



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Civil

**SISTEMA PARA EL CONTROL Y DISEÑO DE  
CIMENTACIONES PARA UNA COMPUTADORA POCKET PC**

**Edgar Rolando Pichiyá Umul**

Asesorado por el Ing. Guillermo Francisco Melini Salguero

Guatemala, agosto de 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**SISTEMA PARA EL CONTROL Y DISEÑO DE CIMENTACIONES  
PARA UNA COMPUTADORA POCKET PC**

TRABAJO DE GRADUACIÓN  
PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

**EDGAR ROLANDO PICHYÁ UMUL**

ASESORADO POR EL ING. GUILLERMO MELINI SALGUERO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, AGOSTO DE 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Carlos Efraín Zeceña Girón
EXAMINADOR	Ing. Nicolás de Jesús Guzmán Saenz
EXAMINADOR	Ing. Sergio Augusto Melgar Murcia
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

**HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación, titulado:

**SISTEMA PARA EL CONTROL Y DISEÑO DE CIMENTACIONES  
PARA UNA COMPUTADORA POCKET PC,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, el 10 de noviembre de 2006.

---

Edgar Rolando Pichiyá Umul

## **ACTO QUE DEDICO A:**

**Mi madre:** Rosa Salome Umul Yal (q.e.p.d), quien siempre me ayudó y me apoyó económica y moralmente, gracias a ella por los sacrificios que hizo y por haberme brindado estudios hasta graduarme como ingeniero. Muchas gracias por todo, yo se que está orgullosa de mi en cualquier parte que se encuentre como un espíritu fuerte y amoroso.

**Mi padre:** Rosalio Pichiyá Chovix, quien siempre me ha apoyado económica y moralmente, gracias por sus sacrificios, abstinencias de lujos y ayuda a otras personas, me ha ayudado en mi carrera, a los consejos que me ha brindado para mejorar como persona.

**Mis hermanos:** Julia, Luis, Antonio, quienes siempre me han brindado su apoyo, de alguna u otra manera me ayudaron siempre, gracias.

**Mi cuñado:** Adel Mejía, por estar siempre al lado de mi hermana y sobrinos, por ser una persona colaboradora, que me ha apoyado.

**Mis sobrinos:** Ana Verónica, Luis Adolfo, a quienes quiero mucho, sigan el buen camino que les enseñan sus padres y familiares.

**Mis abuelos:** Juliana Chovix (q.e.p.d), Timoteo Pichiyá (q.e.p.d), José Umul (q.e.p.d), Juana Yal (q.e.p.d), sé que están orgullosos de mí y que siempre nos han cuidado en forma espiritual al lado de mi madre.

**Mis amigos:** Joel Delcompare, Eduardo Carin, Brenda Dardón, Jessica Méndez, Omar Estrada, Alma Rosales, José Loarca, Jhonnatan Dávila, Edgar González, Mariana Búcaro, Patricia Archila, Carlos Chávez, Cesar Muños, Wilson Hernández, Fernando García y a muchos otros gracias por su apoyo incondicional.

**Mis amigos del exterior:** Lorena Corte, Paula Corte, Natalí Mendoza, José David González.

**Mi país Guatemala:** Tierra que me vio nacer y crecer. País de la eterna primavera.

**Mis catedráticos:** Que enseñaron con paciencia brindando sus conocimientos y consejos para no dejar de estudiar y mejorar cada día.

**Mis centros de estudios:** En especial a la gloriosa y tricentenaria Universidad San Carlos de Guatemala.

## ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b> .....	III
<b>LISTA DE SÍMBOLOS</b> .....	VII
<b>GLOSARIO</b> .....	XI
<b>RESUMEN</b> .....	XIII
<b>OBJETIVOS</b> .....	XV
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	XVII

### **1. FORMA MANUAL PARA CALCULAR LOS CIMIENTOS**

1.1 Zapata aislada cuadrada .....	1
1.2 Zapata aislada rectangular .....	12
1.3 Zapata combinada .....	24
1.4 Cimiento corrido .....	36

### **2. DIAGRAMAS DE FLUJO PARA EL CÁLCULO DE CADA CIMIENTO**

2.1 Zapata aislada cuadrada .....	44
2.2 Zapata aislada rectangular .....	46
2.3 Zapata combinada .....	48
2.4 Cimiento corrido .....	50

### **3. ¿POR QUÉ LA UTILIZACIÓN DE VISUAL STUDIO .NET PARA RESOLVER EL SISTEMA?**

3.1 ¿Qué es Visual Studio .NET? .....	51
3.2 ¿Qué es una Pocket PC? .....	52

**4. ¿CÓMO REALIZA LOS CÁLCULOS EL SISTEMA PARA CADA CIMIENTO?**

4.1 Zapata aislada cuadrada ..... 55  
4.2 Zapata aislada rectangular ..... 57  
4.3 Zapata combinada ..... 59  
4.4 Cimiento corrido ..... 61  
4.5 Cuantificación de material ..... 62

**5. INSTRUCTIVO PARA UTILIZAR EL SISTEMA**

5.1 Ejemplos prácticos y detallados para cada cimiento ..... 65  
5.2 Instructivo en los formatos de Adobe Acrobat y Microsoft Word .. 76  
5.3 Presentación en Microsoft PowerPoint .....76

**CONCLUSIONES** ..... 77

**RECOMENDACIONES** ..... 79

**REFERENCIAS** ..... 81

**BIBLIOGRAFÍA** ..... 83

**ANEXOS** ..... 85



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1. Perfil zapata aislada cuadrada sin excentricidad. . . . .	3
2. Detalles de zapata aislada cuadrada sin excentricidad. . . . .	6
3. Detalles de armado zapata aislada cuadrada sin excentricidad. . . . .	11
4. Perfil en el sentido corto (eje Y) de una zapata rectangular aislada sin excentricidad. . . . .	14
5. Detalles de zapata rectangular aislada sin excentricidad. . . . .	17
6. Detalles de armado zapata rectangular sin excentricidad. . . . .	23
7. Perfil del sentido largo (eje X) de una zapata combinada con dos columnas. . .	26
8. Perfil del sentido corto (eje Y) de una zapata combinada con dos columnas. . .	26
9. Diagrama de cargas, Corte y Momento de una zapata combinada de dos columnas. . . . .	27
10. Detalles zapata combinada con dos columnas. . . . .	30
11. Detalles de armado zapata combinada con dos columnas. . . . .	35
12. Perfil cimiento corrido. . . . .	37
13. Detalles cimiento corrido, en un metro lineal de longitud. . . . .	40
14. Detalles de armado de un cimiento corrido (armado por cada metro lineal). . .	42
15. Diagrama de flujo zapata cuadrada sin excentricidad. Parte 1/2. . . . .	44
16. Diagrama de flujo zapata cuadrada sin excentricidad. Parte 2/2. . . . .	45
17. Diagrama de flujo zapata rectangular sin excentricidad, parte 1/2. . . . .	46
18. Diagrama de flujo zapata rectangular sin excentricidad, parte 2/2. . . . .	47
19. Diagrama de flujo zapata combinada de dos columnas, parte 1/2. . . . .	48
20. Diagrama de flujo zapata combinada de dos columnas, parte 2/2. . . . .	49
21. Diagrama de flujo cimiento corrido. . . . .	50

Ejemplo 1: Zapata cuadrada sin excentricidad

22. Ingreso de datos A. . . . .	65
23. Ingreso de datos B. . . . .	65
24. Ingreso de datos C. . . . .	66
25. Ingreso de datos D. . . . .	66
26. Dimensionar acero para el eje X. . . . .	66
27. Cuantificación de materiales. . . . .	67
28. Resultados para el armado. . . . .	67

Ejemplo 2: Zapata rectangular sin excentricidad

29. Ingreso de datos A. . . . .	67
30. Ingreso de datos B. . . . .	67
31. Ingreso de datos C. . . . .	68
32. Ingreso de datos D. . . . .	68
33. Dimensionar área de la zapata. . . . .	68
34. Dimensionar acero para el eje X. . . . .	69
35. Dimensionar acero para el eje Y. . . . .	69
36. Cuantificación de materiales. . . . .	69
37. Detalles para el armado. . . . .	69

Ejemplo 3: Zapata combinada con dos columnas

38. Ingreso de datos A. . . . .	70
39. Ingreso de datos B. . . . .	70
40. Ingreso de datos C. . . . .	70
41. Ingreso de datos D. . . . .	70
42. Selección de acero necesario para el eje X. . . . .	71
43. Selección de acero necesario para el eje Y (en columna 1). . . . .	71
44. Selección de acero necesario para el eje Y (en columna 2). . . . .	72
45. Dimensionar acero en el eje X. . . . .	72
46. Dimensionar acero en el eje Y (columna 1). . . . .	72
47. Dimensionar acero en el eje Y (columna 2). . . . .	73

48. Dimensionar acero en el eje Y. . . . .	73
49. Cuantificación de materiales. . . . .	73
50. Resultados para el armado. . . . .	73
Ejemplo 4: Cimiento Corrido	
51. Ingreso de datos A. . . . .	74
52. Ingreso de datos B. . . . .	74
53. Ingreso de datos C. . . . .	74
54. Ingreso de datos D. . . . .	74
55. Acero necesario para el eje X. . . . .	75
56. Dimensionar acero eje X. . . . .	75
57. Dimensionar acero eje Y. . . . .	75
58. Cuantificación de materiales. . . . .	76
59. Resultados para el armado. . . . .	76



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>CM</b>	Carga Muerta
<b>CV</b>	Carga Viva
<b>des</b>	Desplante
<b>VS</b>	Valor Soporte
<b><math>\delta_s</math></b>	Peso específico del suelo
<b><math>\delta_c</math></b>	Peso específico del concreto
<b><math>f'_c</math></b>	Resistencia del concreto a la compresión
<b><math>f_y</math></b>	Límite elástico del acero
<b>FS</b>	Valor utilizado para mayor seguridad en el diseño
<b>rec</b>	Distancia prudencial para proteger el acero dentro del concreto.
<b>ton</b>	Toneladas
<b>ton*m</b>	Toneladas por metro
<b>m</b>	metro
<b>m<sup>2</sup></b>	metro cuadrado
<b>m<sup>3</sup></b>	metro cúbico
<b>cm</b>	centímetro
<b>cm<sup>2</sup></b>	centímetro cuadrado
<b>kg/cm<sup>2</sup></b>	Kilogramos / centímetros cuadrados
<b>ton/m<sup>2</sup></b>	Toneladas / metro cuadrado
<b>ton/m<sup>3</sup></b>	Toneladas / metro cúbico
<b><math>\Phi_v</math></b>	Diámetro de la varilla.
<b>M<sub>x</sub>, M<sub>y</sub></b>	Momentos factorizados del eje X y Y.
<b>MU<sub>x</sub>, MU<sub>y</sub></b>	Momentos últimos del eje X y Y.
<b>M<sub>n</sub></b>	Momento nominal.

<b>Az</b>	Área de la zapata.
<b>t</b>	Altura de la zapata.
<b>d</b>	Peralte efectivo de la zapata.
<b>Bzx, Bzy</b>	Base de la zapata en el eje X y Y.
<b>Hcol</b>	Altura de la columna.
<b>Bcx, Bcy</b>	Base de la columna en el eje X y Y.
<b>Bc1x, Bc1y</b>	Base de la columna uno en el eje X y Y.
<b>Bc2x, Bc2y</b>	Base de la columna dos en el eje X y Y.
<b>Pu</b>	Carga última
<b>P'</b>	Carga última factorizada
<b>Ps</b>	Peso del suelo.
<b>Pcol</b>	Peso de la columna.
<b>Pzap</b>	Peso de la zapata.
<b>Pcim</b>	Peso del cimiento.
<b>Psuelo</b>	Peso del suelo.
<b>P</b>	Cargar total
<b>Sx, Sy</b>	Módulo de sección, en el eje X y Y.
<b>qmáx</b>	Intensidad de carga máxima.
<b>qmín</b>	Intensidad de carga mínima.
<b>qdis</b>	Intensidad de carga de diseño.
<b>Acrítica</b>	Área crítica.
<b>brazoP</b>	Brazo de palanca.
<b>Va</b>	Corte actuante.
<b>Vrec</b>	Corte requerido.
<b>Vdis</b>	Corte disponible.
<b>Vfac</b>	Corte factorizado.
<b>Vrecf</b>	Corte requerido factorizado.
<b>bo</b>	Perímetro zona de falla.
<b>β</b>	Beta.

<b>Vres</b>	Corte resistente.
<b>As</b>	Área de acero.
<b>Asx</b>	Acero necesario para el eje X
<b>Asy</b>	Acero necesario para el eje Y
<b>Asmín</b>	Área de acero mínimo.
<b>Astem</b>	Área de acero por temperatura
<b>l</b>	Distancia entre centros de columnas sobre el eje X
<b>Pu1, Pu2</b>	Carga última factorizada, columna uno y dos
<b>R</b>	Reacción de las cargas en las columnas
<b>Pd</b>	Presión de diseño
<b>X</b>	Distancia de la reacción a las cargas en las columnas
<b>L</b>	Longitud de la zapata combinada
<b>B</b>	Base de la zapata combinada
<b>ws</b>	Carga distribuida del suelo
<b>VIZQ, VDER</b>	Corte calculado desde el lado izquierdo y derecho de la zapata.
<b>Vmáx</b>	Corte máximo
<b>Vu1, Vu2</b>	Corte último en columna 1 y 2
<b>MDER, MIZQ</b>	Momento calculado desde el lado izquierdo y derecho de la zapata
<b>Mmáx</b>	Momento máximo.
<b>P<sub>RELATIVA</sub></b>	Presión relativa.
<b>As<sub>t</sub></b>	Acero por temperatura.
<b>CU</b>	Carga última.
<b>CUf</b>	Carga última factorizada.
<b>Acim</b>	Área del cimiento corrido
<b>Hmuro</b>	Altura de muro.
<b>Bmuro</b>	Base de muro, ancho de muro.
<b>Bcim</b>	Base del cimiento corrido.
<b>Ptotal</b>	Peso total





## **GLOSARIO**

<b>Carga muerta</b>	Se estima por el peso de la estructura y otros elementos del mismo, relativamente, permanentes.
<b>Carga viva</b>	Se estima utilizando el peso de cargas no permanentes, tales como personas y muebles.
<b>Desplante</b>	Es la altura medida desde el nivel del suelo, hasta la parte superior de la zapata.
<b>Dovelas</b>	Varillas para transmitir la carga de la columna a la zapata.
<b>Factor de seguridad</b>	Valor utilizado para mayor seguridad en el diseño.
<b>Momento</b>	El producto vectorial de la fuerza aplicada por la distancia.
<b>Peso específico del suelo</b>	Es la densidad del suelo, cuanto más denso es un suelo tanto más sólido es el mismo.
<b>Peso específico del concreto</b>	Densidad relativa. El valor del peso específico no indica la calidad de un tipo de cemento, sino que su valor es usado para el diseño de la mezcla.

**Recubrimiento mínimo**

Distancia prudencial para proteger el acero dentro del concreto.

**Valor soporte suelo**

Es el valor que soporta el suelo a la compactación.

## **RESUMEN**

La tecnología en nuestro medio es muy importante, se depende de ella, por lo tanto, una computadora Pocket PC es de mucha ayuda para un ingeniero que se encuentre viajando o supervisando obras de infraestructura y necesite realizar cálculos complejos. Se necesita un sistema sencillo, eficiente y confiable para el cálculo y diseño de cimientos.

Utilizando el “Sistema para control y diseño de una computadora Pocket PC”, se tiene la confianza de que estamos realizando un buen diseño o comprobar si éstos son correctos en un tiempo muy breve.

Lo que se hace notar es la diferencia que existe en realizar un diseño de cualquier tipo de zapatas en forma manual, contra el sistema creado para una computadora Pocket PC. Utilizando ejemplos comunes para diseñar zapatas y resolviéndolos por medio de los dos métodos: a) Manual y b) Sistemático.

La ingeniería está unida a la tecnología y con el sistema propuesto, podremos empezar a utilizar la tecnología móvil de última generación, sirviendo de base en nuevos sistemas creados para nuestro ambiente laboral, llegando a ser profesionales competitivos, eficientes y eficaces, aprovechando y reduciendo recursos.



## **OBJETIVOS**

### **Generales**

1. El uso del sistema móvil para el control y diseño de cimentaciones para una computadora Pocket PC, permitirá obtener el máximo aprovechamiento de los recursos humanos, físicos y financieros.
2. Optimizar la tecnología a través del sistema móvil para el control y diseño de cimentaciones para una computadora Pocket PC, desmotivando los procesos tradicionales.

### **Específicos**

1. Facilitar el cálculo de diseños de cimientos, para obtener resultados de forma exacta, eficiente y rápida.
2. Incentivar a nuevos sistemas adaptados para nuestro ambiente laboral, con ello evitar diseños tediosos y errores humanos.
3. Coadyuvar a la rama de ingeniería civil, al uso de las nuevas tendencias tecnológicas.



## INTRODUCCIÓN

A continuación se presenta un nuevo camino, un futuro para la ingeniería civil, en el cual los avances de la tecnología van a ir de la mano con una de las ingenierías más utilizadas en la infraestructura mundial. Esta es sólo una de las ramas, el diseño de cimentaciones, elaborado en un sistema móvil confiable, seguro y eficaz. Abre paso a muchos otros, en los cuales esté es una innovación, y que muchas personas y/o empresas continúen el ejemplo a seguir, creando, cada vez, nuevos sistemas y aplicaciones, para ayudar en las distintas áreas de la ingeniería y, con ello, hacer que Guatemala a través de los ingenieros se desarrolle tecnológicamente y sea más competitiva, internacionalmente.

El presente trabajo de graduación consta de cinco capítulos. En el capítulo uno, se da la metodología para calcular cimientos; en el capítulo dos, se muestran los diagramas de flujo para el cálculo de los cimientos; en el capítulo tres, se describe que es Visual Studio .NET y una computadora tipo Pocket PC; en el capítulo cuatro, menciona cómo realiza los cálculos el sistema por cada cimiento y en el capítulo cinco, por ser archivos digitales se encuentran en un CD, los cuales contienen ejemplos prácticos y detallados para cada tipo de cimiento, manual de usuario para la instalación y uso en formatos Microsoft Word (.doc), Adobe Acrobat (.pdf) y una presentación en Microsoft PowerPoint (.pps).

Se hizo un monitoreo a nivel nacional y se comprobó que en Guatemala, tanto en el sector público como privado, no existen herramientas similares al sistema de cálculo y diseño de cimentaciones creado. Por lo que el sistema propuesto es una innovación que permitirá al ingeniero, arquitecto, maestro de obra o cualquier persona con

conocimientos previos de cimentaciones, lo puedan utilizar en cualquier lugar, por ser una herramienta de tecnología móvil.

Se espera que el mismo sirva como auxiliar para aquellas personas que deseen hacer uso de él, tanto para fines de docencia como de cultura general y se interesen en mejorar su contenido.



