

Índice

- 1 Zapatas aisladas
 - 1.1 Consideraciones de diseño
 - 1.2 Diseño por corte, flexión y aplastamiento de una zapata
 - 1.3 Ejemplo de aplicación.
- 2. Zapatas rectangulares.
 - 2.1. Consideraciones de diseño.
 - 2.2 Ejemplo de aplicación.
- 3. Zapatas sujetas a carga axial y momento.
 - 3.1 Diseño considerando una distribución lineal de presiones

Cimentación por sustitución de peso o compensadas

CARACTERÍSTICAS

Con las cimentaciones compensadas se busca reducir el incremento neto de cargas aplicadas al subsuelo, mediante excavaciones del terreno y uso de una cajón desplantado a cierta profundidad

Según que incremento de carga aplicamos al suelo en la base el cajón, el resultante puede ser positivo, nulo o negativo, la cimentación se denomina parcialmente compensada, compensada o sobre compensada

Índice

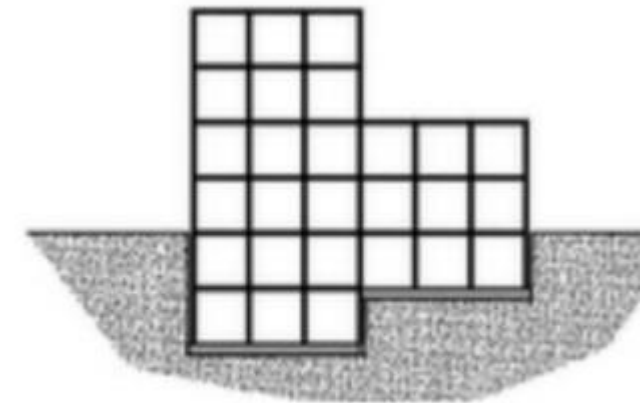
- 1 Zapatas aisladas
 - 1.1 Consideraciones de diseño
 - 1.2 Diseño por corte, flexión y aplastamiento de una zapata
 - 1.3 Ejemplo de aplicación.
- 2. Zapatas rectangulares.
 - 2.1. Consideraciones de diseño.
 - 2.2 Ejemplo de aplicación.
- 3. Zapatas sujetas a carga axial y momento.
 - 3.1 Diseño considerando una distribución lineal de presiones

Cimentación por sustitución de peso o compensadas

CARACTERÍSTICAS

Para el cálculo del incremento de carga transmitido por este tipo de cimentaciones y la revisión de los estados límites de servicio, el peso de la estructura a considerar será: la suma de la carga muerta, incluyendo el peso propio de las subestructura, mas la carga viva, menos el peso total del suelo excavado.

El calculo anterior deberá realizarse con precisión tomando en cuenta que los asentamientos son muy sensibles a pequeños incrementos de carga neta.



Cimentación compensada

El volumen de sótano es
proporcional al volumen de edificio
sobre él

Índice

1 Zapatas aisladas

1.1 Consideraciones de diseño

1.2 Diseño por corte, flexión y aplastamiento de una zapata

1.3 Ejemplo de aplicación.

2. Zapatas rectangulares.

2.1. Consideraciones de diseño.

2.2 Ejemplo de aplicación.

3. Zapatas sujetas a carga axial y momento.

3.1 Diseño considerando una distribución lineal de presiones

Cimentación por sustitución de peso o compensadas

Para realizar un cimentación compensada se debe

1) Disponer de un número variable de sótanos proporcional al número de plantas por encima de la superficie del terreno.

2) Usar juntas estructurales entre las diferentes zonas del edificio, haciendo que el centro de gravedad de la estructura en cada zona coincida con el centro de gravedad de las losas de manera que se reduzca cualquier tendencia al giro.

