



**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 zapatas con viga de enlace**)

### **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.

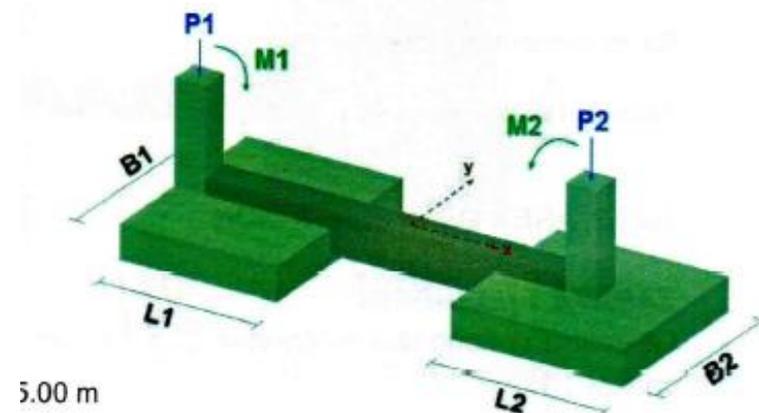
3. Zapatas sujetas a carga axial y momento.

3.1 Diseño considerando una distribución lineal de presiones

## Zapata con viga de enlace.

### 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

## 1. Zapatas con viga de enlace.

Existen dos fases de diseño para cualquier zapata

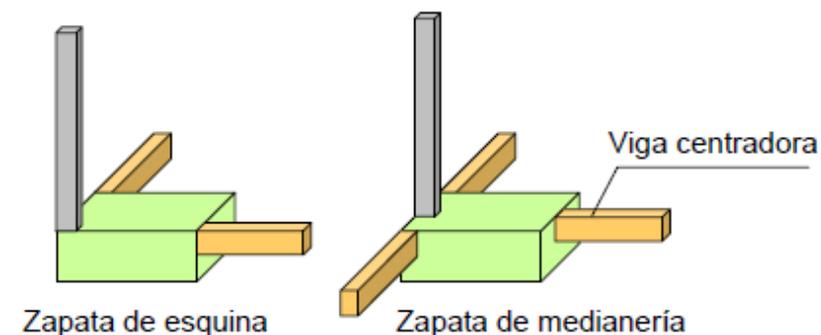
### 1) Dimensiones a las base de la cimentación.

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
- Corte bidireccional o punzonamiento
- Flexión.



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.

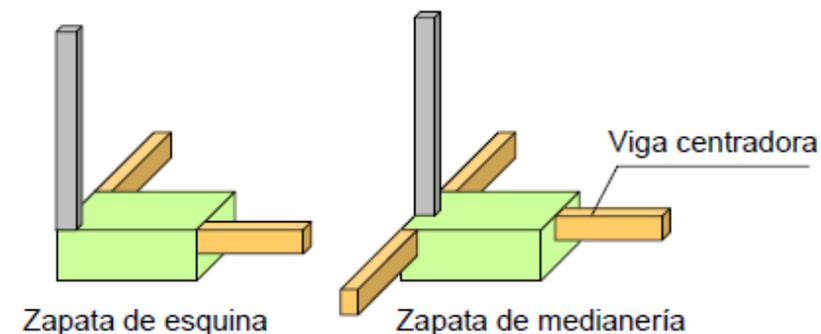
3. Zapatas sujetas a carga axial y momento.

3.1 Diseño considerando una distribución lineal de presiones

## 1. Zapatas con viga de enlace.

Cuando se utiliza

Cuando la una zapata aislada no puede centrarse bajo una columna exterior, consiste en colocar la zapata para la columna exterior en forma excéntrica y conectarla con la zapata de la columna interior mas cercana mediante un viga de amarre, esta viga esta balanceada por la carga de la columna interior. Resiste la tendencia a la inclinación de la zapata y uniformiza las presiones bajo esta.



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.

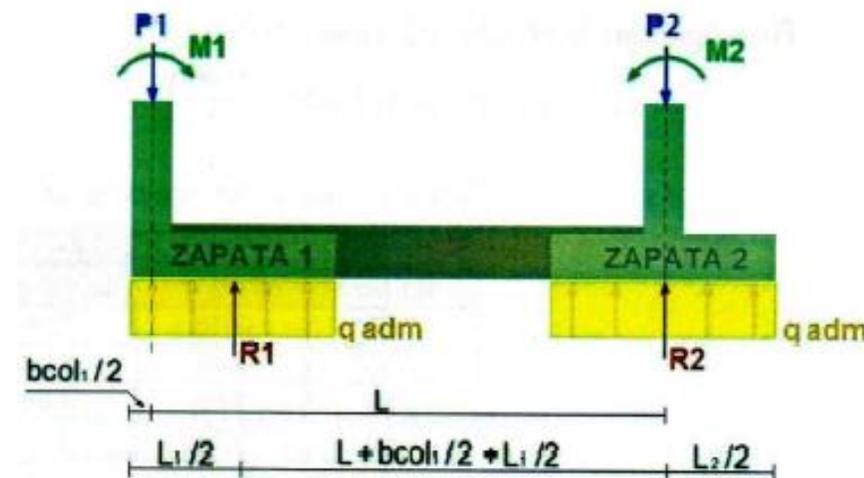
3.1 Diseño considerando una distribución lineal de presiones

## 1. Zapatas con viga de enlace.

Cuando se utiliza

La zapata exterior se coloca en forma excéntrica bajo su columna de manera que no sobresalga más allá del límite de la propiedad, esta excentricidad genera una distribución muy dispereja de presiones de contacto, que podría llevar al volcamiento de la zapata. Por eso se utiliza la viga de enlace.