# 1. FORMA MANUAL PARA CALCULAR LOS CIMIENTOS

## 1.1 Zapata aislada cuadrada

Las zapatas aisladas cuadradas, se tienen que diseñar en dos direcciones y lleva un orden el proceso, a continuación los pasos a seguir para el diseño:

Datos necesarios:

- Carga muerta
- Carga viva
- Momento en el eje X y Y
- Altura columna
- Dimensiones de la columna
- Desplante
- Valor soporte del suelo
- Peso específico del suelo
- Peso específico del concreto

Definir los siguientes valores a utilizar:

- $f'c$
- $f_y$
- Factor de seguridad
- Recubrimiento mínimo del acero.

Obtenidos y definidos los valores anteriores, se procederá a realizar los cálculos:

- Carga ultima factorizada
- Área de la zapata
- Dimensiones de la zapata

- Peralte mínimo de la zapata
- Intensidad de la carga ultima factorizada

Diseñar los refuerzos por cortante:

- Área critica
- Corte actuante
- Corte requerido
- Corte disponible
- Corte factorizado
- Corte requerido factorizado
- Perímetro en zona de falla
- Valor beta
- Corte resistente final
- Comprobar que el corte resistente final sea mayor que el corte requerido factorizado

Diseñar los refuerzos por flexión:

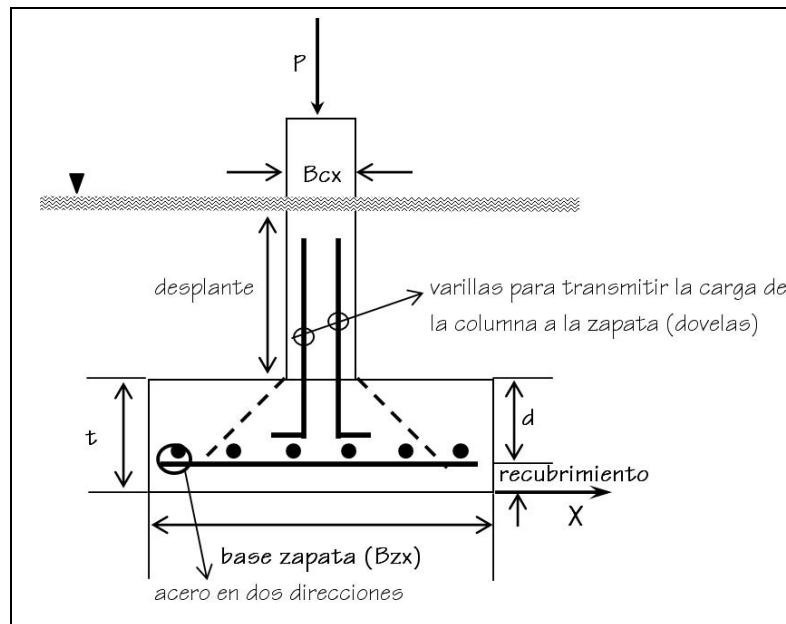
- Brazo de palanca
- Momento nominal
- Área de acero en zapata
- Área de acero para las dovelas
- Resultado final: dimensionar cantidad de acero, y área de zapata final

**Ejemplo 1:** Cálculo y diseño de una zapata aislada cuadrada en dos direcciones sin excentricidad. Una columna de apoyo transmite axialmente una carga de servicio total de carga viva 115 ton., carga muerta 85 ton., con un desplante de 0.90 m., peso unitario del suelo  $1.4 \text{ ton/m}^3$ ,  $f'c$  de la columna  $386 \text{ Kg./cm}^2$ ,  $f'c$  de la zapata  $211 \text{ Kg./cm}^2$ ,  $f_y$  del acero  $4218 \text{ Kg./cm}^2$ .

**Solución: resumen de datos.**

CV = 115 toneladas  
 CM = 85 toneladas  
 $f'c = 211 \text{ Kg./cm}^2$  (zapata)  
 $f'c = 386 \text{ Kg./cm}^2$  (columna)  
 $f_y = 4218 \text{ Kg./cm}^2$   
 Desplante = 0.90 metros  
 $\delta_s = 1.4 \text{ ton/m}^3$   
 $\delta_c = 2.4 \text{ ton/m}^3$   
 $V_s = 54 \text{ ton/m}^2$   
 $MU_x = 15 \text{ ton*m}$   
 $MU_y = 17 \text{ ton*m}$   
 $B_{cx} = 35 \text{ cm.}$   
 $B_{cy} = 35 \text{ cm.}$   
 $H_{col} = 3.5 \text{ m}$   
 $FS = 1.49$   
 $rec = 7.5 \text{ cm.}$

**Figura 1. Perfil zapata aislada cuadrada sin excentricidad**



### **Carga última factorizada**

$$P' = \frac{1.7 * CV + 1.4 * CM}{FS}$$

$$P' = \frac{1.7 * 115 + 1.4 * 85}{1.49} = 211.07 \text{ ton}$$

### **Área de zapata**

$$A_z = \frac{1.5 * P'}{V_s}$$

$$A_z = \frac{1.5 * 211.07}{54} = 5.86 \text{ m}^2$$

### **Dimensiones de la zapata**

Como es una zapata cuadrada, utilizar la raíz cuadrada del área, para sus dimensiones.

$$B_{zx} = B_{zy} = \sqrt{A_z}$$

$$B_{zx} = B_{zy} = \sqrt{5.86} = 2.42 \text{ m}$$

### **Peralte mínimo de la zapata**

Para el cálculo inicial utilizar, hierro No. 4. Si la zapata llegará a fallar por cortante, se debe de incrementar el peralte de la zapata, hasta que este satisfaga la resistencia a corte.

$$t = 15 + \Phi v + \text{rec}$$

$$t = 15 + 1.27 + 7.50 = 23.77 \approx 24 \text{ cm}$$

### **Intensidad de carga factorizada (con carga de trabajo)**

$$M_x = \frac{MU_x}{FS}$$

$$M_x = \frac{15}{1.49} = 10.07 \text{ ton} * \text{m}$$

$$M_y = \frac{MU_y}{FS}$$

$$M_y = \frac{17}{1.49} = 11.41 \text{ ton} * \text{m}$$

**Peso de columna**

$$P_{col} = H_{col} * B_{cx} * B_{cy} * \delta_c$$

$$P_{col} = 3.5 * 0.35 * 0.35 * 2.4 = 1.03 \text{ ton}$$

**Peso del suelo**

$$P_s = A_z * d_{es} * \delta_s$$

$$P_s = 5.86 * 0.90 * 1.4 = 7.39 \text{ ton}$$

**Peso propio**

$$P_{zap} = A_z * t * \delta_c$$

$$P_{zap} = 5.86 * 0.24 * 2.4 = 3.38 \text{ ton}$$

**Peso total**

$$P = P' + P_{col} + P_s + P_{zap}$$

$$P = 211.07 + 1.03 + 7.39 + 3.38 = 222.87 \text{ ton}$$

**Módulo de sección**

Como es una zapata cuadrada, queda de la siguiente manera.

$$S_x = S_y = \frac{B_z^3}{6}$$

$$S_x = S_y = \frac{2.42^3}{6} = 2.37 \text{ m}^3$$

$$q_{max} = \frac{P}{A_z} + \frac{M_x}{S_x} + \frac{M_y}{S_y}$$

$$q_{max} = \frac{222.87}{5.86} + \frac{10.07}{2.37} + \frac{11.41}{2.37} = 47.09 \text{ ton / m}^2$$

$$q_{min} = \frac{P}{A_z} - \frac{M_x}{S_x} - \frac{M_y}{S_y}$$

$$q_{min} = \frac{222.87}{5.86} - \frac{10.07}{2.37} - \frac{11.41}{2.37} = 28.94 \text{ ton / m}^2$$

Verificar que la intensidad de carga máxima, sea menor que el valor soporte del suelo, y que la intensidad de carga mínima sea mayor a cero. Si no se cumple estas condiciones, entonces aumentar el área de la zapata, de cinco centímetros cuadrados cada vez, hasta que cumpla con las condiciones.

$$q_{\max} = 47.09 \text{ ton/m}^2 < V_s = 54 \text{ ton/m}^2$$

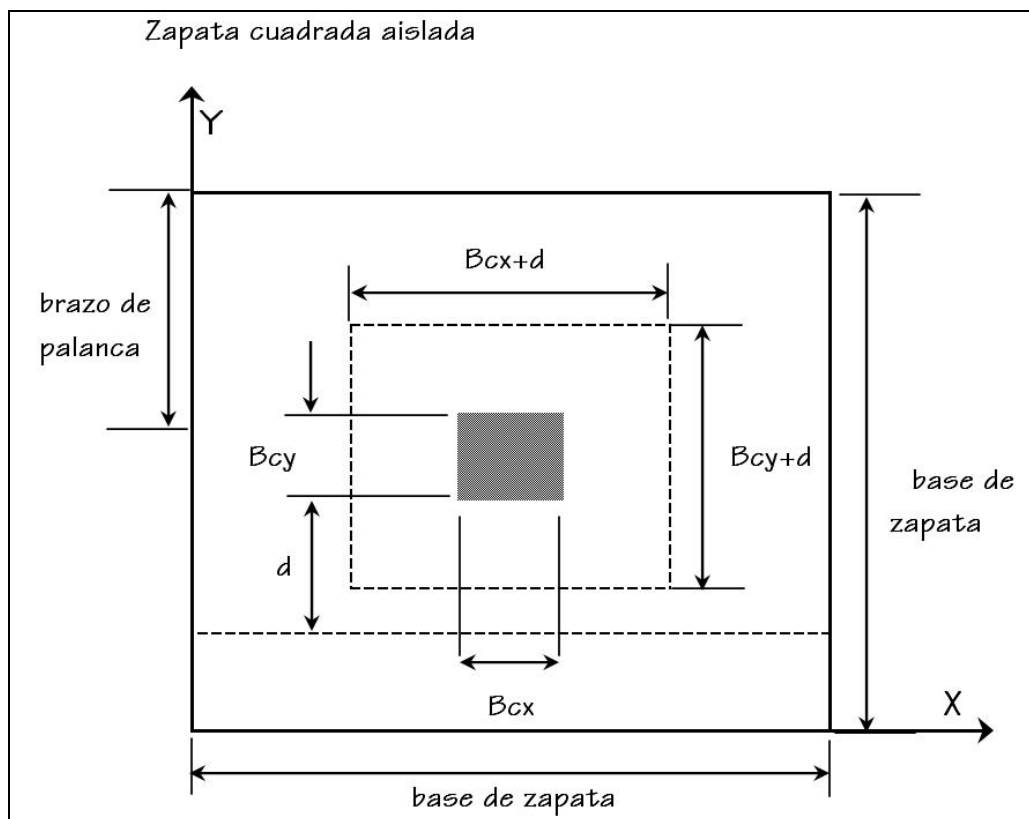
$$q_{\min} = 28.94 \text{ ton/m}^2 > 0$$

$$q_{\text{dis}} = q_{\max} * FS$$

$$q_{\text{dis}} = 47.09 * 1.49 = 70.16 \text{ ton/m}^2$$

### Resistencia a cortante

Figura 2. Detalles de zapata aislada cuadrada sin excentricidad



### Área crítica

$$d = t - \text{rec} - \Phi v / 2$$

$$d = 24 - 7.5 - 0.635 = 15.87 \text{ cm.} \approx 16 \text{ cm}$$

$$A_{critica} = B_{zx} * \left( \frac{B_{zx}}{2} - \frac{B_{cx}}{2} - \frac{d}{2} \right)$$

$$A_{critica} = 2.42 * \left( \frac{2.42}{2} - \frac{0.35}{2} - \frac{0.16}{2} \right) = 2.31 \text{ m}^2$$

### **Cortante actuante**

$$V_a = A_{critica} * q_{dis}$$

$$V_a = 2.31 * 70.16 = 162.15 \text{ ton}$$

### **Corte requerida**

$$V_{rec} = 162.15 / 0.85 = 190.76 \text{ ton}$$

### **Corte disponible**

$$B_{zx} = 2.42 \text{ m} = 95.28 \text{ pulgadas}$$

$$d = 16 \text{ cm.} = 6.30 \text{ pulgadas}$$

$$f'c = 211 \text{ kg/cm}^2 = 3000 \text{ psi}$$

$$V_{dis} = 2 * B_{zx} * d * \sqrt{f'c}^1$$

$$V_{dis} = (2 * 95.28 * 6.30 * \sqrt{3000}) / 2000 = 32.87 \text{ ton}$$

**Acción en dos direcciones** (A la distancia de d/2 desde la cara de apoyo)

### **Corte factorizado**

$$V_{fac} = q_{dis} * (A_z - (B_{cx} + d)^2)$$

$$V_{fac} = 70.16 * (5.86 - (0.35 + 0.16)^2) = 392.89 \text{ ton}$$

### **Corte requerido factorizado**

$$V_{ref} = \frac{V_{fac}}{0.85}$$

$$V_{ref} = \frac{392.89}{0.85} = 462.22 \text{ ton}$$

### **Perímetro zona de falla**

$$b_o = 4 * (d + B_{cx})$$

$$b_o = 4 * (0.16 + 0.35) = 2.04 \text{ m}$$

---

<sup>1</sup> La fórmula utilizada para el Corte disponible es para el sistema ingles, pero el resultado final esta en toneladas y no afecta el diseño.

### Valor beta

$$\beta = \frac{B_{cx}}{B_{cy}}$$

$$\beta = \frac{0.35}{0.35} = 1$$

### Corte resistente final <sup>2</sup>

Si $\beta < 2$ $V_{res} = 4 * b_o * d * \sqrt{f_c}$ de lo contrario $V_{res} = \left(2 + \frac{4}{\beta}\right) * b_o * d * \sqrt{f_c}$
--

como el valor de beta es menor que 2

$$V_{res} = 4 * b_o * d * \sqrt{f_c}$$

$$b_o = 2.04 \text{ m} = 80.31 \text{ pulgadas}$$

$$d = 0.16 \text{ m} = 6.30 \text{ pulgadas}$$

$$V_{resf} = (4 * 80.31 * 6.30 * \sqrt{3000}) / 2000 = 55.42 \text{ ton}$$

Comprobar que el corte resistente final sea mayor que el corte requerido factorizado

$$V_{resf} = 55.41 \text{ ton} > V_{ref} = 462.22 \text{ ton}$$

En este caso el corte resistente es mucho menor que el corte actuante, por lo tanto hay que incrementar el peralte efectivo “d”, el incremento se aconseja de 5 centímetros cada vez, o sea, hay que realizar el mismo procedimiento desde el área crítica las veces necesarias, hasta que cumpla con la condición.

Al final, queda:

$$d = 0.62 \text{ m}$$

$$t = 0.70 \text{ m}$$

$$A_{critica} = 1.75 \text{ m}^2$$

$$\text{Cortante Actuante} = 123.10 \text{ ton}$$

---

<sup>2</sup> Las dos fórmulas para el Corte resistente son para el sistema ingles, pero el resultado final esta en toneladas, por lo tanto no afecta en el diseño.



Corte requerido = 144.82 ton  
 Corte disponible = 127.38 ton  
 Corte factorizado = 345.12 ton  
 Corte requerido factorizado = 406.03 ton  
 Perímetro zona de falla = 3.88 m  
 Corte resistente final = 408.46 ton  
 $V_{resf} = 408.46 \text{ ton} > V_{ref} = 406.03 \text{ ton}$

### **Resistencia a flexión**

#### **Brazo de palanca**

$$\text{brazoP} = \frac{B_{zx} - B_{cx}}{2}$$

$$\text{brazoP} = \frac{2.42}{2} - \frac{0.35}{2} = 1.04 \text{ m}$$

#### **Momento nominal**

$$M_n = \left( q_{dis} * B_{zx} * \left( \frac{\text{brazoP}^2}{2} \right) \right) / 0.90$$

$$M_n = \left( 70.16 * 2.42 * \left( \frac{(1.04)^2}{2} \right) \right) / 0.90 = 101.04 \text{ ton} * \text{m}$$

$$M_n = 10104460.74 \text{ kg} * \text{cm}$$

#### **Cálculo de acero necesario (en dos direcciones)**

$$A_s = \frac{M_n}{0.90 * d * f_y}$$

$$A_s = \frac{10104460.74}{0.90 * 62 * 4218} = 42.93 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 42.93 \text{ cm}^2$$

#### **Dimensionar el acero**

##### **Acero temperatura**

$$A_{st} = 0.0018 * b_{zx} * d$$

$$A_{st} = 0.0018 * 242 * 62 = 27 \text{ cm}^2$$

### Acero necesario

$$B_{zx} = 2.4 \text{ m}$$

$$a = \frac{A_s * f_y}{0.85 * f_c * b_{zx}}$$

$$a = \frac{42.93 * 4218}{0.85 * 211 * 240} = 4.21 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{M_n}{f_y * \left(d - \frac{a}{2}\right)}$$

$$A_{sx} = \frac{M_n}{f_y * \left(d - \frac{a}{2}\right)}$$

$$A_{sx} = \frac{10104460.74}{4218 * \left(62 - \frac{4.21}{2}\right)} = 40.00 \text{ cm}^2$$

Como  $A_{sx}$  es mayor que el acero por temperatura utilizar  $A_{sx}$  para el diseño de acero.

$$A_{sx} = 40.00 \text{ cm}^2$$

Varillas número = 6

Separación = 16 cm.

Cantidad = 14

Área de acero =  $39.90 \text{ cm}^2 > 40.00 \text{ cm}^2$  (Es un valor aceptable)

### Dimensionar dovelas

$$\text{Acero mínimo} = 0.005 * B_{cx} * B_{cy}$$

$$\text{Acero mínimo} = 4 \text{ varillas número } 5^3$$

$$A_{s\_min} = 0.005 * 35 * 35 = 6.13 \text{ cm}^2$$

$$A_{s\_min} = 4 * 1.98 = 7.92 \text{ cm}^2$$

---

<sup>3</sup> Es el acero mínimo para dovelas. Libro: Concreto reforzado, Edward G. Nawy, Capítulo 12, página 561.