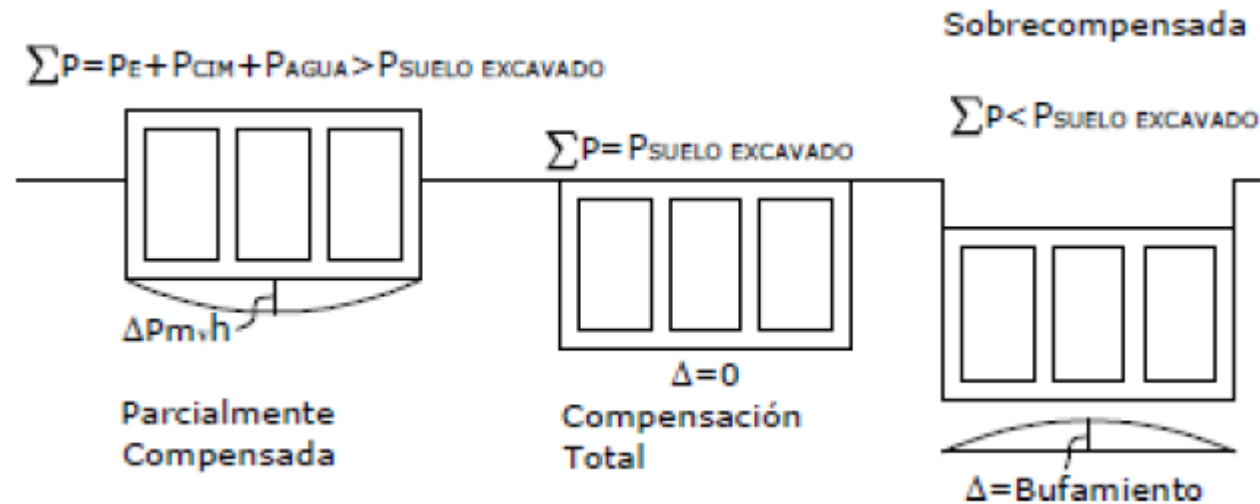
3) Analizar los asentamientos inducidos sobre las construcciones colindantes. (análisis de estabilidad de los taludes generados)

Índice

- 1 Zapatas aisladas
 - 1.1 Consideraciones de diseño
 - 1.2 Diseño por corte, flexión y aplastamiento de una zapata
 - 1.3 Ejemplo de aplicación.
- 2. Zapatas rectangulares.
 - 2.1. Consideraciones de diseño.
 - 2.2 Ejemplo de aplicación.
- 3. Zapatas sujetas a carga axial y momento.
 - 3.1 Diseño considerando una distribución lineal de presiones

Cimentación por sustitución de peso o compensadas

Tipo de compensación



Cimentación parcialmente compesada
 $W_{suelo} < W_{estructura}$

Cimentación compensada al 100%
 $W_{suelo} = W_{estructura}$

Cimentación sobrecompensada
 $W_{suelo} > W_{estructura}$

Índice

- 1 Zapatas aisladas
 - 1.1 Consideraciones de diseño
 - 1.2 Diseño por corte, flexión y aplastamiento de una zapata
 - 1.3 Ejemplo de aplicación.
- 2. Zapatas rectangulares.
 - 2.1. Consideraciones de diseño.
 - 2.2 Ejemplo de aplicación.
- 3. Zapatas sujetas a carga axial y momento.
 - 3.1 Diseño considerando una distribución lineal de presiones

Cimentación por sustitución de peso o compensadas

Asentamiento en un losa compensada.

El factor de seguridad para lo asentamientos de las losa puede ser calculados con las mismas expresiones que las utilizadas para las zapatas, pero existe una serie de consideraciones particulares en función de las dimensiones del cimiento y de la naturaleza del terreno.

$$q_u = cN_c + qN_q + \frac{1}{2}\gamma BN_\gamma$$

Si la losa se apoya sobre un terreno arenoso denso o medianamente denso la determinación de la carga de asentamientos conduce a valores muy elevados. Si el terreno es granular y presenta ningún tipo de cohesión, puede producirse en el borde de la cimentación una plastificación local si las losas esta apoyada muy superficialmente sobre el terreno.