Las dos zapatas se dimensionan de manera que, bajo la carga de servicio, las presiones en cada una de ellas sean uniformes e iguales entre sí, que el centroide de las dos áreas combinadas coincida con la resultante de las cargas de las columnas



## 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

## 1 Zapatas con viga de enlace.

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)	$E$

## 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

## 1. Zapatas con viga de enlace.

### 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	$\phi$	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, $\phi$ 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	—

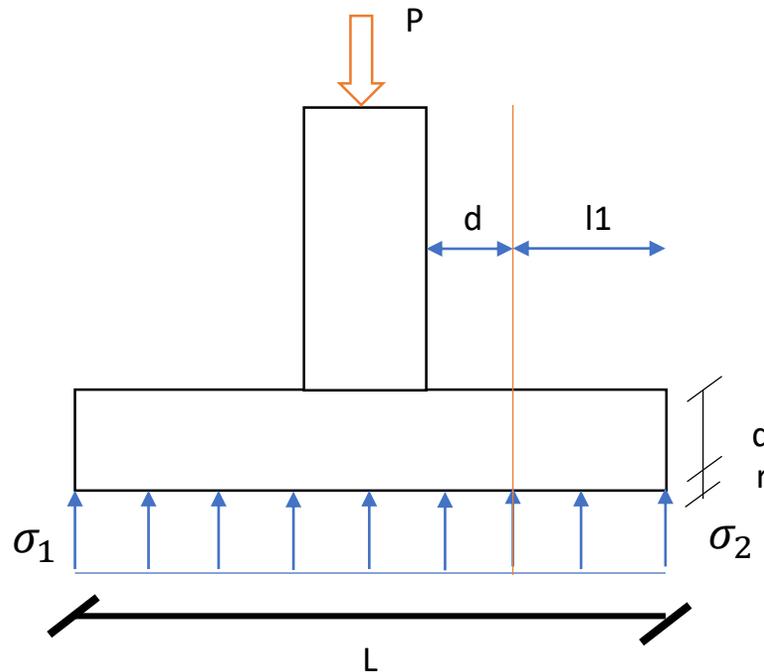
## Índice

- 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

## Diseño de zapata con viga de enlace

Diseño del armadura de zapatas con viga de enlace sometidas a carga axial (**corte unidireccional**)

La sección crítica de cortante como viga se ubica a una distancia “d”(peralte) medida desde la cara de la columna.



$$\vartheta_{act} = \frac{Vu}{\phi \cdot B \cdot d}$$

$$\vartheta_{hormigón} = \frac{\sqrt{f'c}}{6} \text{ en MPa}$$

$$\vartheta_{act} \leq \vartheta_{hormigón}$$

Donde:

d=peralte efectivo

r= recubrimiento

L= longitud paralela al eje del análisis

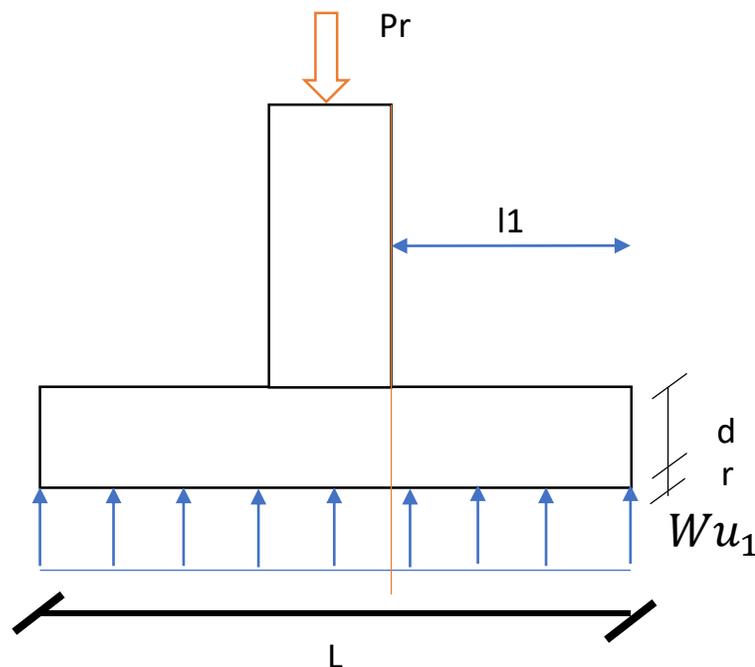
B= longitud perpendicular al eje de análisis

## 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

## Diseño de zapata con viga de enlace

Diseño del armada de zapatas con viga de enlace sometidas a carga axial (**Flexión**)  
La sección crítica para el diseño a flexión se ubica en la cara de columna.



$$Wu_1 = \frac{Pu_1}{L} \quad Mu_1 = \frac{Wu_1 * l_1^2}{2}$$

$$\rho_{cal} = 0,85 \frac{f'c}{Fy} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2Mu}{0,85 \cdot \phi \cdot f'c \cdot b \cdot d^2}} \right)$$

$$\rho_{min} = \frac{1.4}{Fy} \text{ en MPa}$$

$$\rho_{cal} = \frac{As}{b * d}$$

Donde:

d=peralte efectivo

r= recubrimiento

B= longitud paralela al eje de análisis

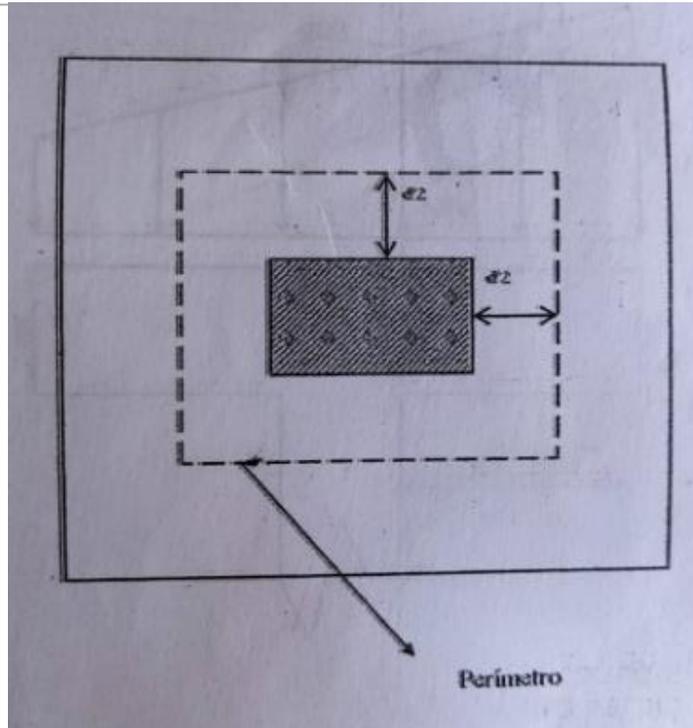
## Índice

- 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

## Diseño de zapata con viga de enlace

Diseño del armadura de zapatas con viga de enlace sometidas a carga axial (**punzonamiento**)

La sección crítica por punzonamiento se tiene a  $d/2$  "peralte" de la cara de columna, tanto en el eje x como el en eje y.



$$Perimetro = [(a+b)+(b+d)] * 2$$

$$\vartheta_{cal} = \frac{Pu}{\phi \cdot Perimetro \cdot d}$$

$$\vartheta_{punz} = \frac{\sqrt{f'c}}{3} \text{ en Mpa}$$

$$\vartheta_{cal} \leq \vartheta_{punz}$$

Donde:

d=peralte efectivo

r= recubrimiento

a= dimensión de columna x

b= dimensión de columna y

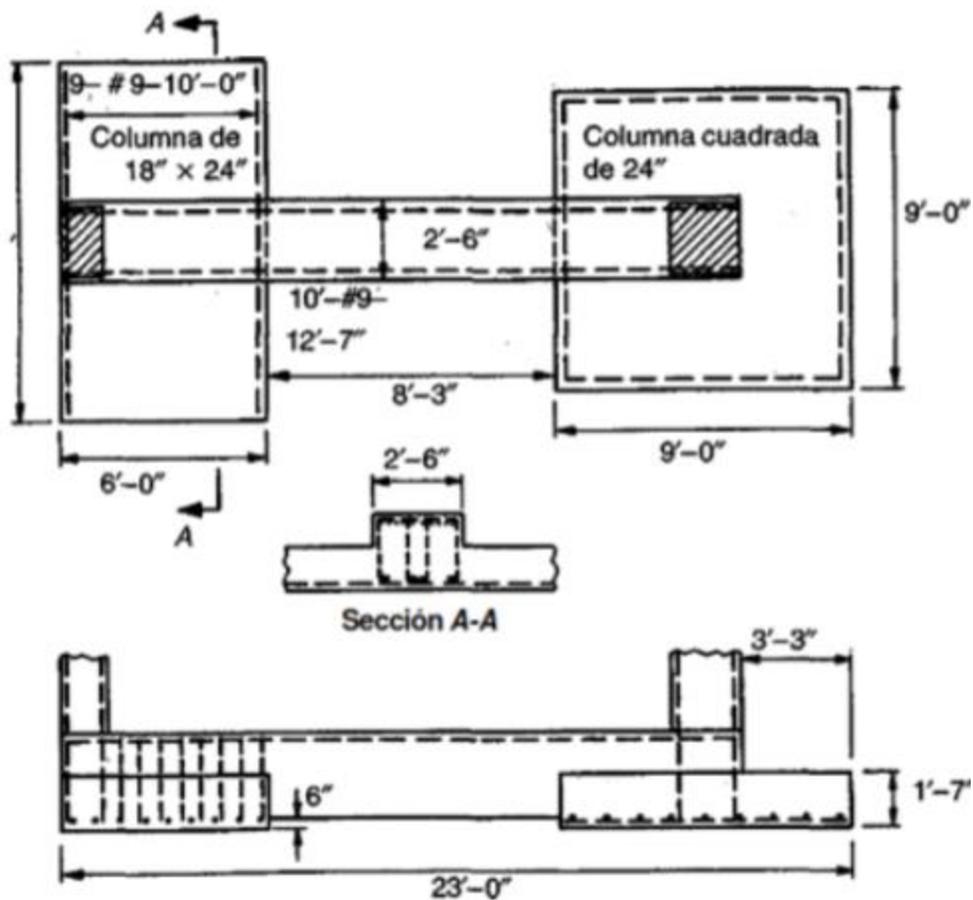
Pu= Carga axial última.

## 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

## Diseño de zapata con viga de enlace

### Disposición del armado de una viga de amarre



## 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

## Diseño de zapata con viga de enlace

Diseñar una zapata con viga sometida a carga axial, sin tomar el cuenta el peso propio del elemento, la distancia entre eje de columnas es de  $L=5,00\text{m}$