### Datos finales para el armado

Dimensión de zapata = 2.40 m \* 2.40 m

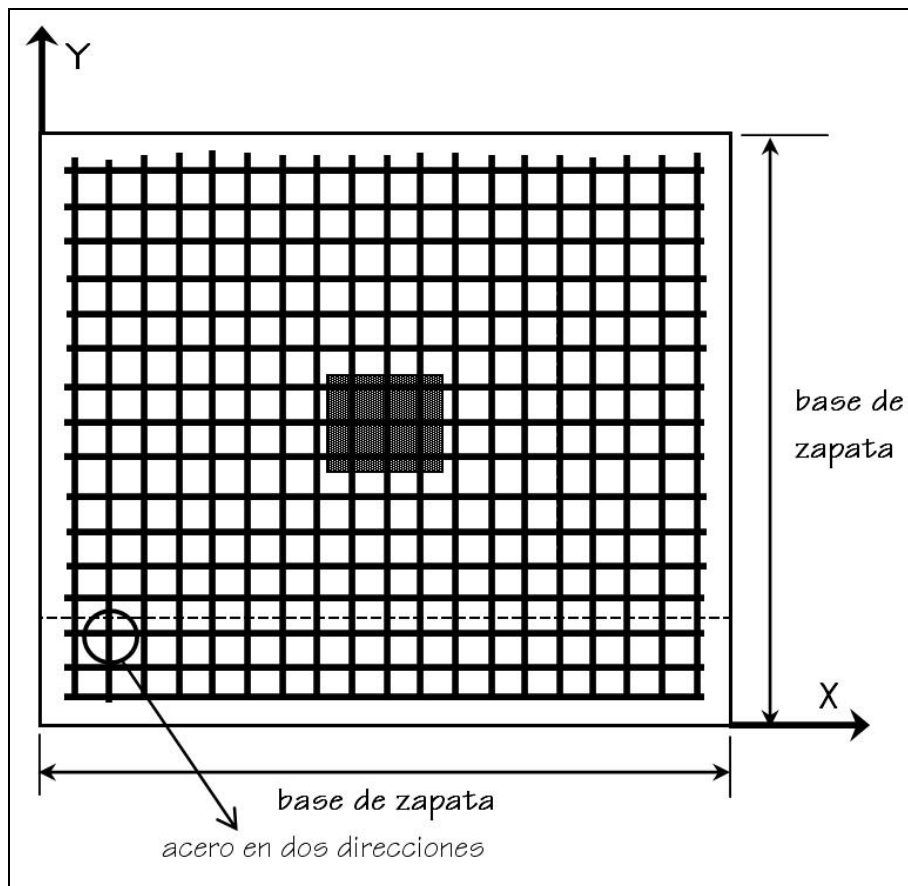
Altura de zapata "t" = 0.70 m

Peralte efectivo "d" = 0.62 m

Varillas número 6 @ 16 cm., en las dos direcciones

dovelas = 4 varillas número 5

Figura 3. Detalles de armado zapata aislada cuadrada sin excentricidad



## 1.2 Zapata aislada rectangular

Las zapatas aisladas rectangulares, tiene un proceso de diseño muy parecido a las zapatas cuadradas, a continuación los pasos a seguir para el diseño:

Datos necesarios:

- Carga muerta
- Carga viva
- Momento en el eje X y Y
- Altura columna
- Dimensiones de la columna
- Desplante
- Valor soporte del suelo
- Peso específico del suelo
- Peso específico del concreto

Definir los siguientes valores a utilizar:

- $f'_c$
- $f_y$
- Factor de seguridad
- Recubrimiento mínimo del acero.

Diseñar los refuerzos por cortante, acción en una dirección:

- Perímetro de falla de corte
- Corte factorizado
- Corte requerido
- Corte disponible
- Comprobar que el corte disponible sea mayor que el corte requerido

Acción dos direcciones:

- Área crítica
- Corte factorizado

- Corte requerido factorizado
- Perímetro de falla por corte
- Valor de Beta
- Corte resistente final
- Comprobar que el corte resistente final sea mayor que el corte requerido factorizado

Diseño del refuerzo en dos direcciones:

- Brazo del momento
- Momento nominal
- Área de acero para la longitud larga de la losa
- Área de acero para la longitud corta de la losa
- Acero para las dovelas
- Resultado final: dimensionar cantidad de acero, y área de zapata final

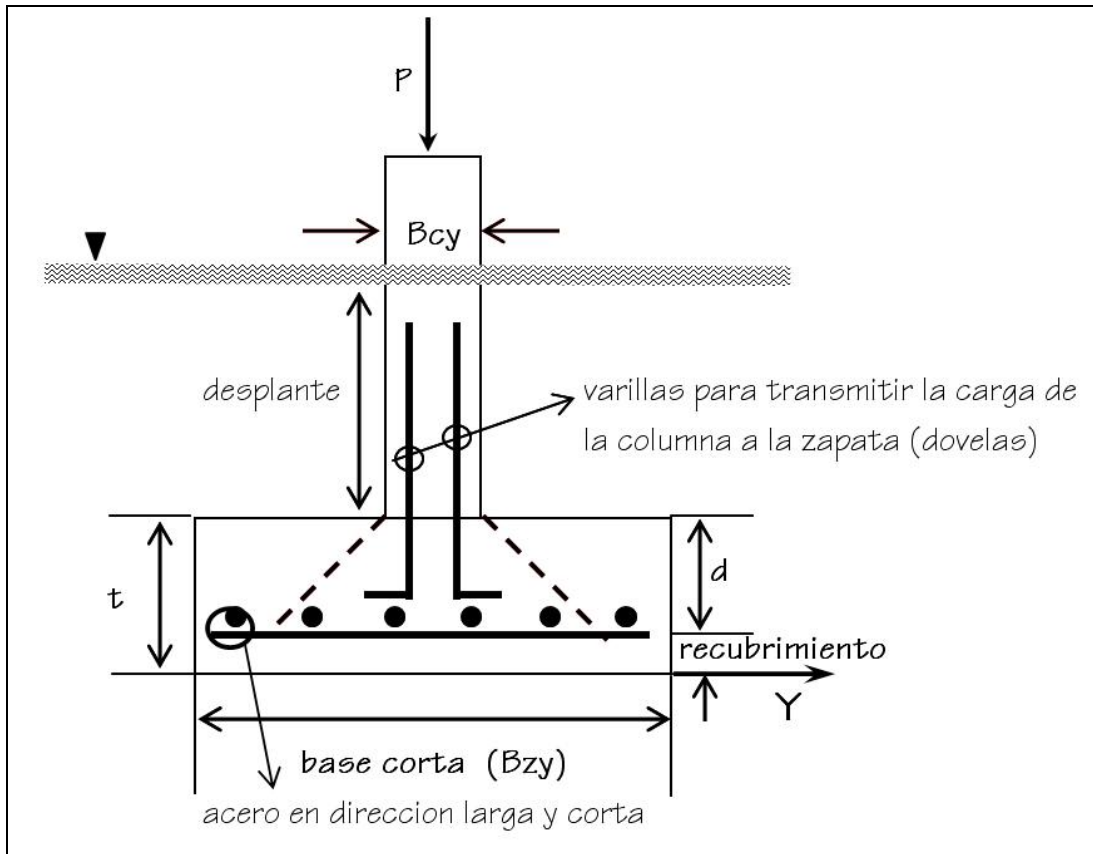
**Ejemplo 2:** Cálculo y diseño de una zapata aislada rectangular en dos direcciones sin excentricidad. Se utilizará prácticamente los mismos datos del ejemplo uno, ahora para una zapata rectangular, y la sección de la columna será rectangular.

Una columna de apoyo transmite axialmente una carga de servicio total de carga viva 115 ton, carga muerta 85 ton, con un desplante de 0.90 m, peso unitario del suelo 1.4 ton/m<sup>3</sup>,  $f'_c$  de la columna 387 Kg./cm<sup>2</sup>,  $f'_c$  de la zapata 211 Kg./cm<sup>2</sup>.  $f_y$  del acero 4218 Kg./cm<sup>2</sup>

**Solución: resumen de datos.**

CV = 115 toneladas  
CM = 85 toneladas  
 $f'c = 211 \text{ Kg./cm}^2$  (zapata)  
 $f'c = 387 \text{ Kg./cm}^2$  (columna)  
 $f_y = 4218 \text{ Kg./cm}^2$   
 $MU_x = 15 \text{ ton}\cdot\text{m}$   
 $MU_y = 17 \text{ ton}\cdot\text{m}$   
Desplante = 0.90 metros  
 $\delta_s = 1.4 \text{ ton/m}^3$   
 $\delta_c = 2.4 \text{ ton/m}^3$   
 $V_s = 54 \text{ ton/m}^2$   
 $B_{cx} = 45 \text{ cm.}$   
 $B_{cy} = 35 \text{ cm.}$   
 $H_{col} = 3.5 \text{ m}$   
FS = 1.49  
rec = 7.5 cm.

**Figura 4. Perfil en el sentido corto (eje Y) de una zapata rectangular aislada sin excentricidad.**



### **Carga última factorizada**

$$P' = \frac{1.7 * CV + 1.4 * CM}{FS}$$

$$P' = \frac{1.7 * 115 + 1.4 * 85}{1.49} = 211.07 \text{ ton}$$

### **Área de zapata**

$$A_z = \frac{1.5 * P'}{V_s}$$

$$A_z = \frac{1.5 * 211.07}{53.8} = 5.89 \text{ m}^2$$

### **Dimensiones de la zapata**

Para obtener las dimensiones de una zapata rectangular, pueden existir varias formas. Una de ellas es por el área disponible de la construcción, otra simplemente encontrar dos números que multiplicados entre sí, el resultado sea similar a la del área buscada, (con números manejables para la construcción). Asumir

$$B_{zx} = 2.80 \text{ m} \quad B_{zy} = 2.10 \text{ m}$$

$$A_z = 5.88 \text{ m}^2$$

### **Peralte mínimo de la zapata**

Para el cálculo inicial utilizar, hierro No. 4. Si la zapata llegará a fallar por cortante, se debe de incrementar el peralte de la zapata, hasta que este satisfaga la resistencia a corte.

$$t = 15 + \Phi v + \text{rec}$$

$$t = 15 + 1.27 + 7.50 = 23.77 \text{ cm} \approx 24 \text{ cm}$$

### **Intensidad de carga factorizada**

$$M_x = \frac{MU_x}{FS}$$

$$M_x = \frac{15}{1.49} = 10.07 \text{ ton} * \text{m}$$

$$M_y = \frac{MU_y}{FS}$$

$$M_y = \frac{17}{1.49} = 11.41 \text{ ton} \cdot m$$

### **Peso de columna**

$$P_{col} = H_{col} \cdot B_{cx} \cdot B_{cy} \cdot \delta_c$$

$$P_{col} = 3.5 \cdot 0.45 \cdot 0.35 \cdot 2.4 = 1.32 \text{ ton}$$

### **Peso del suelo**

$$P_s = A_z \cdot d_{es} \cdot \delta_s$$

$$P_s = 5.88 \cdot 0.90 \cdot 1.4 = 7.41 \text{ ton}$$

### **Peso propio**

$$P_{zap} = A_z \cdot t \cdot \delta_c$$

$$P_{zap} = 5.88 \cdot 0.24 \cdot 2.4 = 3.39 \text{ ton}$$

### **Peso total**

$$P = P^l + P_{col} + P_s + P_{zap}$$

$$P = 211.07 + 1.32 + 7.41 + 3.39 = 223.19 \text{ ton}$$

### **Módulo de sección**

$$S_x = \frac{B_{zx} \cdot B_{zy}^2}{6}$$

$$S_x = \frac{2.80 \cdot 2.10^2}{6} = 2.06 m^3$$

$$S_y = \frac{B_{zx}^2 \cdot B_{zy}}{6}$$

$$S_x = \frac{2.80^2 \cdot 2.10}{6} = 2.74 m^3$$

$$q_{max} = \frac{P}{A_z} + \frac{M_x}{S_x} + \frac{M_y}{S_y}$$

$$q_{max} = \frac{223.19}{5.88} + \frac{10.07}{2.06} + \frac{11.41}{2.74} = 47.01 \text{ ton} / m^2$$

$$q_{min} = \frac{P}{A_z} - \frac{M_x}{S_x} - \frac{M_y}{S_y}$$



$$q_{\min} = \frac{223.19}{5.88} - \frac{10.07}{2.06} - \frac{11.41}{2.74} = 28.91 \text{ ton/m}^2$$

Verificar que la intensidad de carga máxima, sea menor que el valor soporte del suelo, y que la intensidad de carga mínima sea mayor a cero. Si no se cumple estas condiciones, entonces aumentar el área de la zapata, de cinco centímetros cuadrados cada vez, hasta que cumpla con las condiciones.

$$q_{\max} = 47.01 \text{ ton/m}^2 < V_s = 54 \text{ ton/m}^2$$

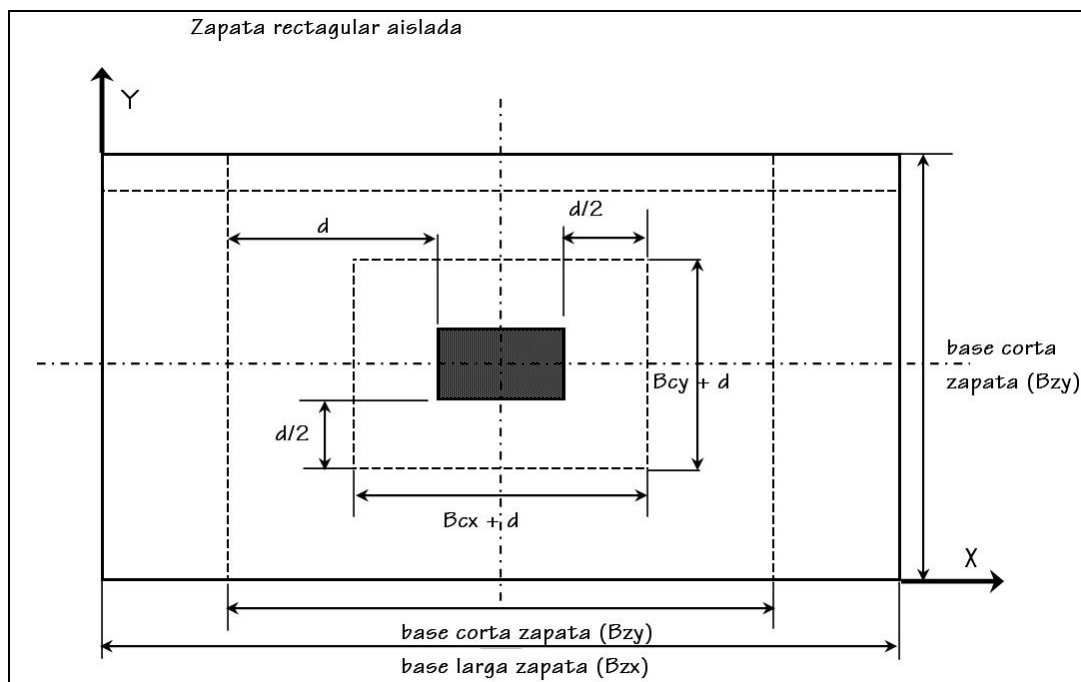
$$q_{\min} = 28.91 \text{ ton/m}^2 > 0$$

$$q_{\text{dis}} = q_{\max} * FS$$

$$q_{\text{dis}} = 47.01 * 1.49 = 70.05 \text{ ton/m}^2$$

### Corte resistente

**Figura 5. Detalles de zapata rectangular aislada sin excentricidad**



### Acción en una dirección

$$d = t - \text{rec} - \Phi v / 2$$

$$d = 24 - 7.5 - 0.635 = 15.87 \text{ cm.} \approx 16 \text{ cm}$$

### **Brazo de palanca**

Utilizar el lado largo de la columna y el lado largo de la zapata.

$$b_o = \frac{B_{zx}}{2} - \frac{B_{cx}}{2} - \frac{d}{2}$$

$$b_o = \frac{2.80}{2} - \frac{0.45}{2} - \frac{0.16}{2} = 1.10 \text{ metros}$$

### **Corte factorizado**

$$V_{fac} = q_{dis} * B_{zy} * b_o$$

$$V_{fac} = 70.05 * 2.10 * 1.10 = 161.08 \text{ ton}$$

### **Corte requerido**

$$V_{req} = \frac{V_{fac}}{0.85}$$

$$V_{req} = \frac{161.08}{0.85} = 189.51 \text{ ton}$$

### **Corte disponible**

$$V_{dis} = 2 * B_{zy} * d * \sqrt{f'_c}^4$$

$$B_{zy} = 2.10 \text{ m} = 82.68 \text{ pulgadas}$$

$$d = 0.16 \text{ m} = 6.30 \text{ pulgadas}$$

$$V_{dis} = (2 * 82.68 * 6.30 * \sqrt{3000}) / 2000 = 28.53 \text{ ton}$$

Comprobar que el corte disponible sea mayor que el corte requerido

$$V_{dis} = 28.53 \text{ ton} > V_{req} = 189.51 \text{ ton}$$

En este caso el corte resistente es mucho menor que el corte actuante, por lo tanto incrementar el valor de “d”, el incremento se aconseja de 5 centímetros cada vez, o sea, hay que realizar el mismo procedimiento desde el área crítica las veces que sea necesario, hasta que cumpla con la condición.

---

<sup>4</sup> La fórmula del corte requerido es para el sistema inglés, pero el resultado final es en toneladas, por lo tanto no afecta en el diseño.

Al final, queda:

$$d = 0.77 \text{ m}$$

$$t = 0.85 \text{ m}$$

$$b_o = 0.79 \text{ m}$$

$$V_{\text{fac}} = 116.21 \text{ ton}$$

$$V_{\text{rec}} = 136.72 \text{ ton}$$

$$V_{\text{dis}} = 137.28 \text{ ton}$$

$$V_{\text{dis}} = 137.28 \text{ ton} > V_{\text{rec}} = 136.72 \text{ ton}$$

### **Acción en dos direcciones**

A la distancia  $d/2$  desde la cara de la columna

$$A_{\text{critica}} = A_z - ((B_{cx} + d) * (B_{cy} + d))$$

$$A_{\text{critica}} = 5.88 - ((0.45 + 0.77) * (0.35 + 0.77)) = 4.51 \text{ m}^2$$

### **Corte factorizado**

$$V_{\text{fac}} = A_{\text{critica}} * q_{\text{dis}}$$

$$V_{\text{fac}} = 4.51 * 70.05 = 316.18 \text{ ton}$$

### **Corte requerido**

$$V_{\text{req}} = \frac{V_{\text{fac}}}{0.85}$$

$$V_{\text{req}} = \frac{316.18}{0.85} = 371.97 \text{ ton}$$

### **Perímetro de falla por cortante**

$$b_o = 2 * [(d + B_{cx}) + (d + B_{cy})]$$

$$b_o = 2 * ((0.77 + 0.45) + (0.77 + 0.35)) = 4.68 \text{ m}$$

### **Valor de Beta**

$$\beta = \frac{B_{cx}}{B_{cy}}$$

$$\beta = \frac{0.45}{0.35} = 1.29$$

### Corte resistente final

Si  $\beta < 2$

$$V_{res} = 4 * b_o * d * \sqrt{f_c}$$

de lo contrario

$$V_{res} = \left(2 + \frac{4}{\beta}\right) * b_o * d * \sqrt{f_c}$$

como el valor de beta es menor que 2

$$V_{res} = 4 * b_o * d * \sqrt{f_c}$$

$$b_o = 4.68 \text{ m} = 184.25 \text{ pulgadas}$$

$$d = 0.77 \text{ m} = 30.31 \text{ pulgadas}$$

$$V_{res} = (4 * 184.25 * 30.31 * \sqrt{3000}) / 2000 = 611.87 \text{ ton}$$

Comprobar que el corte resistente final sea mayor que el corte requerido factorizado

$$V_{res} = 611.87 \text{ ton} > V_{req} = 371.97 \text{ ton}$$

### Resistencia a flexión

#### Brazo de palanca

La sección crítica para flexión está en la cara de la columna. El brazo de palanca que rige es el de la base larga.

$$\text{brazoP} = \frac{B_{zx} - B_{cx}}{2}$$

$$\text{brazoP} = \frac{2.80}{2} - \frac{0.45}{2} = 1.18 \text{ metros}$$

#### Momento nominal

$$M_n = \left( q_{dis} * B_{zy} * \left( \frac{\text{brazoP}^2}{2} \right) \right) / 0.90$$

$$M_n = \left( 70.05 * 2.10 * \left( \frac{(1.18)^2}{2} \right) \right) / 0.90 = 112.83 \text{ ton} * \text{m}$$

$$M_n = 11283157.81 \text{ kg} * \text{cm}$$

### **Cálculo de acero necesario (en dos direcciones)**

$$A_s = \frac{M_n}{0.90 * d * f_y}$$

$$A_s = \frac{11283157.81}{0.90 * 77 * 4218} = 38.60 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 38.60 \text{ cm}^2$$

### **Acero en longitud larga (eje X)**

#### **Acero temperatura**

$$A_{st} = 0.0018 * b_{zy} * d$$

$$A_{st} = 0.0018 * 210 * 77 = 29.11 \text{ cm}^2$$

#### **Acero necesario**

$$B_{zy} = 2.10 \text{ m}$$

$$a = \frac{A_s * f_y}{0.85 * f_c * b_{zy}}$$

$$a = \frac{38.60 * 4218}{0.85 * 211 * 210} = 4.32 \text{ cm}$$

$$A_{sx} = \frac{M_n}{f_y * \left( d - \frac{a}{2} \right)}$$

$$A_{sx} = \frac{11283157.81}{4218 * \left( 77 - \frac{4.32}{2} \right)} = 36.47 \text{ cm}^2$$

Como  $A_{sx}$  es mayor que el acero por temperatura utilizar  $A_{sx}$  para el diseño de acero.

$$A_{sx} = 36.47 \text{ cm}^2$$

### **Acero en longitud corta (eje Y)**

$$A_{sy} = \frac{2 * A_{sx}}{1 + \beta}$$

$$A_{sy} = \frac{2 * 36.47}{1 + 1.29} = 31.91 \text{ cm}^2$$

### **Dimensionar el acero longitud larga (eje X)**

Base de la zapata = 2.80 m

Varillas número = 6

Separación = 20 cm.