Índice

- 1 Zapatas aisladas
 - 1.1 Consideraciones de diseño
 - 1.2 Diseño por corte, flexión y aplastamiento de una zapata
 - 1.3 Ejemplo de aplicación.
- 2. Zapatas rectangulares.
 - 2.1. Consideraciones de diseño.
 - 2.2 Ejemplo de aplicación.
- 3. Zapatas sujetas a carga axial y momento.
 - 3.1 Diseño considerando una distribución lineal de presiones

Cimentación por sustitución de peso o compensadas

Asentamiento en un losa compensada.

El asentamiento de una losa de cimentación se reduce decreciendo el incremento de presión neta sobre el suelo, lo que se hace aumentando la profundidad de empotramiento .

La presión neta promedio aplicada sobre el suelo es igual a:

$$q = \frac{Q}{A} - \gamma D_f$$

Para no tener incrementos en la presión neta del suelo sobre un suelo bajo una cimentación compensada, q debe ser igual a 0 por lo tanto.

$$D_f = \frac{Q}{A\gamma}$$

Esta relación de para D_f se denomina usualmente la profundidad de una cimentación totalmente compensada.

Índice

- 1 Zapatas aisladas
 - 1.1 Consideraciones de diseño
 - 1.2 Diseño por corte, flexión y aplastamiento de una zapata
 - 1.3 Ejemplo de aplicación.
- 2. Zapatas rectangulares.
 - 2.1. Consideraciones de diseño.
 - 2.2 Ejemplo de aplicación.
- 3. Zapatas sujetas a carga axial y momento.
 - 3.1 Diseño considerando una distribución lineal de presiones

Cimentación por sustitución de peso o compensadas

Asentamiento en un losa compensada.

El factor de seguridad contra falla por capacidad de carga para cimentaciones parcialmente compensadas (es decir, $D_f < Q / A\gamma$) se expresa como

$$FS = \frac{q_{neta}}{\frac{Q}{A} - \gamma D_f}$$

Para arcillas saturadas, el factor de seguridad contra falla por capacidad de carga se obtiene con la siguiente ecuación.

$$FS = \frac{5,14C_u(1 + \frac{0,195B}{L})(1 + 0,4\frac{D_f}{B})}{\frac{Q}{A} - \gamma D_f}$$

Índice

- 1 Zapatas aisladas
 - 1.1 Consideraciones de diseño
 - 1.2 Diseño por corte, flexión y aplastamiento de una zapata
 - 1.3 Ejemplo de aplicación.
- 2. Zapatas rectangulares.
 - 2.1. Consideraciones de diseño.
 - 2.2 Ejemplo de aplicación.
- 3. Zapatas sujetas a carga axial y momento.
 - 3.1 Diseño considerando una distribución lineal de presiones

Cimentación por sustitución de peso o compensadas

Ejercicios de aplicación

Considere una losa de cimentación con dimensiones de 18mx12m. La carga muerta y viva combinada sobre la losa de cimentación es de 44,5MN. La losa se colocará sobre una arcilla con $C_u=40,7\text{kN/m}^2$ y $\gamma =17,6\text{kN/m}^3$. Encuentre la profundidad de la losa para una zapata totalmente compensada

$$D_f = \frac{Q}{A\gamma}$$

$$D_f = \frac{44.5 \text{ mN} \times 10^3 \left(\frac{\text{kN}}{\text{mN}}\right)}{(18\text{m} \times 12\text{m}) \left(17.6 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}\right)}$$

$$D_f = 11.7056 \text{ m}$$

Índice

- 1 Zapatas aisladas
 - 1.1 Consideraciones de diseño
 - 1.2 Diseño por corte, flexión y aplastamiento de una zapata
 - 1.3 Ejemplo de aplicación.
- 2. Zapatas rectangulares.
 - 2.1. Consideraciones de diseño.
 - 2.2 Ejemplo de aplicación.
- 3. Zapatas sujetas a carga axial y momento.
 - 3.1 Diseño considerando una distribución lineal de presiones