### DATOS

#### Cargas Columna 1

$$P_{CM} = 70 \text{ t}$$

$$P_{CV} = 40 \text{ t}$$

#### Cargas Columna 2

$$P_{CM} = 89 \text{ t}$$

$$P_{CV} = 51 \text{ t}$$

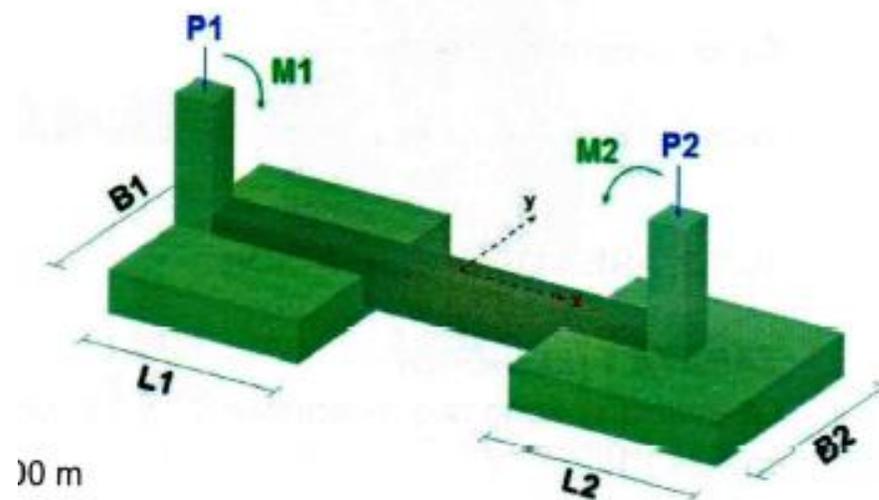
#### Materiales

$$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = 19 \text{ t/m}^2$$

#### Columna

$$50 \text{ cm} \times 50 \text{ cm}$$

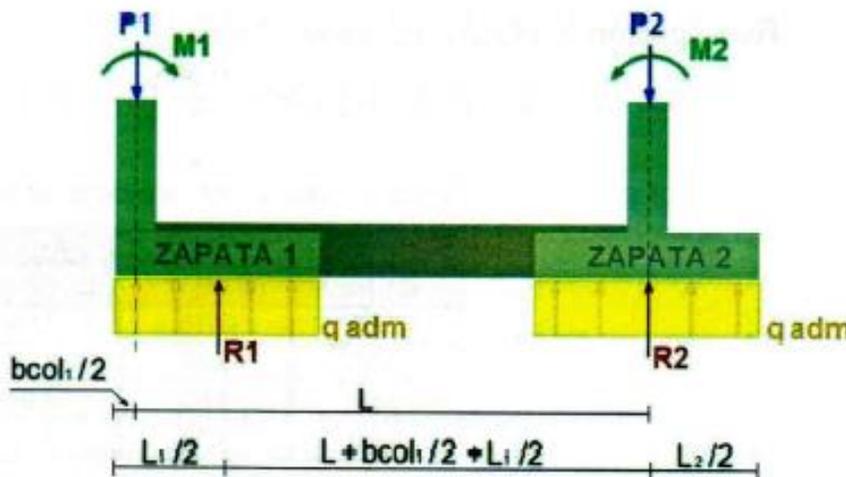


## Índice

- 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

## Diseño de zapata con viga de enlace

### Diagrama de cargas y esfuerzos



$$R_1 = q_{adm} (B_1 * L_1)$$

$$R_2 = q_{adm} (B_2 * L_2)$$

$$B_1 = \frac{R_1}{q_{adm} * L_1}$$

$$\sum M_2 = 0$$

$$R_1 \left( L + \frac{b_{col1}}{2} - \frac{L_1}{2} \right) - P_1 L + M_1 - M_2 = 0$$

$$R_1 = q_{adm} B_1 L_1$$

$$q_{adm} B_1 L_1 \left( L + \frac{b_{col1}}{2} - \frac{L_1}{2} \right) - P_1 L + M_1 - M_2 = 0$$

$$q_{adm} B_1 L_1 L + q_{adm} B_1 L_1 \frac{b_{col1}}{2} - q_{adm} B_1 \frac{L_1^2}{2} - P_1 L + M_1 - M_2 = 0$$

$$2q_{adm} B_1 L_1 L + 2q_{adm} B_1 L_1 \frac{b_{col1}}{2} - q_{adm} B_1 L_1^2 - 2P_1 L + 2M_1 - 2M_2 = 0$$

$$q_{adm} B_1 L_1^2 - 2q_{adm} B_1 \left( L + \frac{b_{col1}}{2} \right) L_1 + 2P_1 L - 2M_1 + 2M_2 = 0$$

Sin considerar momentos

$$q_{adm} B_1 L_1^2 - 2q_{adm} B_1 \left( L + \frac{b_{col1}}{2} \right) L_1 + 2P_1 L = 0$$

## 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

## Diseño de zapata con viga de enlace

Carga de servicio

### COLUMNA 1

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

$$P_1 = 70 t + 40 t$$

$$P_1 = 110 t$$

### COLUMNA 2

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

$$P_2 = 89 t + 51 t$$

$$P_2 = 140 t$$

Área de la cimentación (Zapata 1 lindero)

$$q_{adm} B_1 L_1^2 - 2 q_{adm} B_1 \left( L + \frac{b_{col1}}{2} \right) L_1 + 2 P_1 L = 0$$

Reemplazando el valor de  $q_{adm} = 19 t/m^2$

$$(19.00) B_1 L_1^2 - 2 (19.00) B_1 \left( 5.00 + \frac{0.50}{2} \right) L_1 + 2 (110)(5.00) = 0$$

DATOS		CÁLCULOS	
B1 (m)	L1 (1) (m)	L1 (2) (m)	ÁREA (m <sup>2</sup> )
2.50	3.15	7.35	7.88
3.00	2.38	8.13	7.14
3.50	1.93	8.57	6.76
4.00	1.63	8.87	6.52

Se escoge la zapata de 3,00m x 2,38m ya que es la sección más uniforme y que presenta menor área