Cantidad = 13

Área de acero =  $37.05 \text{ cm}^2 > 36.47 \text{ cm}^2$

### **Dimensionar el acero longitud corta (eje Y)**

Base de la zapata = 2.10 m

Varillas número = 6

Separación = 18 cm.

Cantidad = 11

Área de acero =  $31.35 \text{ cm}^2 > 31.91 \text{ cm}^2$  (cantidad aceptable)

### **Dimensionar dovelas**

Acero mínimo =  $0.005 * B_{cx} * B_{cy}$

Acero mínimo = 4 varillas número 5

$A_{s\_min} = 0.005 * 35 * 45 = 7.88 \text{ cm}^2$

$A_{s\_min} = 4 * 1.98 = 7.92 \text{ cm}^2$

### **Datos finales para el armado**

Dimensión de zapata = 2.80 m × 2.10 m

Altura de zapata = 0.85 m

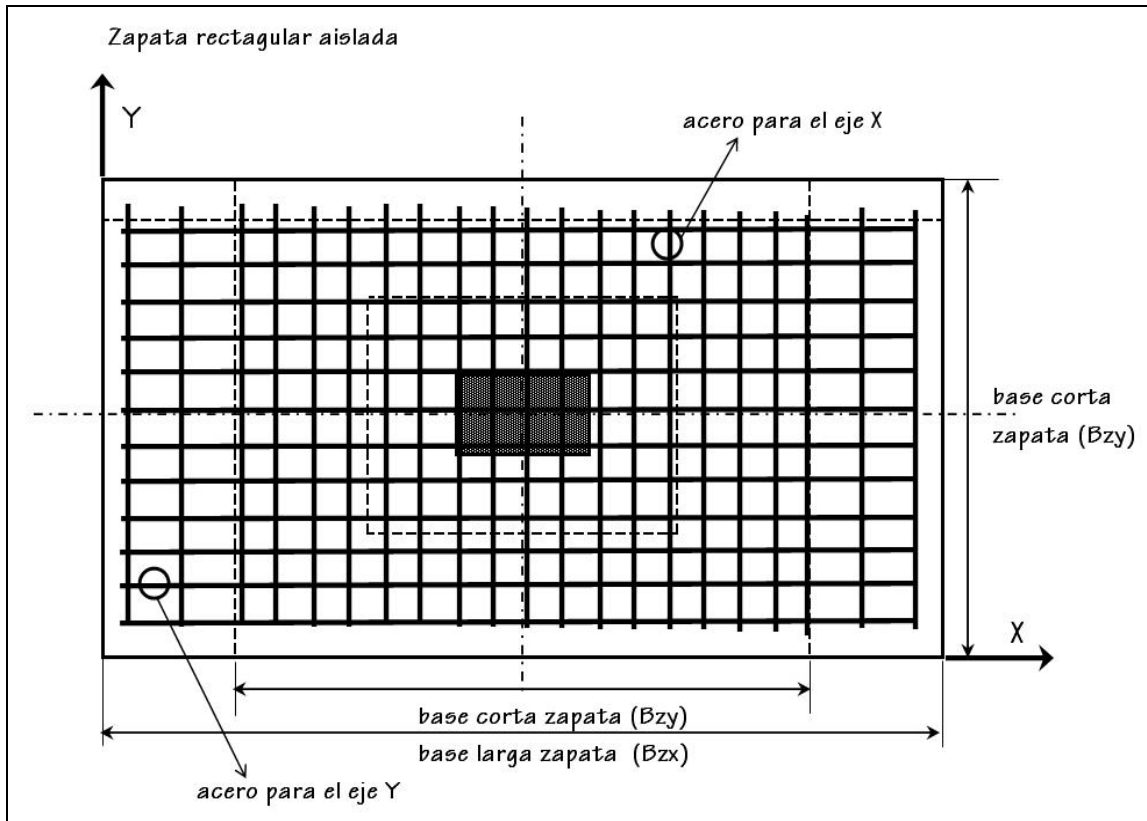
Peralte "d" = 0.77 m

Varillas número 6 @ 20 cm., en la dirección larga (X)

Varillas número 6 @ 18 cm., en la dirección corta (Y)

Dovelas = 4 varillas número 5

Figura 6. Detalles de armado zapata rectangular sin excentricidad



### 1.3 Zapata combinada

Las zapatas combinadas se utilizan cuando hay linderos y tienen que soportar dos o más columnas. Para realizar el diseño de una zapata combinada con dos columnas cuadradas, utilizar el siguiente orden.

Datos necesarios:

- Carga muerta
- Carga viva
- Desplante
- Valor soporte del suelo
- Peso específico del suelo
- Peso específico del concreto
- Dimensiones de columnas
- Cargas en columnas

Definir los siguientes valores a utilizar:

- $f'_c$
- $f_y$
- Factor de seguridad
- Recubrimiento mínimo del acero.

Obtenidos y definidos los valores anteriores, se procederá a realizar los cálculos:

- Reacción de la zapata
- Factor de carga
- Presión de diseño
- Distancia de la reacción
- Dimensiones de la zapata
- Corte máximo
- Peralte efectivo
- Diseño por corte punzonante en ambas columnas, en el sentido largo



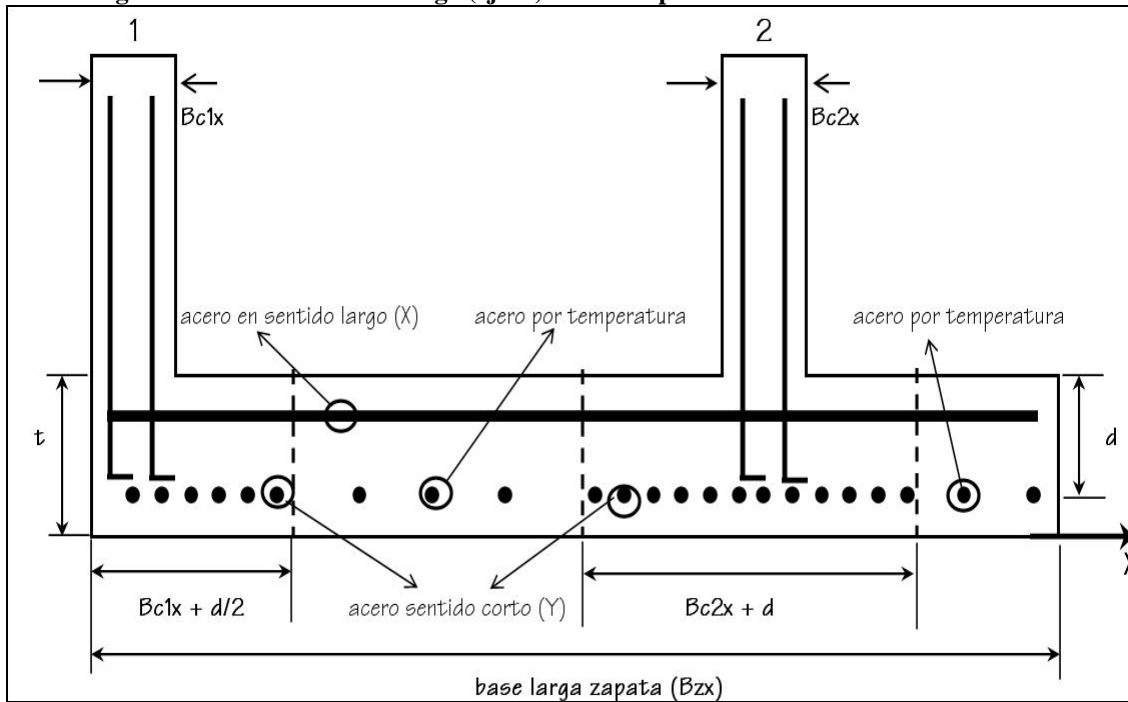
- Corte último
- Corte resistente
- Comprobar que el corte resistente sea mayor al corte último
- Distancia del corte con valor cero
- Momento máximo
- Cálculo de acero en sentido largo
- Diseño por corte punzonante en ambas columnas, en sentido corto
- Presión relativa
- Brazo
- Momento
- Cálculo de acero en sentido corto

**Ejemplo 3:** Cálculo y diseño de una zapata combinada con dos columnas cuadradas.

Diseñar una zapata combinada con los siguientes datos.

Columna 1	CV = 30 ton
	CM = 30 ton
	Bc1x = 0.30 m
	Bc1y = 0.30 m
Columna 2	CV = 40 ton
	CM = 50 ton
	Bc2x = 0.35 m
	Bc2y = 0.35 m
$f^c = 210 \text{ Kg./cm}^2$	
$f_y = 4220 \text{ Kg./cm}^2$	
Desplante = 0.6 m	
$\delta_s = 1.4 \text{ ton/m}^3$	
$\delta_c = 2.4 \text{ ton/m}^3$	
$V_s = 20 \text{ ton/m}^2$	
rec = 0.075 m	
l = 4.5 m	

**Figura 7. Perfil del sentido largo (eje X) de una zapata combinada con dos columnas.**



**Figura 8. Perfil del sentido corto (eje Y) de una zapata combinada con dos columnas**

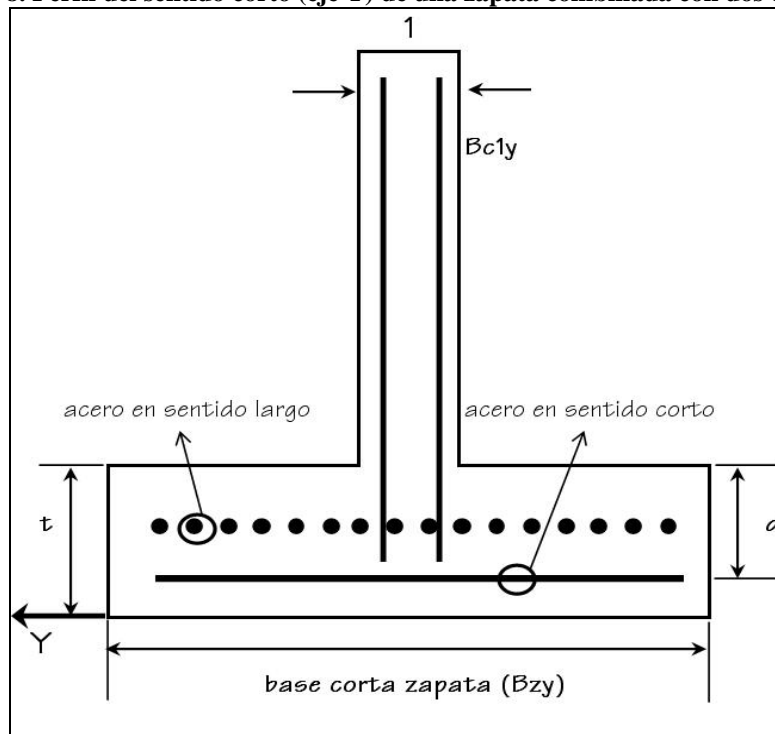
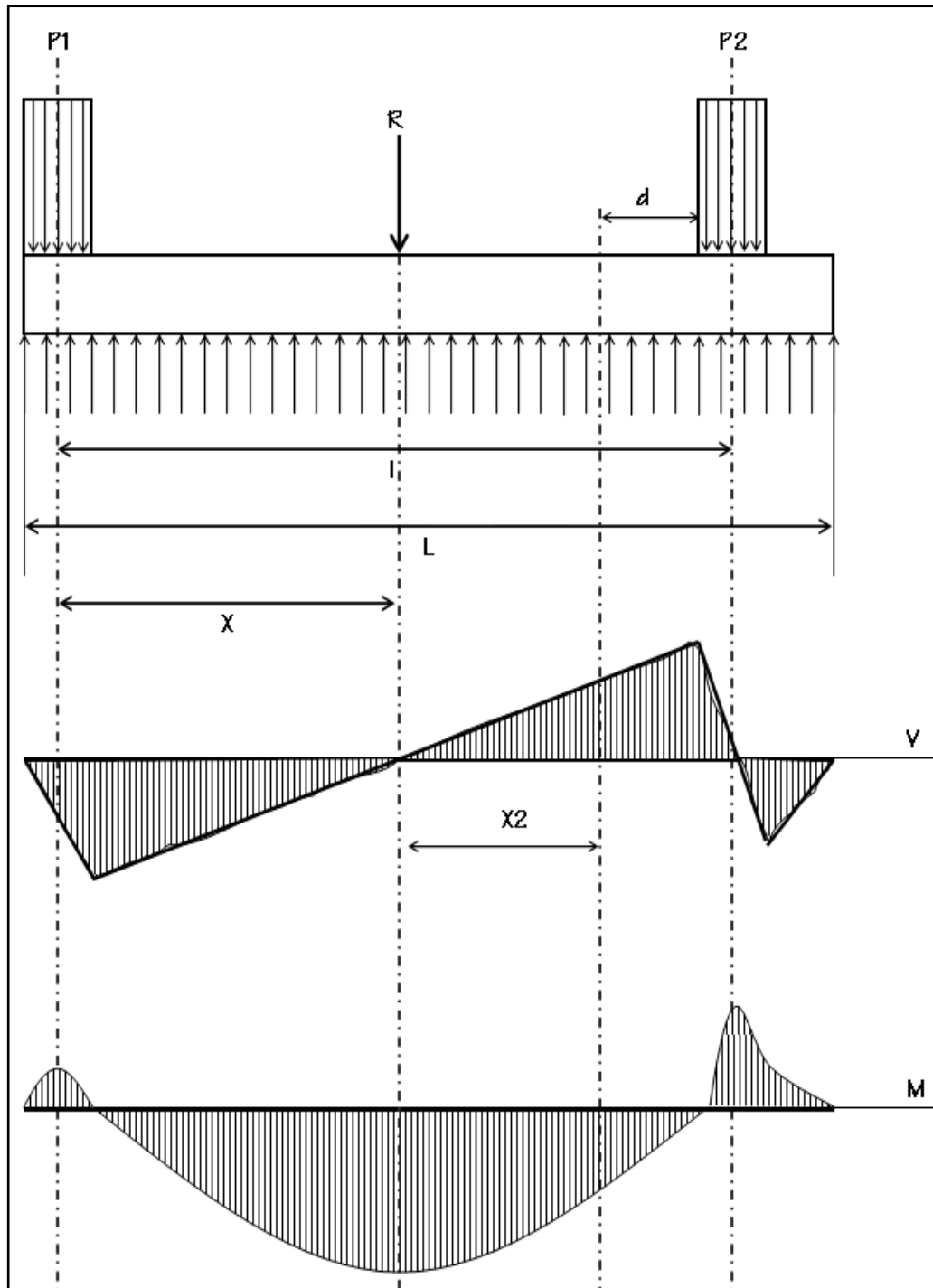


Figura 9. Diagrama de cargas, Corte y Momento de una zapata combinada de dos columnas.