Cimentación por sustitución de peso o compensadas

Ejercicios de aplicación

Del ejercicio anterior cual será la profundidad D_f de la losas para un $FS=3$ contra la falla por capacidad de carga? Y siendo conscientes de que nos estamos enfrentando a una zapata parcialmente compensado

$$FS = \frac{5.14 c_u \left(1 + \frac{0.195B}{L}\right) \left(1 + 0.4 \frac{D_f}{B}\right)}{\frac{Q}{A} - \gamma D_f}$$

$$3 = \frac{5.14 \left(40.7 \frac{kN}{m^2}\right) \left(1 + \frac{0.195(12m)}{18m}\right) \left(1 + 0.4 \frac{D_f}{12m}\right)}{\frac{44.5mN * 10^3 \left(\frac{kN}{m^2}\right)}{(18m * 12m)} - 17.6 \left(\frac{kN}{m^3}\right) D_f}$$

$$D_f = 5.25m$$

Índice

- 1 Zapatas aisladas
 - 1.1 Consideraciones de diseño
 - 1.2 Diseño por corte, flexión y aplastamiento de una zapata
 - 1.3 Ejemplo de aplicación.
- 2. Zapatas rectangulares.
 - 2.1. Consideraciones de diseño.
 - 2.2 Ejemplo de aplicación.
- 3. Zapatas sujetas a carga axial y momento.
 - 3.1 Diseño considerando una distribución lineal de presiones

Cimentación por sustitución de peso o compensadas

Ejercicios de aplicación

Se trata de un edificio de 6 nivel sobre el nivel de desplante que lleva 1m de relleno y dos sótanos. De 0 a 1m se localiza un suelo con un $\gamma=1,8\text{ton/m}^3$, y de 1 a 6m se localiza un $\gamma=1,45\text{ton/m}^3$, el cajón que se implantará tendrá 12m de base por 25m de largo, la carga viva y muerta combinada de cada piso es igual a 1ton/m^2 .

		6	
		5	
		4	
1ton/m ²		3	
		2	
		1	
1m	NF	Relleno	$\gamma = 1,8\text{ton/m}^3$
5m	1,20	Sótano 1	$\gamma = 1,45\text{ton/m}^3$
		Sótano 2	

$$q = \gamma * D1 + D2(\gamma_{sat} - \gamma_w)$$

$$q = 1,8 * 1 + 1,45 * 0,2 + 4,80(1,45 - 1)$$

$$q = W_{\text{suelo excavado}} = 4,25\text{ton/m}^2$$

$$q_w = \gamma_w * H$$

$$q_w = 1 * 4,8$$

$$q_w = \text{subpresión} = 4,8\text{ton/m}^2$$

$$W_{\text{suelo excavado}} + \text{subpresión} = 4,25 + 4,8 = 9,05\text{ton/m}^2$$

$$W_{\text{suelo excavado}} > W_{\text{estructura}}$$

$$9,05\text{ton/m}^2 > 9,00\text{ton/m} \therefore \text{Sobrecompensada}$$



Unach
FACULTAD DE CIENCIAS
DE LA EDUCACIÓN,
HUMANAS Y TECNOLOGÍAS
Libres por la Ciencia y el Saber

Unach
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

CARRERA DE
INGENIERÍA CIVIL

Asignatura: Obras Civiles.

Unidad 3:

Diseño estructural de cimentaciones superficiales

Curso:

Octavo Semestre.

Profesor Asignado:

Andrés Marcillo Zapata.

Periodo académico de ejecución:

Noviembre 2021- Marzo 2022.