Zapata 2 (interior)

$$\sum Fy = R$$

$$P_1 + P_2 = R_1 + R_2$$

$$110 t + 140 t = 19.00 \frac{t}{m^2} (2.38 * 3.00) m^2 + 19.00 t/m^2 * A_2$$

$$R_1 = 19.00 t/m^2 (2.38 * 3.00) m^2 = 135.66 t$$

$$R_2 = 19.00 t/m^2 * 6.02 m^2 = 114.34 t$$

$$A_2 = \frac{114.34 t}{19.00 t/m^2} = 6.02 m^2$$

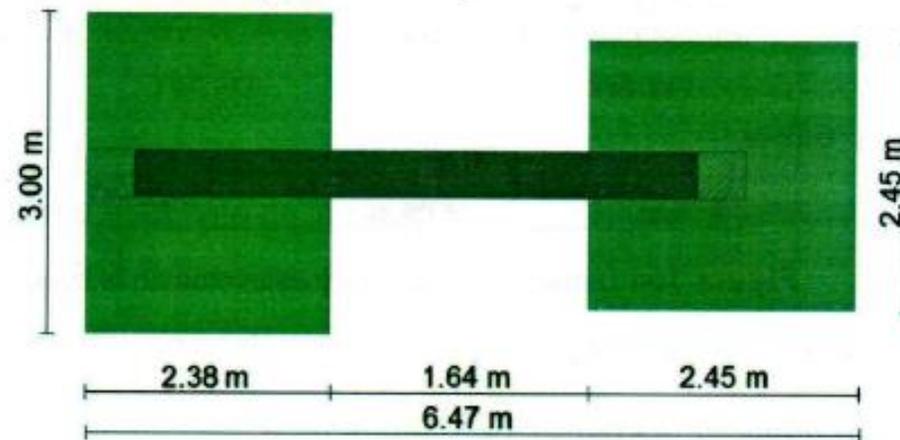
$$B_2 = \sqrt{A_2} = \sqrt{6.02} = 2.45 m$$

## 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

## Diseño de zapata con viga de enlace

Vista en planta de las zapatas dimensionadas



Cargas últimas

No se toma en cuenta los momentos ya que la viga esta para absorber estas sollicitaciones

Esfuerzos últimos en el suelo

### COLUMNA 1

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

$$P_{u1} = 1.4 (70 t) + 1.7 (40 t)$$

$$P_{u1} = 166.00 t$$

### COLUMNA 2

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

$$P_{u2} = 1.4 (89 t) + 1.7 (51 t)$$

$$P_{u2} = 211.30 t$$

$$q_{su} = \frac{\sum P_u}{\sum A}$$

$$q_{su} = \frac{166.00 t + 211.30 t}{(3.00 * 2.38) m^2 + (2.45 m)^2} = 28.67 \frac{t}{m^2}$$

$$W_1 = q_{su} * B_1$$

$$W_1 = 28.67 t/m^2 * 3.00 m$$

$$W_1 = 86.01 t/m$$

$$W_2 = q_{su} * B_2$$

$$W_2 = 28.67 t/m^2 * 2.45 m$$

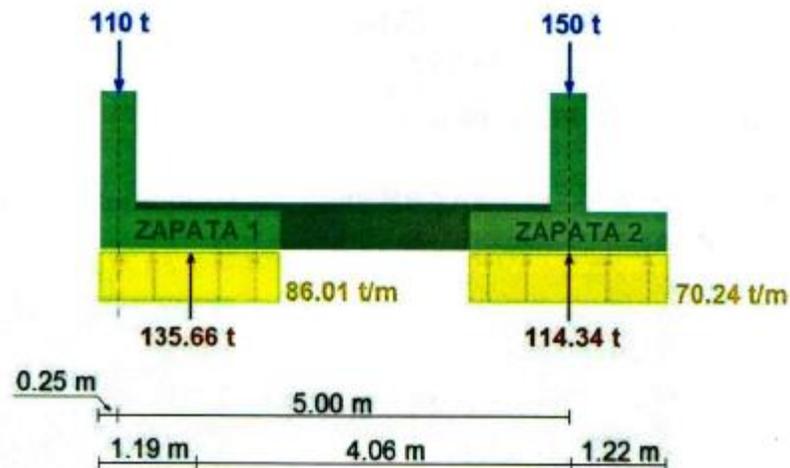
$$W_2 = 70.24 t/m$$

## Índice

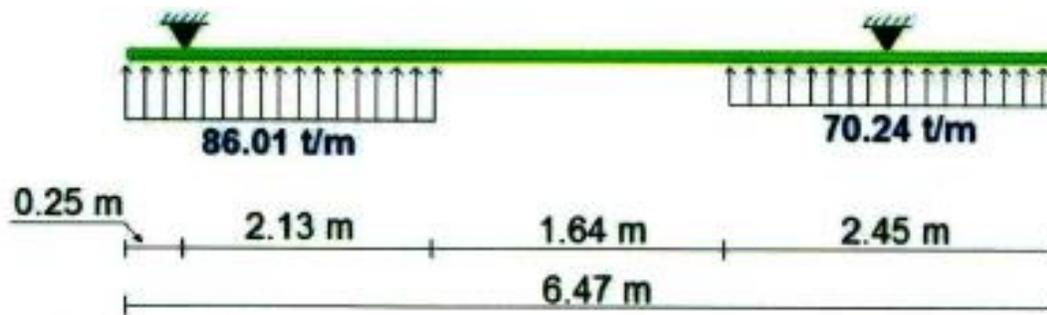
- 1 Zapatas aisladas
  - 1.1 Consideraciones de diseño
  - 1.2 Diseño por corte, flexión y aplastamiento de una zapata
  - 1.3 Ejemplo de aplicación.
- 2. Zapatas rectangulares.
  - 2.1. Consideraciones de diseño.
  - 2.2 Ejemplo de aplicación.
- 3. Zapatas sujetas a carga axial y momento.
  - 3.1 Diseño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