**Solución:****Cálculo de la reacción**

$$P = CV + CM$$

$$P1 = 30 + 30 = 60 \text{ ton}$$

$$P2 = 40 + 50 = 90 \text{ ton}$$

$$R = P1 + P2$$

$$R = 60 + 90 = 150 \text{ ton}$$

**Factor de carga**

$$Pu = 1.7*CV + 1.4*CM$$

$$Pu1 = 1.7*30 + 1.4*30 = 93 \text{ ton}$$

$$Pu2 = 1.7*40 + 1.4*50 = 138 \text{ ton}$$

$$Ru = Pu1 + Pu2$$

$$Ru = 93 + 138 = 231 \text{ ton}$$

$$FS = Ru/R$$

$$FS = 231/150 = 1.54$$

**Presión de diseño**

$$Pd = FS * Vs$$

$$Pd = 1.54*20 = 30.8 \text{ ton/m}^2$$

**Distancia de la reacción**

$$X = \frac{Pu2 * l}{Ru}$$

$$X = \frac{138 * 4.50}{231} = 2.69 \text{ m}$$

**Dimensiones de la zapata****Longitud**

$$L = 2 * \left( \frac{Bc1x}{2} + X \right)$$

$$L = 2 * \left( \frac{0.30}{2} + 2.69 \right) = 5.68 \text{ m}$$

$$L = 5.70 \text{ m}$$

### Base

$$B = \frac{R}{V_s * L}$$

$$B = \frac{150}{20 * 5.70} = 1.32 \text{ m}$$

$$B = 1.35 \text{ m}$$

### Carga distribuida por el suelo

$$w_s = P_d * B$$

$$w_s = 30.8 * 1.35 = 41.58 \text{ ton/m}$$

### Corte máximo

$$V_{IZQ} = P_u1 - w_s * \frac{Bc1x}{2}$$

$$V_{IZQ} = \left( 93 - 41.58 * \frac{0.30}{2} \right) = 86.763 \text{ ton}$$

$$V_{DER} = P_u2 - w_s * \left( L - \left( 1 - \frac{Bc1x}{2} \right) \right)$$

$$V_{DER} = 138 - 41.58 * \left( 5.70 - \left( 4.50 - \frac{0.30}{2} \right) \right) = 81.867 \text{ ton}$$

$$V_{max} = 86.763 \text{ ton}^5$$

**Peralte efectivo d** (fórmula simplificada y aplicable para las dimensionales en toneladas y metros y el  $f'c$  en  $\text{kg/cm}^2$ )

$$d = \frac{V_{max} * 1000}{w_s * 10 + 0.85 * 0.53 * B * 100 * \sqrt{f'c}}$$

$$d = \frac{86.763 * 1000}{41.58 * 10 + 0.85 * 0.53 * 1.35 * 100 * \sqrt{210}} = 66.89 \text{ cm}$$

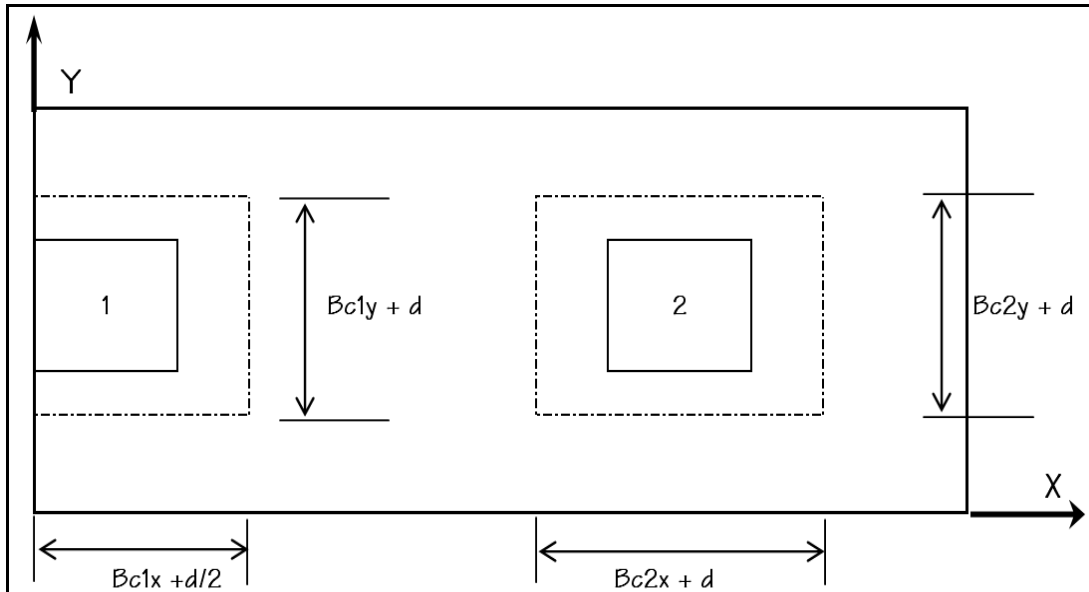
$$d = 67 \text{ cm.}$$

---

<sup>5</sup> Utilizar el valor mayor entre  $V_{IZQ}$  y  $V_{DER}$  para el corte máximo  $V_{max}$

## Diseño por corte punzonante

Figura 10. Detalles zapata combinada con dos columnas



### Sentido largo

**Columna 1.** Cortante en plano de falla

$$\text{Perimetro1} = 2 * \left( Bc1x + \frac{d}{2} \right) + Bc1y + d$$

$$\text{Perimetro1} = 2 * \left( 0.30 + \frac{0.67}{2} \right) + 0.30 + 0.67 = 2.24 \text{ m}$$

$$\text{Area1} = \left( Bc1x + \frac{d}{2} \right) * (Bc1y + d)$$

$$\text{Area1} = \left( 0.30 + \frac{0.67}{2} \right) * (0.30 + 0.67) = 0.62 \text{ m}^2$$

### Corte último

$$Vu1 = Pu1 - \frac{ws * \text{Area1}}{B}$$

$$Vu1 = 93 - \frac{41.58 * 0.62}{1.35} = 74.03 \text{ ton}$$

### **Corte resistente**

$$V_{res} = 0.85 * 1.10 * \text{Perimetro1} * d * \sqrt{f_c}$$

$$V_{res} = (0.85 * 1.10 * 2.24 * 100 * 67 * \sqrt{210}) / 1000 = 203.35 \text{ ton}$$

Comprobar que el corte resistente sea mayor, que el corte ultimo. Si no cumple con la condición aumentar el valor de “d”.

$$V_{res} = 203.35 \text{ ton} > V_{u1} = 74.03 \text{ ton}$$

### **Columna 2. Cortante en plano de falla**

$$\text{Perimetro2} = 2 * (\text{Bc2x} + d + \text{Bc2y} + d)$$

$$\text{Perimetro2} = 2 * (0.35 + 0.67 + 0.35 + 0.67) = 4.08 \text{ m}$$

$$\text{Area2} = (\text{Bc2x} + d) * (\text{Bc2y} + d)$$

$$\text{Area2} = (0.35 + 0.67) * (0.35 + 0.67) = 1.04 \text{ m}^2$$

### **Corte último**

$$V_{u2} = P_{u2} - \frac{w_s * \text{Area2}}{B}$$

$$V_{u2} = 138 - \frac{41.58 * 1.04}{1.35} = 105.96 \text{ ton}$$

### **Corte resistente**

$$V_{res} = 0.85 * 1.10 * \text{Perimetro2} * d * \sqrt{f_c}$$

$$V_{res} = (0.85 * 1.10 * 4.08 * 100 * 67 * \sqrt{210}) / 1000 = 370.39 \text{ ton}$$

Comprobar que el corte resistente sea mayor, que el corte ultimo

$$V_{res} = 370.39 \text{ ton} > V_{u2} = 105.96 \text{ ton}$$

En los dos casos fueron satisfactorios, por lo tanto utilizar  $d = 67$  centímetros

### **Cálculo de acero. Sentido largo (eje X)**

#### **Momento máximo**

$$M_{IZQ} = w_s * \frac{\left(X + \frac{\text{Bc1x}}{2}\right)^2}{2} - P_{u1} * X$$

$$M_{IZQ} = 41.58 * \frac{\left(2.69 + \frac{0.30}{2}\right)^2}{2} - 93 * 2.69 = -82.49 \text{ ton} * \text{m}$$

$$M_{DER} = ws * \frac{(L - X)^2}{2} - Pu2 * (1 - X)$$

$$M_{DER} = 41.58 * \frac{(5.70 - 2.69)^2}{2} - 138 * (4.5 - 2.69) = -61.42 \text{ ton} * \text{m}$$

$$M_{max} = -82.49 \text{ ton} * \text{m}^6$$

$$M_{max} = -8248617.6 \text{ Kg} * \text{cm}$$

### Acero necesario

$$\frac{As^2 * fy^2}{1.7 * fc * B} - As * fy * d + \frac{M_{max}}{0.90} = 0$$

$$\frac{As^2 * 4220^2}{1.7 * 210 * 135} - As * 4220 * 67 + \frac{8248617.6}{0.90} = 0$$

$$As1 = 731.30 \text{ cm}^2$$

$$As2 = 33.90 \text{ cm}^2$$

Tomar el valor mas lógico<sup>7</sup>, por lo tanto  $As = 33.90 \text{ cm}^2$

### Dimensión de acero

$$L = 1.35 \text{ m}$$

Hierro número = 7

Separación = 14 cm.

$$As = 34.92 \text{ cm}^2 > As = 33.90 \text{ cm}^2$$

### Sentido corto (eje Y)

#### Presión relativa en columna 1

$$P_{RELATIVA} = \frac{Pu1}{B}$$

$$P_{RELATIVA} = \frac{93}{1.35} = 68.88 \text{ ton/m}$$

<sup>6</sup> Utilizar el valor mayor entre  $M_{IZQ}$  y  $M_{DER}$  para el momento máximo  $M_{max}$

<sup>7</sup> Las ecuaciones cuadráticas tienen de resultado dos valores. Para utilizar el correcto tomar en cuenta un valor de acero aceptable no negativo y no demasiado grande.



**Brazo**

$$\text{brazo} = \frac{B - Bc1y}{2}$$

$$\text{brazo} = \frac{1.35 - 0.30}{2} = 0.53 \text{ m.}$$

**Momento**

$$M = \frac{P_{\text{RELATIVA}} * \text{brazo}^2}{2}$$

$$M = \frac{68.88 * 0.53^2}{2} * 1000 * 100 = 949375.0 \text{ kg} * \text{cm}$$

**Valor de b, para calcular el acero**

$$b = Bc1y + d/2$$

$$b = 0.30 + 0.67/2 = 0.64 \text{ m.}$$

$$\frac{As^2 * 4220^2}{1.7 * 210 * 63.5} - As * 4220 * 67 + \frac{949375.0}{0.90} = 0$$

$$As1 = 361.4 \text{ cm}^2$$

$$As2 = 3.7 \text{ cm}^2$$

Utilizar el valor mas lógico  $As = 3.7 \text{ cm}^2$

**Dimensión de acero**

$$L = 0.64 \text{ m}$$

Hierro número = 4

Separación = 20 cm.

**Presión relativa en columna 2**

$$P_{\text{RELATIVA}} = \frac{Pu2}{B}$$

$$P_{\text{RELATIVA}} = \frac{138}{1.35} = 102.22 \text{ ton/m}$$

**Brazo**

$$\text{brazo} = \frac{B - Bc2y}{2}$$

$$\text{brazo} = \frac{1.35 - 0.35}{2} = 0.50 \text{ m.}$$

### **Momento**

$$M = \frac{P_{\text{RELATIVA}} * \text{brazo}^2}{2}$$

$$M = \frac{102.22 * 0.50^2}{2} * 1000 * 100 = 1277777.78 \text{ kg} * \text{cm}$$

### **Valor de b, para calcular el acero**

$$b = Bc2y + d$$

$$b = 0.35 + 0.67 = 1.02 \text{ m.}$$

$$\frac{As^2 * 4220^2}{1.7 * 210 * 102} - As * 4220 * 67 + \frac{1277777.78}{0.90} = 0$$

$$As1 = 573.1 \text{ cm}^2$$

$$As2 = 5.1 \text{ cm}^2$$

Utilizar el valor mas lógico  $As = 5.1 \text{ cm}^2$

### **Dimensión de acero**

$$L = 1.02 \text{ m}$$

Hierro número = 4

Separación = 25 cm.

### **Acero por temperatura**

$$As_t = 0.0018 * b * d$$

$$As_t = 0.0018 * 100 * 67 = 12.06 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

Como el acero por temperatura es mayor, que el acero necesario por la columna 1 y 2 en sentido corto, colocar  $As = 12.06 \text{ cm}^2 / \text{m}$  en el sentido corto.

$As_t = \text{hierros número 5 a cada 15 cm.} = 11.88 \text{ cm}^2 / \text{m}$ , es un valor aceptable.

### Datos finales para el armado

Base corta = 1.35 m

Base larga = 5.70 m

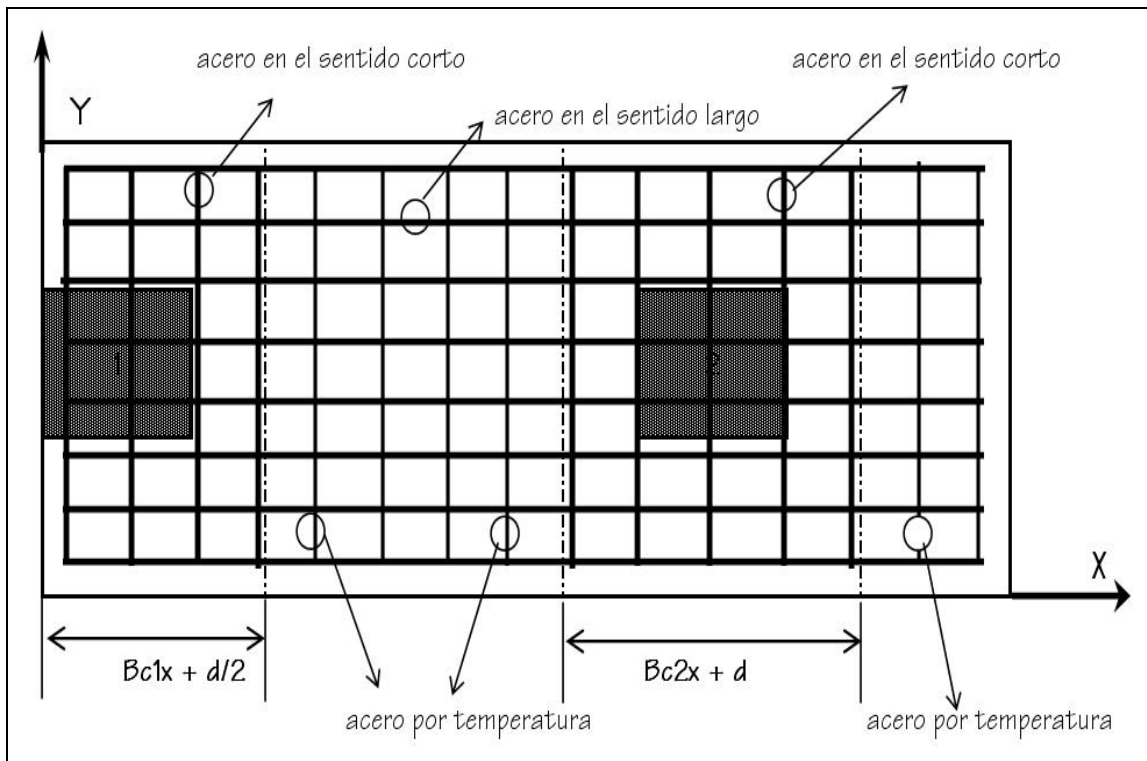
Altura zapata = 0.75 m

Peralte efectivo  $d = 0.67$  m

Acero sentido corto = Hierro número 5 @ 15 cm

Acero sentido largo = Hierro número 7 @ 14 cm

Figura 11. Detalles de armado zapata combinada con dos columnas



## 1.4 Cimiento corrido

Utilizar el siguiente orden, para el diseño de un cimiento corrido que soporta un muro de concreto. El cimiento corrido se diseña por metro lineal.

Datos necesarios:

- Carga muerta
- Carga viva
- Desplante
- Valor soporte del suelo
- Peso específico del suelo
- Peso específico del concreto
- Ancho del muro
- Carga sobre el muro

Definir los siguientes valores a utilizar:

- $f'c$
- $f_y$
- Factor de seguridad
- Recubrimiento mínimo del acero.

Obtenidos y definidos los valores anteriores, se procederá a realizar los cálculos:

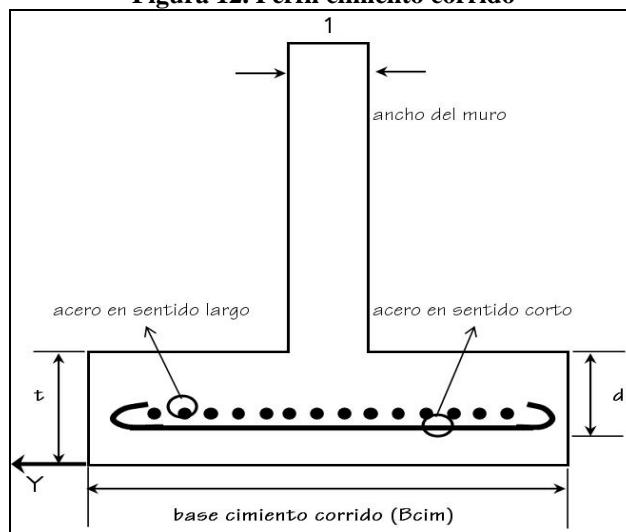
- Ancho de cimiento
- Peralte mínimo
- Revisión del área zapata
- Presión de diseño
- Revisar que la presión de diseño sea menor que el valor soporte del suelo
- Diseño por corte
- Área crítica
- Corte actuante
- Corte resistente

- Revisar que el corte resistente sea mayor que el corte actuante
- Diseño por flexión
- Brazo
- Momento actuante
- Diseño del acero
- Acero por temperatura
- Datos finales para el armado

**Ejemplo 4.** Diseñar un cimiento para soportar un muro de concreto, que la reacción sobre la zapata es una carga distribuida ultima de 19 ton/m, el ancho del muro es de 30 cm. **Solución,** resumen de datos

$CU = 19 \text{ ton/m}$   
 $H_{\text{muro}} = 3.10 \text{ m}$   
 $B_{\text{muro}} = 30 \text{ cm}$   
 $f'c = 281 \text{ Kg./cm}^2$   
 $f_y = 2800 \text{ Kg./cm}^2$   
 $\text{desplante} = 0.60 \text{ m}$   
 $\delta_s = 1.4 \text{ ton/m}^3$   
 $\delta_c = 2.4 \text{ ton/m}^3$   
 $V_s = 21 \text{ ton/m}^2$   
 $FS = 1.49$   
 $\text{rec} = 7.5 \text{ cm.}$

**Figura 12. Perfil cimiento corrido**



### **Carga última final**

$$CU_f = \frac{CU}{FS}$$

$$CU_f = \frac{19}{1.49} = 12.75 \text{ ton/m}$$

### **Área de cimiento**

$$Acim = \frac{1.5 * CU_f}{V_s}$$

$$Acim = \frac{1.5 * 12.75}{21} = 0.92 \text{ m}^2$$

Es un cimiento corrido y se diseña por metro lineal, por lo tanto la base queda así

$$B_{cim} = 0.92 \text{ m}$$

$$Acim = 0.92 * 1 = 0.92 \text{ m}^2$$

### **Peralte mínimo del cimiento corrido**

Para el cálculo inicial utilizar, hierro No. 4. Si la zapata llegará a fallar por cortante, se debe de incrementar el peralte de la zapata, hasta que este satisfaga la resistencia a corte.

$$t = 15 + \Phi v + rec$$

$$t = 15 + 1.27 + 7.50 = 0.24 \text{ m}$$

### **Comprobar el área de cimiento corrido**

#### **Peso del muro**

$$P_{MURO} = H_{muro} * B_{muro} * 1 * \delta_{CONCRETO}$$

$$P_{MURO} = 3.1 * 0.30 * 1 * 2.4 = 2.23 \text{ ton}$$

#### **Peso del suelo**

$$P_{SUELO} = Acim * des * \delta_{SUELO}$$

$$P_{SUELO} = 0.92 * 0.60 * 1.4 = 0.77 \text{ ton}$$

#### **Peso propio**

$$P_{CIMIENTO} = Acim * t * \delta_{CONCRETO}$$

$$P_{CIMIENTO} = 0.92 * 0.24 * 2.4 = 0.52 \text{ ton}$$

### **Carga distribuida**

$$w = CUf * 1$$

$$w = 12.75 * 1 = 12.75 \text{ ton}$$

### **Peso total**

$$P_{\text{total}} = P_{\text{MURO}} + P_{\text{SUELO}} + P_{\text{CIMENTO}} + w$$

$$P_{\text{total}} = 2.23 + 0.76 + 0.52 + 12.75 = 16.28 \text{ ton}$$

### **Intensidad de carga máxima**

$$q_{\text{max}} = \frac{P_{\text{total}}}{A_{\text{cim}}}$$

$$q_{\text{max}} = \frac{16.27}{0.92} = 17.70 \text{ ton/m}^2$$

Comprobar que la intensidad de carga máxima sea menor que el valor soporte del suelo

$$q_{\text{max}} = 17.70 \text{ ton/m}^2 < V_s = 21 \text{ ton/m}^2$$

El valor cumple con la condición, por lo tanto continuar con el diseño. Si en dado caso no cumpliera la condición, aumentar el área de la zapata 5 centímetros cuadrados cada vez y repetir los cálculos hasta que cumpla con la condición.

### **Intensidad de carga de diseño**

$$q_{\text{dis}} = q_{\text{max}} * FS$$

$$q_{\text{dis}} = 17.70 * 1.49 = 26.37 \text{ ton/m}^2$$

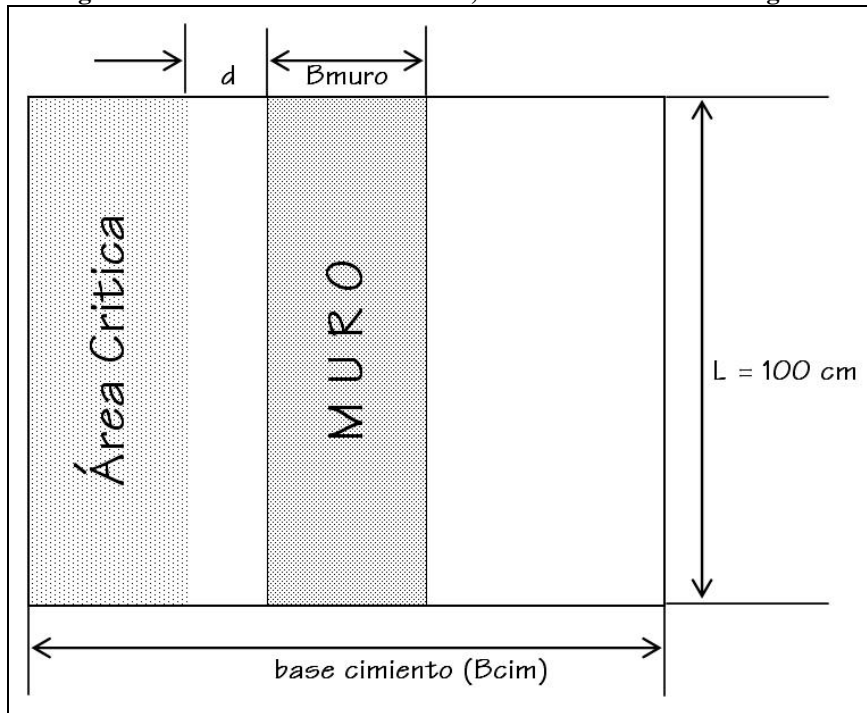
### **Valor del peralte d**

$$d = t - \text{recubrimiento} - \frac{\Phi_v}{2}$$

Utilizando hierro número 4

$$d = 24 - 7.5 - \frac{1.27}{2} = 15.86 \text{ cm} \approx 0.16 \text{ m}$$

**Figura 13. Detalles cimiento corrido, en un metro lineal de longitud.**



### **Diseño por corte**

#### **Área crítica**

$$A_{\text{critica}} = \left( \frac{B_{\text{cim}}}{2} - \frac{B_{\text{muro}}}{2} - d \right) * 1$$

$$A_{\text{critica}} = \left( \frac{0.92}{2} - \frac{0.30}{2} - 0.16 \right) * 1 = 0.15 \text{ m}^2$$

#### **Corte actuante**

$$V_{\text{act}} = q_{\text{dis}} * A_{\text{critica}}$$

$$V_{\text{act}} = 26.37 * 0.15 = 3.96 \text{ ton}$$

#### **Corte resistente (por metro lineal)**

$$V_{\text{res}} = 0.85 * 0.53 * b * d * \sqrt{f'c}$$

$$V_{\text{res}} = (0.85 * 0.53 * 100 * 16 * \sqrt{281}) / 1000 = 12.08 \text{ ton}$$

Verificar que el corte resistente sea mayor que el corte actuante

$$V_{\text{res}} = 12.08 \text{ ton} > V_{\text{act}} = 3.96 \text{ ton}$$



## Diseño por flexión

### Brazo

$$\text{brazo} = \frac{B_{\text{cim}} - B_{\text{muro}}}{2}$$

$$\text{brazo} = \frac{0.92 - 0.30}{2} = 0.31 \text{ m}$$

### Momento actuante

$$M = \frac{q_{\text{dis}} * \text{brazo}^2}{2}$$

$$M = \frac{26.37 * 0.31^2}{2} * 1000 * 100 = 126700.85 \text{ kg} * \text{cm}$$

### Acero necesario (Sentido corto eje X)

$$\frac{A_s^2 * f_y^2}{1.7 * f_c * B} - A_s * f_y * d + \frac{M_{\text{max}}}{0.90} = 0$$

$$\frac{A_s^2 * 2800^2}{1.7 * 281 * 100} - A_s * 2800 * 16 + \frac{126700.85}{0.90} = 0$$

$$A_{s1} = 263.46 \text{ cm}^2$$

$$A_{s2} = 3.26 \text{ cm}^2$$

Tomar el valor mas lógico, por lo tanto  $A_s = 3.26 \text{ cm}^2$ .

### Acero por temperatura (En el sentido largo Y)

$$A_{s_t} = 0.0018 * b * d$$

$$A_{s_t} = 0.0018 * 92 * 24 = 3.97 \text{ cm}^2$$

Dimensionar Acero

$$L = 0.92 \text{ m}$$

Hierro No. 4

Separación: 22 cm.

$$A_s = 5.07 \text{ cm}^2 > A_{s_t} = 3.91 \text{ cm}^2$$

El acero mínimo en un cimiento es de: 5 varillas número 5, en un metro lineal<sup>8</sup>.

$$A_s = 5 * 1.98 = 9.90 \text{ cm}^2$$

### Datos finales para el armado

Base cimiento = 0.92 m

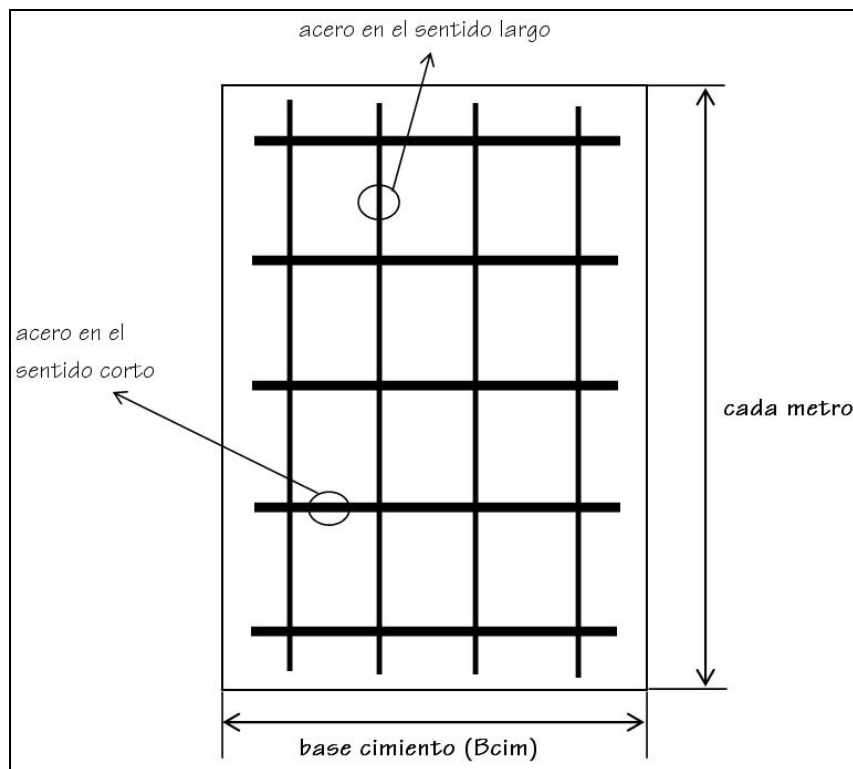
Altura del cimiento = 0.24 m

Peralte efectivo = 0.16 m

Acero en base corta = hierro número 5 @ 18 cm

Acero en base larga = hierro número 4 @ 22 cm

Figura 14. Detalles de armado de un cimiento corrido (armado por cada metro lineal)

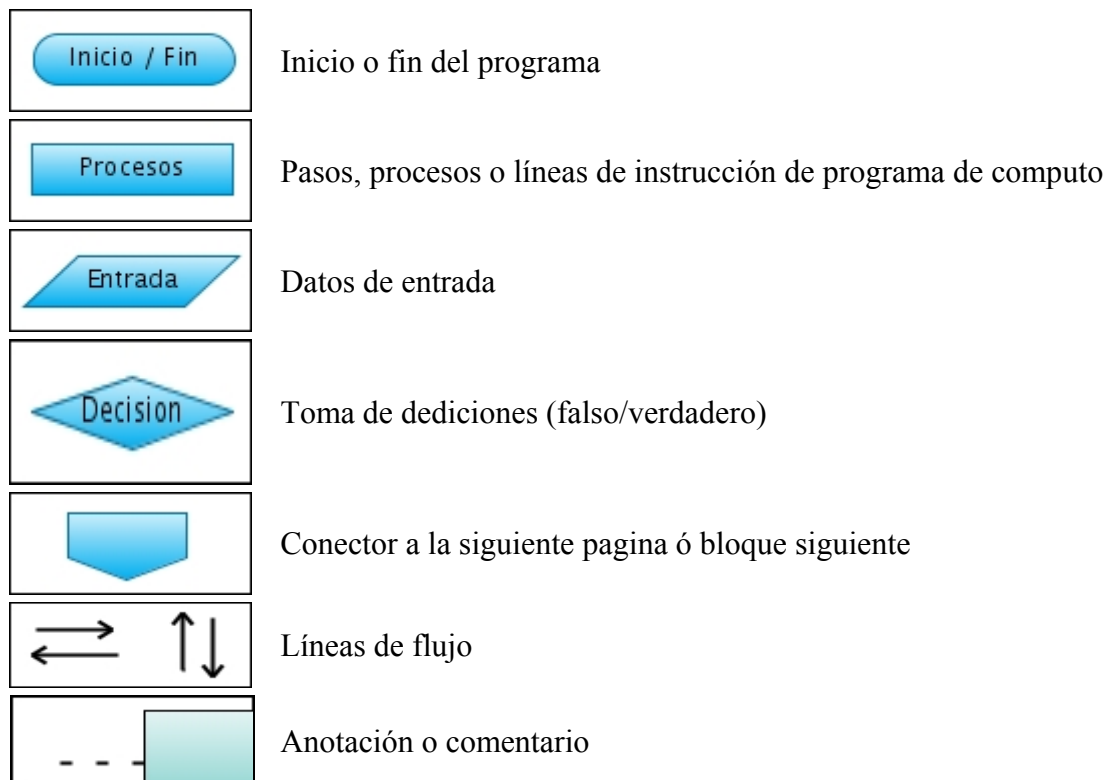


<sup>8</sup> Acero mínimo en un muro según Tesis: Guía teórico y práctica del curso de cimentaciones 1, Jadenon Cabrera Seis, capítulo 4.

## 2. DIAGRAMAS DE FLUJO PARA EL CÁLCULO DE CADA CIMIENTO

El diagrama de flujo representa la forma más tradicional para especificar los detalles algorítmicos de un proceso. Se utiliza principalmente en programación, economía y procesos industriales. Son la representación gráfica de los pasos de un proceso, que se realiza para entender mejor al mismo.

Los diagramas de flujo se dibujan generalmente usando símbolos estándares; sin embargo, algunos símbolos especiales pueden también ser desarrollados cuando sean requeridos. Los símbolos estándares, que se requieren con frecuencia para diagramar programas de computadora se muestran a continuación:



## 2.1 Zapata aislada cuadrada

Figura 15. Diagrama de flujo zapata cuadrada sin excentricidad. Parte 1/2

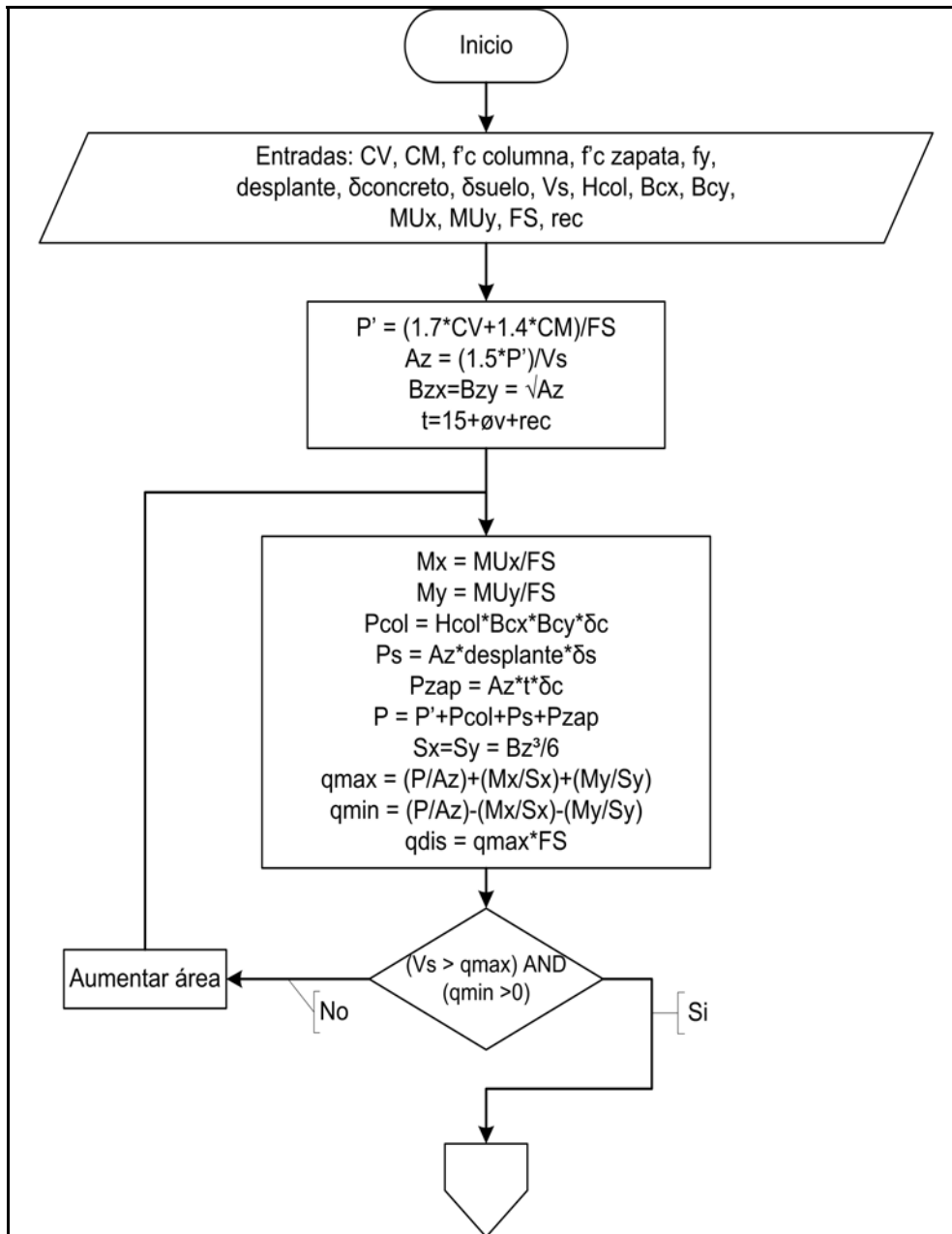
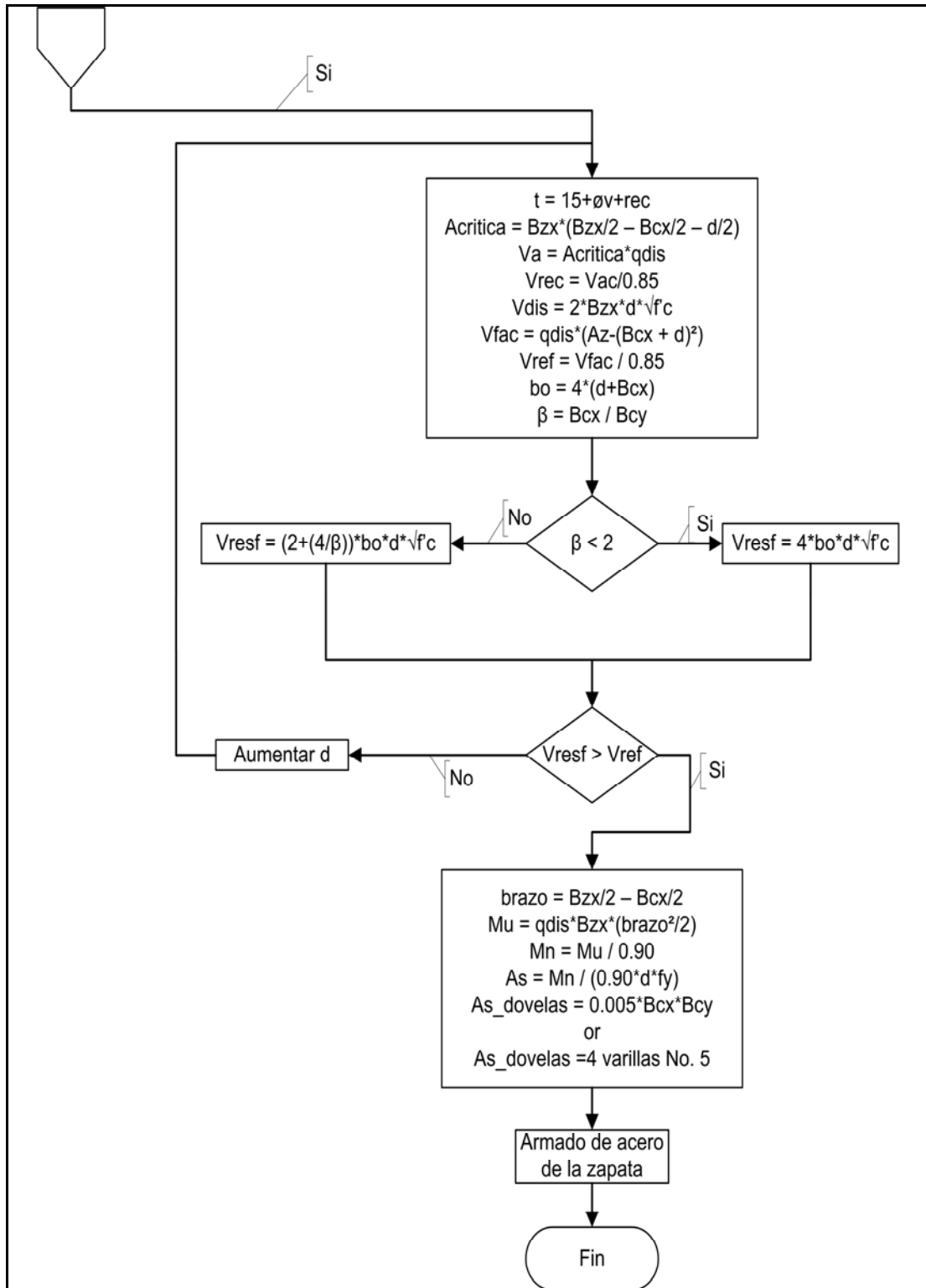