## Diseño de zapata con viga de enlace

Diagrama de cargas y esfuerzos sobre el suelo



Modelo de zapata como viga



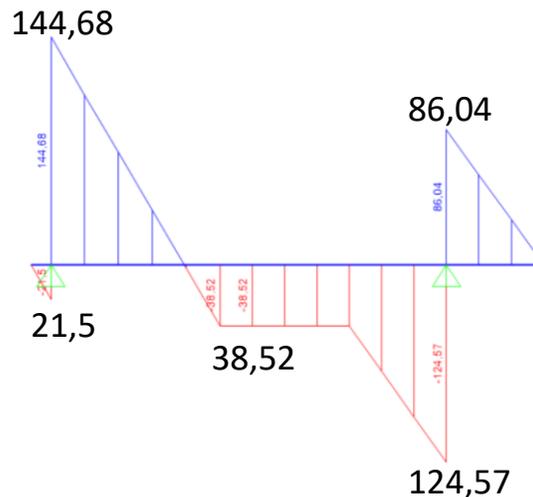
## Índice

- 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

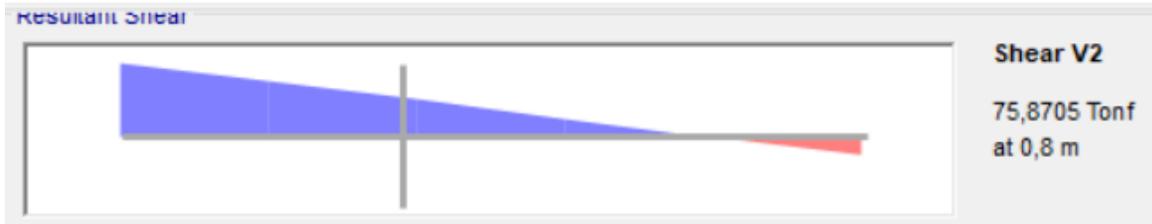
## Diseño de zapata con viga de enlace

### Diagrama de cortantes

Se asume un  $d=0,55m$



### Chequeo por cortante en zapata 1 lindero



$$\vartheta_{act} = \frac{Vu}{\phi \cdot B \cdot d}$$

$$\vartheta_{act} = \frac{75,87 * 10^4}{0,75 \cdot 3000 \cdot 550} = 0,613MPa$$

$$\vartheta_{hormigón} = \frac{\sqrt{f'c}}{6} = \frac{\sqrt{21}}{6} = 0,763MPa$$

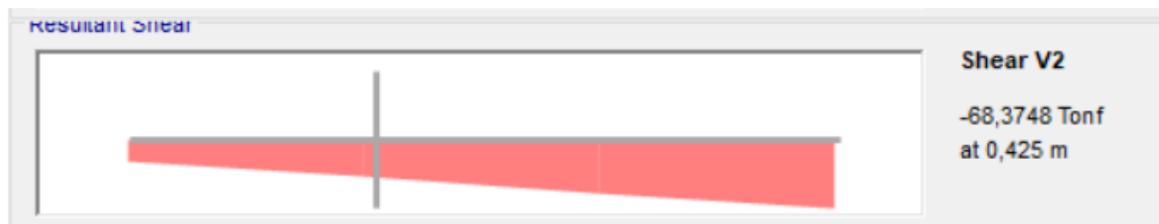
$$\vartheta_{act} \leq \vartheta_{hormigón} \quad \therefore \quad 0,613MPa \leq 0,763MPa \quad \therefore \quad OK$$

## 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

## Diseño de zapata con viga de enlace

Chequeo por cortante en zapata 2 interior



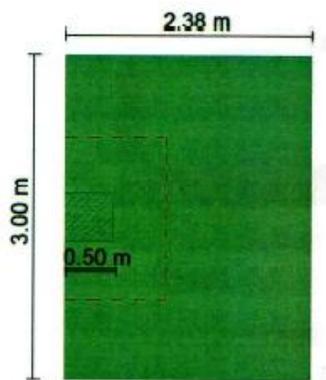
$$\vartheta_{act} = \frac{Vu}{\phi \cdot B \cdot d}$$

$$\vartheta_{act} = \frac{68,37 \cdot 10^4}{0,75 \cdot 3000 \cdot 550} = 0,553 MPa$$

$$\vartheta_{hormigón} = \frac{\sqrt{f'c}}{6} = \frac{\sqrt{21}}{6} = 0,763 MPa$$

$$\vartheta_{act} \leq \vartheta_{hormigón} \quad \therefore \quad 0,553 MPa \leq 0,763 MPa \quad \therefore \quad OK$$

Chequeo por punzonamiento en zapata 1 lindero



$$Perimetro = 2 * (a + d) + \left(b + \frac{d}{2}\right)$$

$$Perimetro = 2 * (500 + 550) + \left(500 + \frac{550}{2}\right) = 2875 mm$$

$$\vartheta_{cal} = \frac{P}{\phi \cdot Perimetro \cdot d} = \frac{166 \cdot 10^4}{075 \cdot 2875 \cdot 550} = 1,40 MPa$$

$$\vartheta_{punz} = \frac{\sqrt{f'c}}{3} = \frac{\sqrt{21}}{3} = 1,53 MPa$$

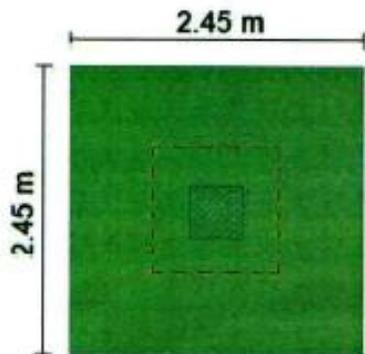
$$\vartheta_{cal} \leq \vartheta_{punz} \quad \therefore \quad 1,40 MPa \leq 1,53 MPa \quad \therefore \quad OK$$