Figura 16. Diagrama de flujo zapata cuadrada sin excentricidad. Parte 2/2



## 2.2 Zapata aislada rectangular

Figura 17. Diagrama de flujo zapata rectangular sin excentricidad, parte 1/2

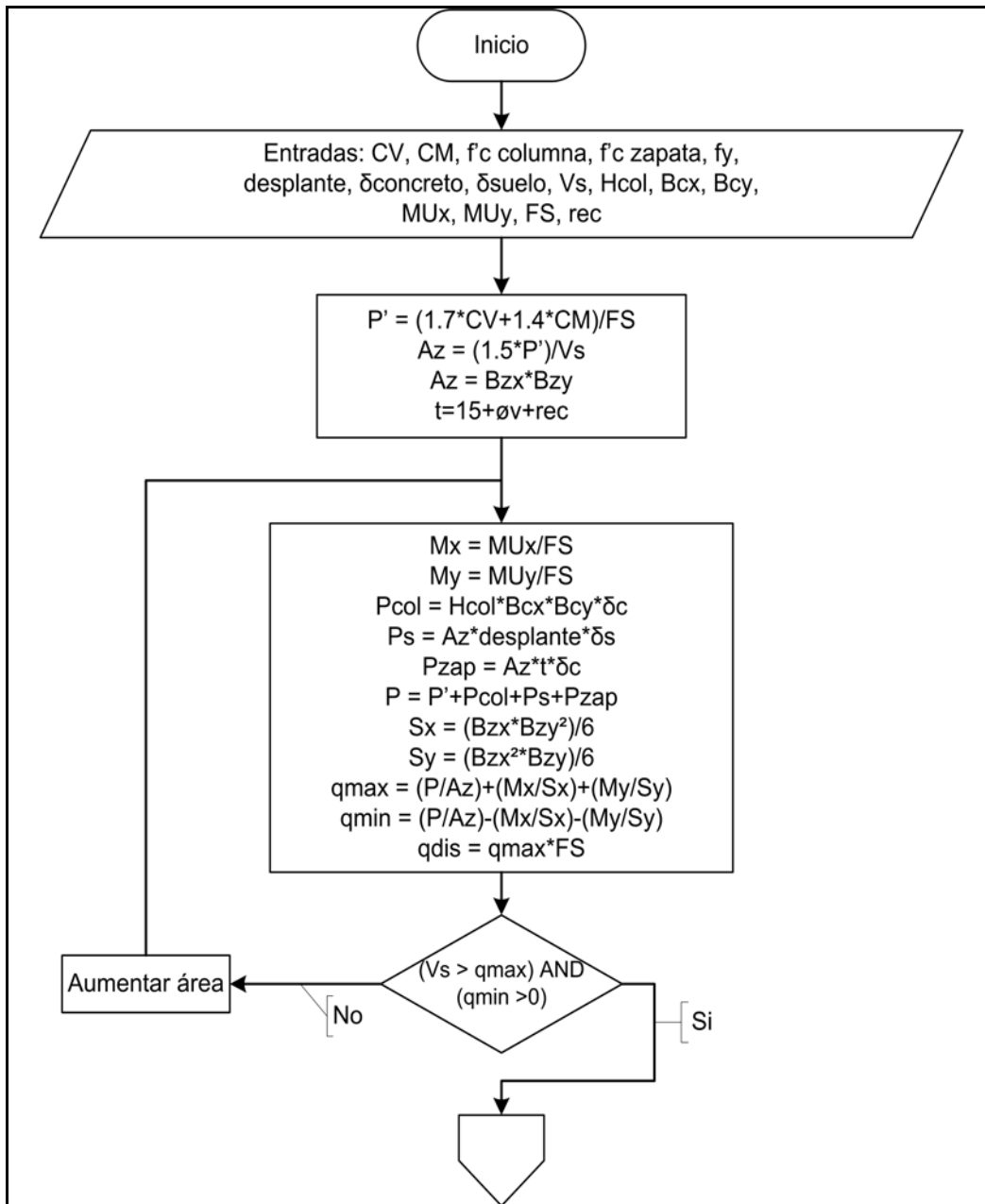
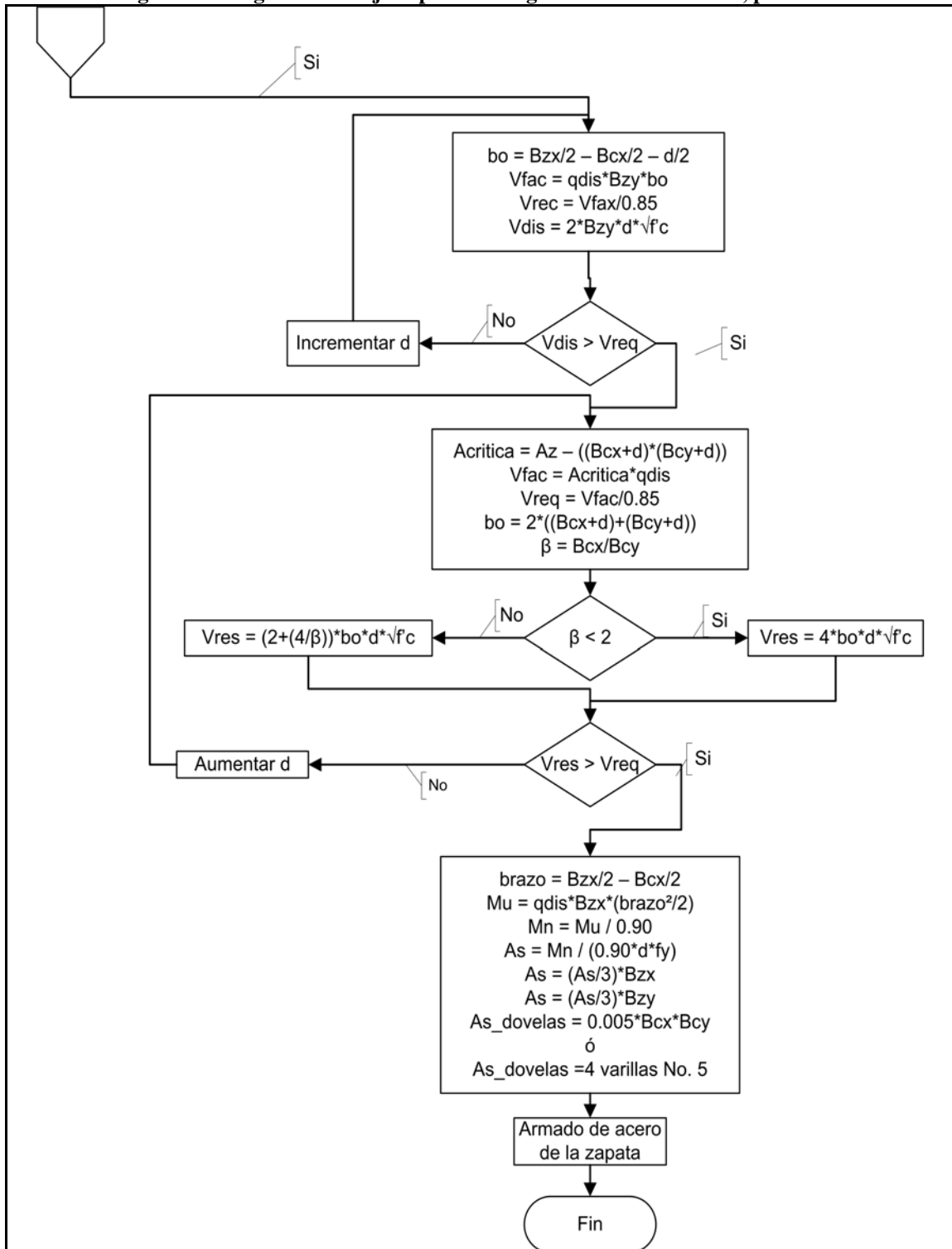


Figura 18. Diagrama de flujo zapata rectangular sin excentricidad, parte 2/2



### 2.3 Zapata combinada

Figura 19. Diagrama de flujo zapata combinada de dos columnas, parte 1/2

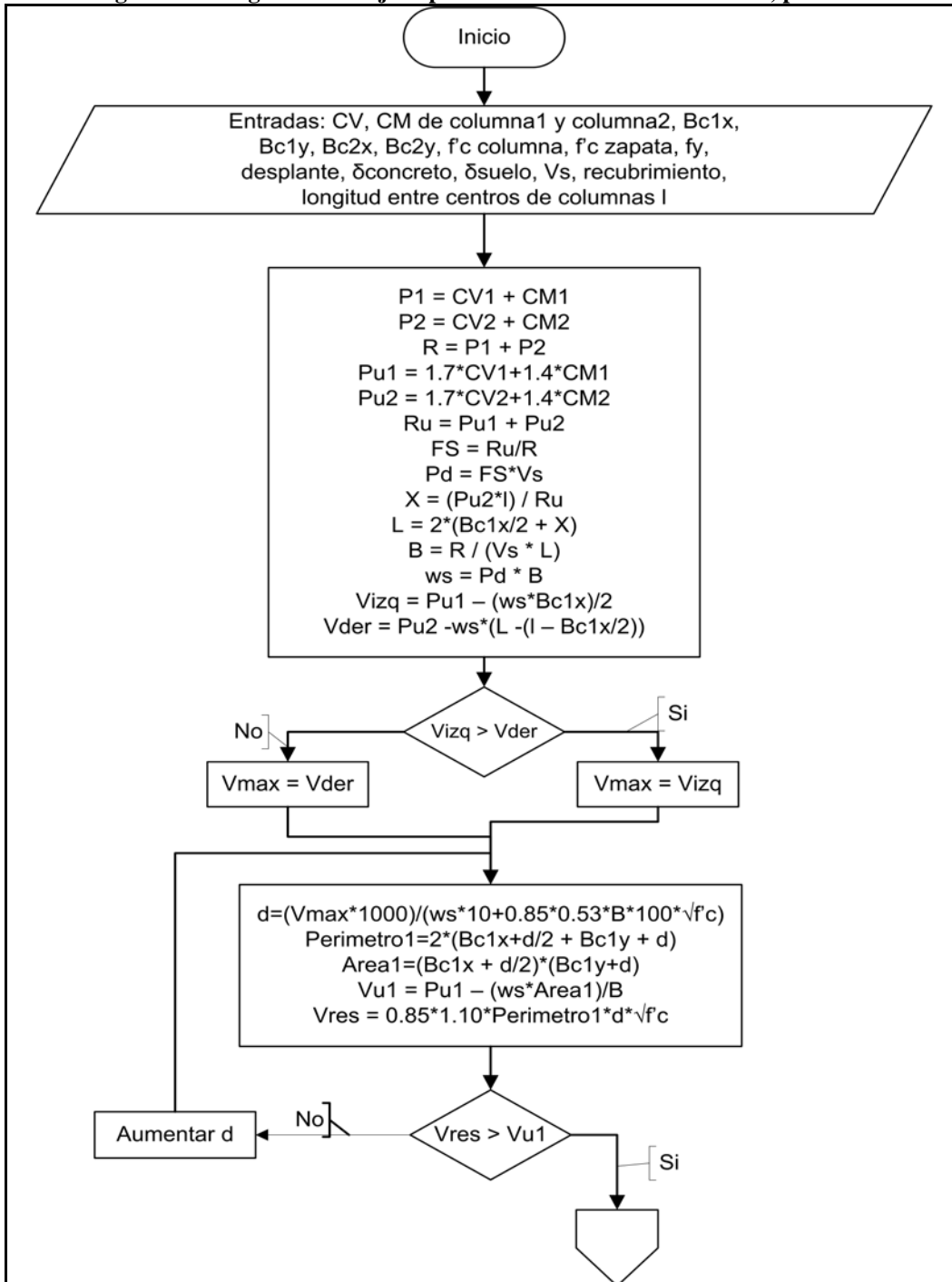
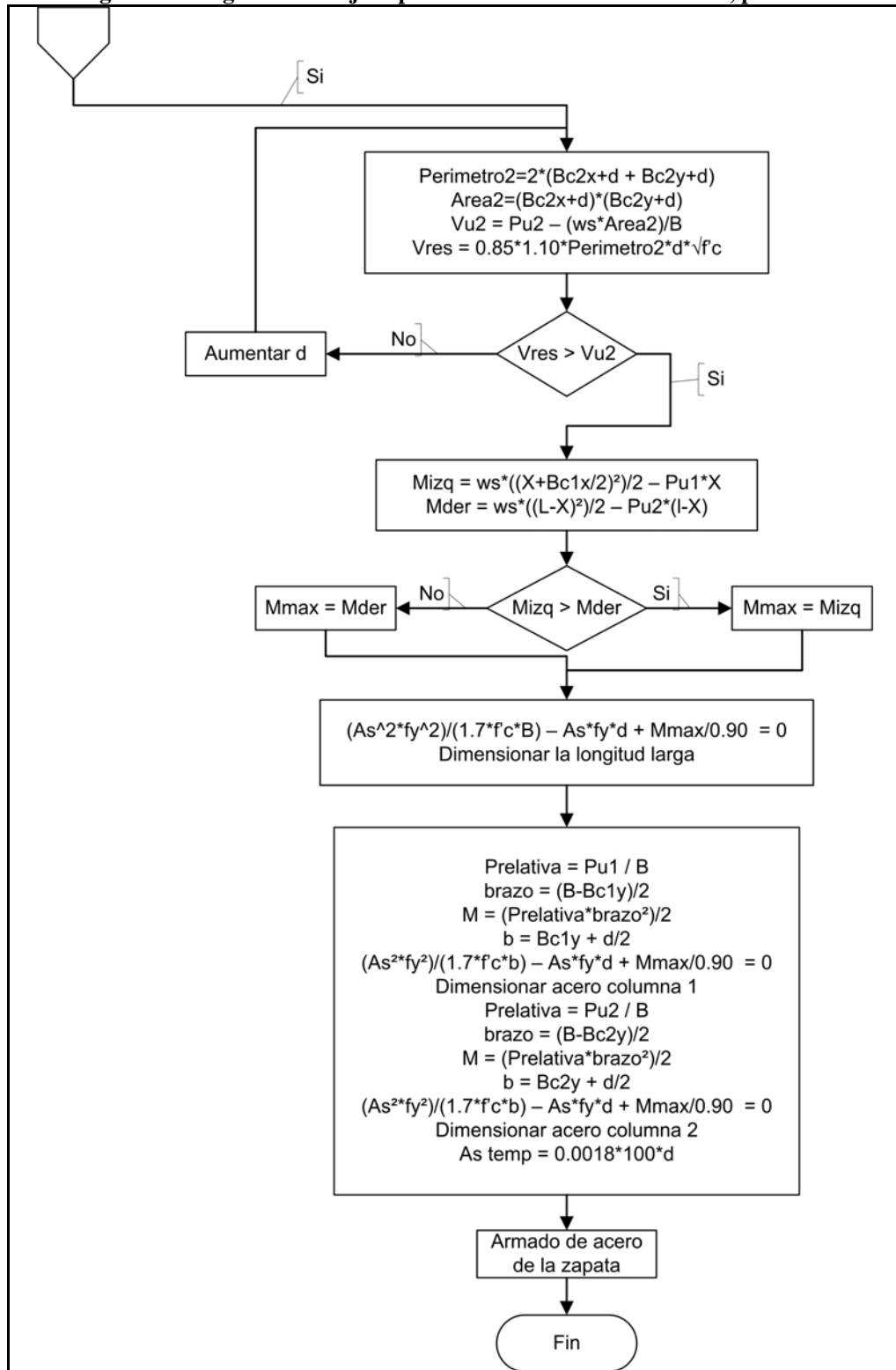


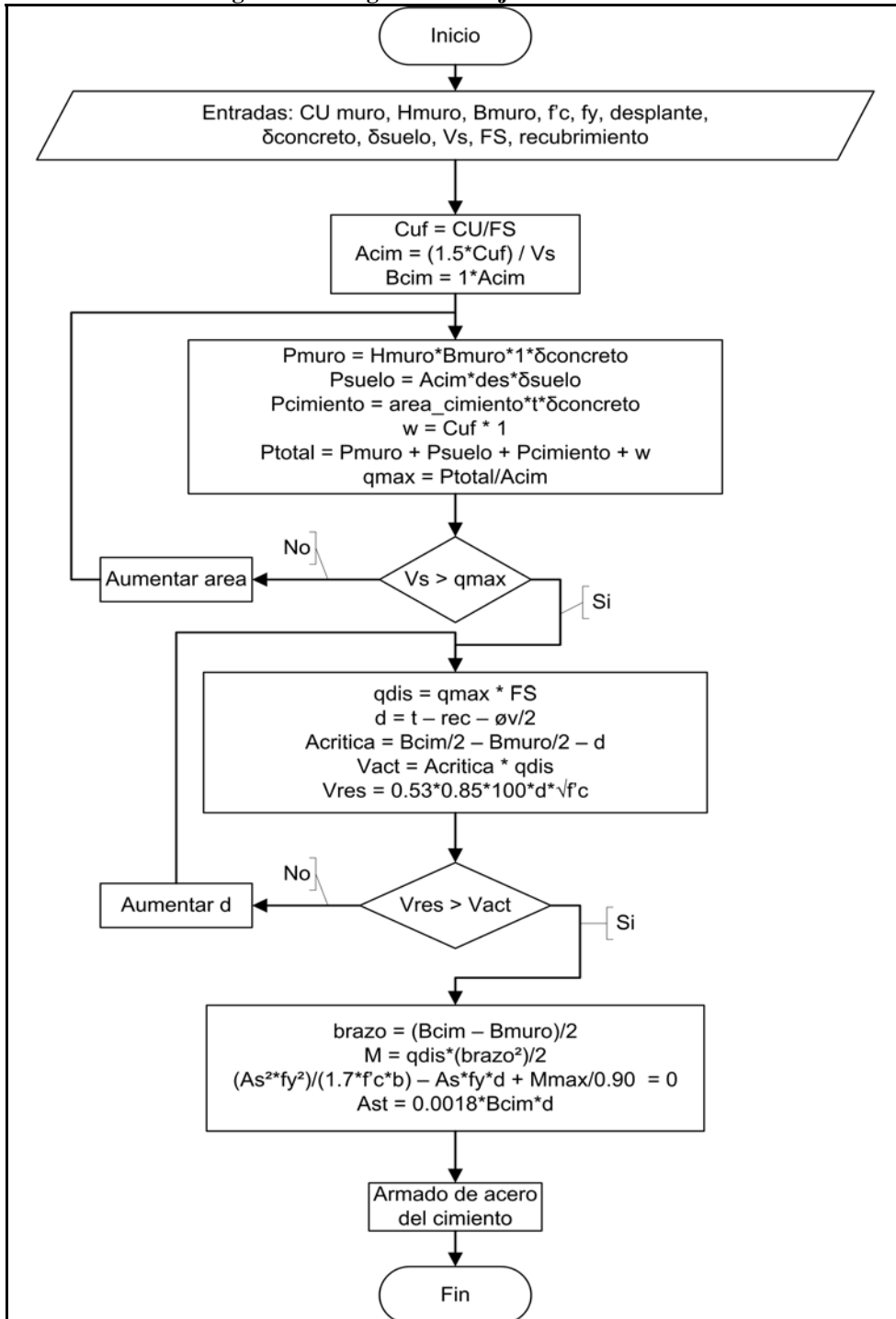


Figura 20. Diagrama de flujo zapata combinada de dos columnas, parte 2/2



## 2.4 Cimiento corrido

Figura 21. Diagrama de flujo cimiento corrido



### **3. ¿POR QUÉ LA UTILIZACIÓN DE VISUAL ESTUDIO .NET PARA RESOLVER EL SISTEMA?**

#### **3.1 ¿Qué es Visual Studio .NET?**

Es un IDE (entorno de desarrollo integrado) desarrollado por Microsoft® a partir de 2002. Es para el sistema operativo Microsoft Windows® y está pensado, principal pero no exclusivamente, para desarrollar para plataformas Win32.