## Índice

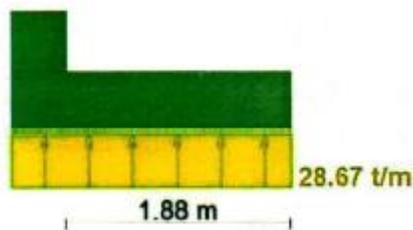
- 1 Zapatas aisladas
  - 1.1 Consideraciones de diseño
  - 1.2 Diseño por corte, flexión y aplastamiento de una zapata
  - 1.3 Ejemplo de aplicación.
- 2. Zapatas rectangulares.
  - 2.1. Consideraciones de diseño.
  - 2.2 Ejemplo de aplicación.
- 3. Zapatas sujetas a carga axial y momento.
  - 3.1 Diseño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

## Diseño de zapata con viga de enlace

Cheque por punzonamiento en zapata 1 lindero



Diseño a flexión en eje x inferior zapata 1 lindero



$$Perimetro = 2 * [(a + d) + (b + d)]$$

$$Perimetro = 2 * [(500 + 550) + (500 + 550)] = 4200mm$$

$$\vartheta_{cal} = \frac{P}{\phi \cdot Perimetro \cdot d} = \frac{211,30 \cdot 10^4}{075 \cdot 4200 \cdot 550} = 1,22MPa$$

$$\vartheta_{punz} = \frac{\sqrt{f'c}}{3} = \frac{\sqrt{21}}{3} = 1,53Mpa$$

$$\vartheta_{cal} \leq \vartheta_{punz} \quad \therefore \quad 1,22MPa \leq 1,53MPa \quad \therefore \quad OK$$

$$Wu_1 = 28,67 * 3 = 86,01ton/m$$

$$Mu_1 = \frac{Wu_1 * l_1^2}{2} = \frac{86,01 * 1,88^2}{2}$$

$$Mu_1 = 152ton.m$$

$$As1 = \frac{0,85 * 21 * 3000 * 550}{420} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 152 * 10^7}{0,85 * 0,90 * 21 * 3000 * 550^2}} \right) = 7738,15mm^2$$

$$Asmin = 0,0033 * 3000 * 550 = 5500mm^2 = 55,00cm^2$$

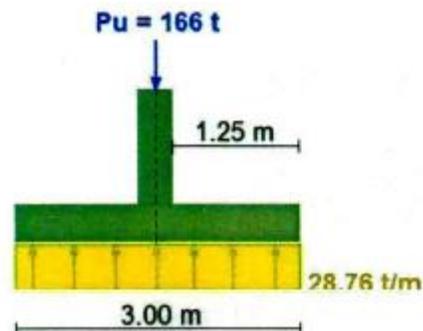
$$As1 = 77,38cm^2 = 33\phi 18mm$$

## 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

## Diseño de zapata con viga de enlace

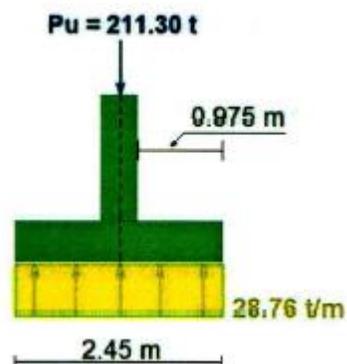
Diseño a flexión en eje y inferior zapata 1 lindero



$$A_{s2} = \frac{0,85 \cdot 21 \cdot 2380 \cdot 550}{420} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 53,30 \cdot 10^7}{0,85 \cdot 0,90 \cdot 21 \cdot 2380 \cdot 550^2}} \right) = 2625,69 \text{ mm}^2$$

$$A_{smin} = 0,0033 \cdot 2380 \cdot 550 = 4363,33 \text{ mm}^2 = 43,63 \text{ cm}^2$$

Diseño a flexión en eje xy inferior zapata 2 interior



$$A_{s3} = \frac{0,85 \cdot 21 \cdot 2450 \cdot 550}{420} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 33,39 \cdot 10^7}{0,85 \cdot 0,90 \cdot 21 \cdot 2450 \cdot 550^2}} \right) = 1629,24 \text{ mm}^2$$

$$A_{smin} = 0,0033 \cdot 2450 \cdot 550 = 4491,6 \text{ mm}^2 = 44,91 \text{ cm}^2$$

$$Wu_2 = 28,67 \cdot 2,38 = 68,23 \text{ ton/m}$$

$$Mu_2 = \frac{Wu_1 \cdot l_1^2}{2} = \frac{68,23 \cdot 1,25^2}{2}$$

$$Mu_1 = 53,30 \text{ ton.m}$$

$$A_{s2} = 43,63 \text{ cm}^2 = 22\emptyset 16 \text{ mm}$$

$$Wu_3 = 28,67 \cdot 2,45 = 70,24 \text{ ton/m}$$

$$Mu_3 = \frac{Wu_1 \cdot l_1^2}{2} = \frac{70,24 \cdot 0,975^2}{2}$$

$$Mu_1 = 33,39 \text{ ton.m}$$

$$A_{s3} = 44,91 \text{ cm}^2 = 18\emptyset 18 \text{ mm}$$

## Índice

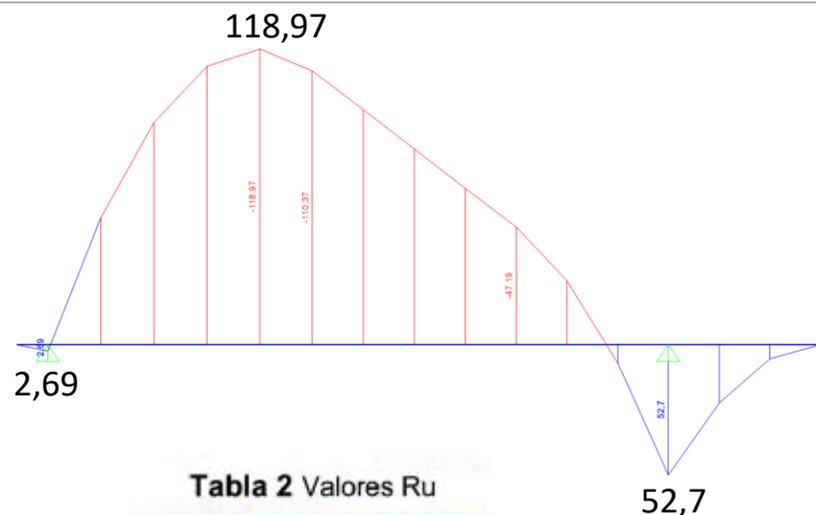
- 1 Zapatas aisladas
  - 1.1 Consideraciones de diseño
  - 1.2 Diseño por corte, flexión y aplastamiento de una zapata
  - 1.3 Ejemplo de aplicación.
- 2. Zapatas rectangulares.
  - 2.1. Consideraciones de diseño.
  - 2.2 Ejemplo de aplicación.
- 3. Zapatas sujetas a carga axial y momento.
  - 3.1 Diseño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

## Diseño de zapata con viga de enlace

Diseño de la viga de trabe o viga de atado

Estas vigas principalmente se comportan como vigas en voladizo ya que el momento máximo se presenta cerca de la columna excéntrica.

Diagrama de momentos



Altura de la viga

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

Ru = 39.72 de la Tabla 2. Valores de Ru

$$d = \sqrt{\frac{118,97 * 100000}{0,90 * 39,72 * 45}}$$

$$d = 86cm \approx 87,5cm$$

Tabla 2 Valores Ru

f'c (kg/cm²)	Ru (kg/cm²)
210	39.72
240	45.39
280	52.96
300	56.74
350	66.19

Se asume el ancho de la viga es de 0,45m  
Se asume una d =0,875m

## 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

## Diseño de zapata con viga de enlace

Diseño por corte de la viga de enlace.

### 22.5 — Resistencia a cortante en una dirección

#### 22.5.1 Generalidades

22.5.1.1 La resistencia nominal para cortante en una dirección en una sección,  $V_n$ , se debe calcular como:

$$V_n = V_c + V_s \quad (22.5.1.1)$$

22.5.5.1 Para miembros no preesforzados sin fuerza axial,  $V_c$  debe calcularse por medio de:

$$V_c = 2\lambda\sqrt{f'_c}b_wd \quad (22.5.5.1)$$

	Sistema SI esfuerzos en MPa	Sistema mks esfuerzos en kgf/cm <sup>2</sup>	Sistema de unidades usuales en USA esfuerzos en libras por pulgada cuadrada (lb./pulg. <sup>2</sup> )
22.5.5.1	$V_c = 0.17\lambda\sqrt{f'_c}b_wd$ $V_c = \left(0.16\lambda\sqrt{f'_c} + 17\rho_w \frac{V_u d}{M_u}\right)b_wd$ $\leq (0.16\lambda\sqrt{f'_c} + 17\rho_w)b_wd$ $\leq 0.29\lambda\sqrt{f'_c}b_wd$	$V_c = 0.53\lambda\sqrt{f'_c}b_wd$ $V_c = \left(0.5\lambda\sqrt{f'_c} + 176\rho_w \frac{V_u d}{M_u}\right)b_wd$ $\leq (0.5\lambda\sqrt{f'_c} + 176\rho_w)b_wd$ $\leq 0.93\lambda\sqrt{f'_c}b_wd$	$V_c = 2\lambda\sqrt{f'_c}b_wd$ $V_c = \left(1.9\lambda\sqrt{f'_c} + 2500\rho_w \frac{V_u d}{M_u}\right)b_wd$ $\leq (1.9\lambda\sqrt{f'_c} + 2500\rho_w)b_wd$ $\leq 3.5\lambda\sqrt{f'_c}b_wd$



$$\vartheta_{act} = \frac{Vu}{\phi \cdot B \cdot d}$$

$$\vartheta_{act} = \frac{47,92 \cdot 10^3 \text{ kg}}{0,75 \cdot 45 \text{ cm} \cdot 87,5 \text{ cm}} = 16,23 \text{ kg/cm}^2$$

$$\vartheta_{hormigón} = 0,53\sqrt{f'_c} = 0,53\sqrt{210 \text{ kg/cm}^2} = 7,68 \text{ MPa}$$

$$\vartheta_{act} \leq \vartheta_{hormigón} \quad \therefore 16,23 \text{ kg/cm}^2 \leq 7,68 \text{ kg/cm}^2 \quad \therefore \text{Hay que colocar acero a corte.}$$

## 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

## Diseño de zapata con viga de enlace

Acero de refuerzo transversal

$$\vartheta_s = \vartheta_{act} - \vartheta_{hormigon}$$

$$\vartheta_s = 16,23kg/cm^2 - 7,68kg/cm^2 = 8,55kg/cm^2$$

$$V_s = \vartheta_s \cdot b \cdot d$$

$$V_s = 8,55kg/cm^2 \cdot 45cm \cdot 87,5cm = 33653,33kg$$

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

$$V_u = \frac{33653,33kg}{0,75}$$

$$V_u = \frac{33653,33kg}{0,75} = 44871,11kg$$

22.5.10.5.3 El  $V_s$  para refuerzo a cortante que cumple con 22.5.10.5.1 se debe calcular como:

$$V_s = \frac{A_v f_{yt} d}{s}$$

(22.5.10.5.3)

$$\frac{A_v}{s} = \frac{V_u}{F_y \cdot d} = \frac{44871,11kg}{4200kg/cm^2 \cdot 87,5cm}$$

$$\frac{A_v}{s} = \frac{0,12cm^2}{unidad\ de\ longitud}$$



**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 de zapatas con viga de enlace

#### **Curso:**

Octavo Semestre.

#### **Profesor Asignado:**

Andrés Marcillo Zapata.

#### **Periodo académico de ejecución:**

Noviembre 2021- Marzo 2022.