La última versión en línea de IDE's, Visual Studio .NET® soporta los nuevos lenguajes .NET: C#®, Visual Basic .NET® y Managed C++®, además de C++®. Visual Studio .NET® puede utilizarse para construir aplicaciones dirigidas a Windows® (utilizando Windows Forms), Web (usando ASP.NET® y Servicios Web) y dispositivos portátiles (utilizando .NET Compact Framework®).

El aspecto de Visual Studio .NET® es casi idéntico a las versiones anteriores del IDE (Microsoft Visual Studio®). Algunas excepciones destacables son la interfaz más limpia y mayor cohesión. También es más personalizable con ventanas informativas de estado que automáticamente se ocultan cuando no se usan. La versión definitiva en inglés vio la luz en Noviembre del 2005. En castellano hubo que esperar hasta Febrero de 2006.

- Incorpora .NET Framework 2.0®
- El desarrollo de páginas con ASP.NET® ha cambiado.
- Soporte para el nuevo software servidor Team System.
- Añadido soporte de tests para todo tipo de aplicaciones.

### 3.2 ¿Qué es una Pocket PC?

Pocket PC es un ordenador de bolsillo, también llamado PDA (*Asistente personal digital*). Se trata de un pequeño ordenador, diseñado para ocupar el mínimo espacio y ser fácilmente transportable que ejecuta el sistema operativo Windows CE® de Microsoft® entre otros, el cual le proporciona capacidades similares a los PC's de escritorio.

**Características:** de acuerdo con Microsoft®, el Pocket PC es "un dispositivo de mano que te permite grabar, enviar y recibir e-mails, contactos, citas, mostrar archivos multimedia, juegos, intercambiar mensajes de texto con MSN Messenger®, navegar por la web y más".

Desde un punto de vista técnico, Pocket PC es un estándar de Microsoft® que impone varios requisitos al hardware y al software de dispositivos móviles para tener la etiqueta de Pocket PC.

Cualquier dispositivo que sea clasificado como un Pocket PC debe:

- Ejecutar el sistema operativo Microsoft Windows CE® o Windows Mobile® (versión Pocket PC)
- Tener un conjunto de aplicaciones en ROM
- Incluir una pantalla sensible al tacto
- Incluir un dispositivo apuntador, llamado stylus o estilete
- Incluir un conjunto de botones de hardware para activar aplicaciones
- Estar basado en un procesador compatible con el StrongARM® (los Pocket PC's más antiguos tienen un procesador MIPS o SH3)

Algunas de las aplicaciones que se incluyen con estos dispositivos son versiones reducidas de Microsoft Outlook®, Internet Explorer®, Word®, Excel®, Windows Media Player®.

Como otros ordenadores, los Pocket PC son computadores de carácter general, no obstante se han diseñado aplicaciones especialmente adaptadas a sus características, como por ejemplo lectores de códigos de barras o receptores GPS para el control de flotas.



## 4. ¿CÓMO REALIZA LOS CÁLCULOS EL SISTEMA PARA CADA CIMIENTO?

### 4.1 Zapata aislada cuadrada

Los cálculos realizados manualmente analizados y definidos en diagramas de flujo, pueden ser interpretados para cualquier lenguaje de programación, en este caso se utilizó VISUAL STUDIO .NET® 2005, aplicación para una POCKET PC.

A continuación se presenta el código del programa más importante del diseño, para cada uno de los cimientos, para referencia de que los cálculos realizados por el sistema, sean correctos y estén dentro de los márgenes establecidos por su respectivo diseño.

```
    cuf = (1.7 * cv + 1.4 * cm) / fs
    az = (1.5 * cuf) / vs
    bzx = Math.Sqrt(az)
    bzx = Math.Round(bzx, 1)
    bzy = bzx
    az = bzx * bzy
    t = 0.15 + diaVa + rec

        'dimensionar area zapata
Do Until ((vs > qmax) And (qmin > 0))
    mox = mux / fs
    moy = muy / fs
    pcol = hcol * bcx * bcy * desConcreto
    psue = az * des * desSuelo
    pzap = az * t * desConcreto
    ptotal = pcol + psue + pzap + cuf
    sx = (Math.Pow(bzx, 3)) / 6
    sy = sx
    qmax = (ptotal / az) + (mox / sx) + (moy / sy)
    qmin = (ptotal / az) - (mox / sx) - (moy / sy)
    If (vs < qmax) Then
        bzx = bzx + 0.05
        bzy = bzy + 0.05
        az = bzx * bzy
    End If
Loop

qdis = qmax * fs
d = t - rec - (diaVa / 2)
d = Math.Round(d, 2)
```

```

'dimensionar peralte efectivo
Do Until (Vresf > Vref)
  Acritica = bzx * ((bzx / 2) - (bcx / 2) - (d / 2))
  Vact = Acritica * qdis
  Vrec = Vact / 0.85

  'conversion sistema ingles
  bzx1 = bzx * mpul
  di = d * mpul
  fci = fczap * kgPsi
  Vdis = (2 * bzx1 * di * Math.Sqrt(fci)) / 2000

  'Accion en dos direcciones
  Vfac = qdis * (az - (Math.Pow((bcx + d), 2)))
  Vref = Vfac / 0.85
  bo = (2 * (d + bcx)) + (2 * (d + bcy))
  boi = bo * mpul
  beta = bcx / bcy

If (beta < 2) Then
  Vresf = (4 * boi * di * Math.Sqrt(fci)) / 2000
Else
  Vresf = ((2 + (4 / beta)) * boi * di * Math.Sqrt(fci)) / 2000
End If

If (Vresf < Vref) Then
  d = d + 0.01
End If
Loop 'peralte establecido

t = d + 0.08
' resistencia a flexion
brazo = (bzx - bcx) / 2
aux1 = (Math.Pow(brazo, 2)) / 2
mn = (qdis * bzx * aux1) / 0.9

'calculo de acero necesario en dos direcciones
Acero = (mn * 100 * 1000) / (0.9 * d * 100 * fy)
'comprobacion
valorA = (Acero * fy) / (0.85 * fczap * bzx * 100)
Acero = (mn * 100 * 1000) / (fy * ((d * 100) - (valorA / 2)))

acerotemp = 0.0018 * bzx * 100 * d * 100
'verificacion de acero minimo
If (Acero > acerotemp) Then
  aceroMayor = Acero
Else
  aceroMayor = acerotemp
End If

Acerox = Math.Round(aceroMayor, 2)
Aceroy = Math.Round(aceroMayor, 2)

```



## 4.2 Zapata aislada rectangular

```
cuf = (1.7 * cv + 1.4 * cm) / fs
az = (1.5 * cuf) / vs
az = Math.Round(az, 2)

'dimensionar bases de zapata
If ((bzx > 0) And (bzy > 0)) Then
    azn = bzx * bzy
    azn = Math.Round(azn, 2)
End If

az = bzx * bzy
t = 0.15 + diaVa + rec
'dimensionar area
Do Until ((vs > qmax) And (qmin > 0))
    mox = mux / fs
    moy = muy / fs
    pcol = hcol * bcx * bcy * desConcreto
    psue = az * des * desSuelo
    pzap = az * t * desConcreto
    ptotal = pcol + psue + pzap + cuf
    sx = (bzx * (Math.Pow(bzy, 2))) / 6
    sy = (bzy * (Math.Pow(bzx, 2))) / 6
    qmax = (ptotal / az) + (mox / sx) + (moy / sy)
    qmin = (ptotal / az) - (mox / sx) - (moy / sy)
    If (vs < qmax) Then
        bzx = bzx + 0.05
        bzy = bzy + 0.05
        az = bzx * bzy
    End If
Loop ' area
qdis = qmax * fs
d = t - rec - (diaVa / 2)
d = Math.Round(d, 2)

'dimensionar peralte efectivo accion en el sentido largo
Do Until (Vdis > Vrec)
    bo = (bzx - bcx - d) / 2
    Vfac = qdis * bzy * bo
    Vrec = Vfac / 0.85
    'conversion al sistema ingles
    bzyi = bzy * mpul
    di = d * mpul
    fci = fczap * kgPsi
    Vdis = (2 * bzyi * di * Math.Sqrt(fci)) / 2000
    If (Vdis < Vrec) Then
        d = d + 0.01
    End If
Loop
```

```

'Accion en dos direcciones
Do Until (Vres > Vreq)
  Acritica = (az - ((bcx + d) * (bcy + d)))
  Vfac2 = Acritica * qdis
  Vreq = Vfac2 / 0.85
  bo = (2 * (d + bcx)) + (2 * (d + bcy))
  boi = bo * mpul
  di = d * mpul
  beta = bcx / bcy

  If (beta < 2) Then
    Vres = (4 * boi * di * Math.Sqrt(fci)) / 2000
  Else
    Vres = ((2 + (4 / beta)) * boi * di * Math.Sqrt(fci)) / 2000
  End If

  If (Vres < Vreq) Then
    d = d + 0.01
  End If
Loop

'Resistencia a flexion
d = Math.Round(d, 2)
t = Math.Round((d + 0.08), 2)

brazo = (bzx - bcx) / 2
mn = (qdis * bzy * ((Math.Pow(brazo, 2)) / 2)) / 0.9
'area de acero
Aacero = (mn * 100 * 1000) / (0.9 * d * 100 * fy)
'comprobacion
valorA = (Aacero * fy) / (0.85 * fczap * bzy * 100)
Aacero = (mn * 100 * 1000) / (fy * ((d * 100) - (valorA / 2)))
acerotemp = 0.0018 * d * 100 * bzy * 100

'verificacion de acero minimo

If (Aacero > acerotemp) Then
  aceroMayor = Aacero
Else
  aceroMayor = acerotemp
End If

Acerox = Math.Round(aceroMayor, 2)
Aceroy = (2 * Acerox) / (1 + beta)
Aceroy = Math.Round(Aceroy, 2)

'continuar acero dovelas

Asdov = 0.005 * (bcx * 100) * (bcy * 100)
asdovMin = 4 * 1.98

```

### 4.3 Zapata combinada

```
'inicio del calculo
    p1 = cv1 + cm1
    p2 = cv2 + cm2
    r = p1 + p2
    pu1 = 1.7 * cv1 + 1.4 * cm1
    pu2 = 1.7 * cv2 + 1.4 * cm2
    ru = pu1 + pu2
    fs = ru / r
    pd = fs * vs
    valorX = (pu2 * valorL) / ru

'dimensiones de zapata
longitud = 2 * ((bclx / 2) + valorX)
longitud = Math.Round(longitud, 2)
base = r / (vs * longitud)
base = Math.Round(base, 2)
ws = pd * base
Vizq = pu1 - ((ws * bclx) / 2)
Vder = pu2 - (ws * (longitud - (valorL - (bclx / 2))))

If (Vizq < 0) Then
    Vizq = Vizq * -1
End If
If (Vder < 0) Then
    Vder = Vder * -1
End If
If (Vizq > Vder) Then
    Vmax = Vizq
Else
    Vmax = Vder
End If

d = (Vmax * 1000) / (ws * 10 + 0.85 * 0.53 * base * 100 *
Math.Sqrt(fczap)) 'cm
d = Math.Round((d / 100), 2) 'm
t = d + 0.08
'diseño en sentido largo
'columna uno
Do Until (Vres1 > Vul)
    peril = 2 * (bclx + (d / 2)) + bclx + d
    areal = (bclx + (d / 2)) * (bclx + d)
    Vul = pu1 - ((ws * areal) / base)
    Vres1 = (0.85 * 1.1 * peril * 100 * d * 100 * Math.Sqrt(fczap)) / 1000
    If (Vres1 < Vul) Then
        d = d + 0.01
    End If
Loop
```

```

'columna dos
Do Until (Vres2 > Vu2)
    peri2 = 2 * (bc2x + d + bc2y + d)
    area2 = (bc2x + d) * (bc2y + d)
    Vu2 = pu2 - ((ws * area2) / base)
    Vres2 = (0.85 * 1.1 * peri2 * 100 * d * 100 * Math.Sqrt(fczap)) / 1000
    If (Vres2 < Vu2) Then
        d = d + 0.01
    End If
Loop

'calculo de acero pasarlos a positivos y comprobarlos
aux1 = Math.Pow((valorX + (bc1x / 2)), 2)
Mizq = ((ws / 2) * aux1) - (pul * )
Mder = ((ws / 2) * (Math.Pow((longitud - valorX), 2))) - (pu2 *
(valorL - valorX))

    If Mizq < 0 Then
        Mizq = Mizq * -1
    End If
    If Mder < 0 Then
        Mder = Mder * -1
    End If
    If (Mizq > Mder) Then
        Mmax = Mizq
    Else
        Mmax = Mder
    End If

valorA = (Math.Pow(fy, 2)) / (1.7 * fczap * base * 100)
valorB = fy * d * 100 * -1
valorC = (Mmax * 100 * 1000) / 0.9
retornoX1 = objCuadratica.ResultadoMas(valorA, valorB, valorC)
retornoX1 = Math.Round(retornoX1, 2)
retornoX2 = objCuadratica.ResultadoMenos(valorA, valorB, valorC)
retornoX2 = Math.Round(retornoX2, 2)

'acero en columna uno
Prelativa1 = pul / base
brazo1 = (base - bc1y) / 2
Mn1 = (Prelativa1 / 2) * (Math.Pow(brazo1, 2))
basey1 = bc1y + (d / 2)

valorA = (Math.Pow(fy, 2)) / (1.7 * fczap * basey1 * 100)
valorB = fy * d * 100 * -1
valorC = (Mn1 * 100 * 1000) / 0.9
asy1 = objCuadratica.ResultadoMas(valorA, valorB, valorC)
asy1 = Math.Round(asy1, 2)
asy2 = objCuadratica.ResultadoMenos(valorA, valorB, valorC)
asy2 = Math.Round(asy2, 2)

'acero en columna dos
Prelativa2 = pu2 / base
brazo2 = (base - bc2y) / 2
Mn2 = (Prelativa2 / 2) * (Math.Pow(brazo2, 2))
basey2 = bc2y + d

valorA = (Math.Pow(fy, 2)) / (1.7 * fczap * basey2 * 100)
valorB = fy * d * 100 * -1
valorC = (Mn2 * 100 * 1000) / 0.9
asy3 = objCuadratica.ResultadoMas(valorA, valorB, valorC)
asy3 = Math.Round(asy3, 2)
asy4 = objCuadratica.ResultadoMenos(valorA, valorB, valorC)
asy4 = Math.Round(asy4, 2)

```

## 4.4 Cimiento corrido

```
    cuf = cu / fs
    Acim = (1.5 * cuf) / vs
    Bcim = 1 * Acim
    qmax = vs
    'dimensionar area de cimiento por metro lineal
    Do Until (vs > qmax)
        Pmuro = hmuro * bmuro * denConcreto * 1
        Pcim = Acim * denConcreto * 1
        Psuelo = Acim * denSuelo * des
        ws = cuf * 1
        Ptotal = Pmuro + Pcim + Psuelo + ws
        qmax = Ptotal / Acim

        If (vs < qmax) Then
            Acim = Acim + 0.01
        End If
    Loop

    t = (0.15 + diaVa + rec)
    d = t - 0.08
    qdis = qmax * fs

    'dimensionar d
    Do Until (Vres > Vact)
        Acritica = ((Bcim / 2) - (bmuro / 2) - d) * 1
        Vact = qdis * Acritica
        Vres = (0.85 * 0.53 * 100 * d * 100 * Math.Sqrt(fc)) / 1000

        If (Vres < Vact) Then
            d = d + 0.01
        End If
    Loop

    d = Math.Round(d, 2)
    t = d + 0.08
    t = Math.Round(t, 2)

    'diseño por flexion
    brazo = (Bcim - bmuro) / 2
    mn = (qdis / 2) * (Math.Pow(brazo, 2))

    valorA = (Math.Pow(fy, 2)) / (1.7 * fc * 100)
    valorB = fy * d * 100 * -1
    valorC = (mn * 100 * 1000) / 0.9
    'acero paralelo a x
    As1 = objCuadratica.ResultadoMas(valorA, valorB, valorC)
    As1 = Math.Round(As1, 2)
    As2 = objCuadratica.ResultadoMenos(valorA, valorB, valorC)
    As2 = Math.Round(As2, 2)
```

## 4.5 Cuantificación de material

Son las cantidades de materiales requeridas para la construcción de una obra estructural, en este caso cimientos. El sistema realiza un conteo del hierro utilizado en el armado final según tipo de refuerzo colocado en el eje X y Y, también calcula el volumen de excavación y cantidad de concreto requerido según las dimensiones finales del cimiento.

A continuación se presenta el código utilizado en el sistema que realiza la cuantificación de materiales.

Cuantificación de materiales de una zapata cuadrada sin excentricidad:

```
Private Sub cuantificacionM()

    volConcreto = Math.Round((t * az), 2)
    volExcabacion = Math.Round(((t + des) * az), 2)
    longVarillax = Math.Round((cantidadx * (bzx - (2 * rec))), 2)
    quinx = Math.Round(((120 / (Math.Pow(varillax, 2))) * (longVarillax / 6)), 2)
    longVarillay = longVarillax
    quiny = quinx

    If (disDovelas = True) Then
        longDov = Math.Round((hcol * cantidadDov), 1)
        quindov = Math.Round(((120 / (Math.Pow(varillaDov, 2))) * (longDov / 6)), 2)
        lblCVarillad.Text = Str(varillaDov)
        lblClongd.Text = Str(longDov)
        lblCquind.Text = Str(quindov)
    Else ' acero minimo
        longDov = Math.Round((hcol * 4), 2)
        quindov = Math.Round(((120 / (Math.Pow(5, 2))) * (longDov / 6)), 2)
        lblCVarillad.Text = Str("5")
        lblClongd.Text = Str(longDov)
        lblCquind.Text = Str(quindov)
    End If
End Sub
```

## Cuantificación de materiales de una zapata rectangular sin excentricidad:

```
Private Sub cuantificacionM()

volConcreto = Math.Round((t * az), 2)
volExcabacion = Math.Round(((t + des) * az), 2)
cantVarillax = cantidadx
longVarillax = Math.Round((cantidadx * (bzy - (2 * rec))), 2)
quinx = Math.Round(((120 / (Math.Pow(varillax, 2))) * (longVarillax / 6)), 2)
cantVarillay = cantidady
longVarillay = Math.Round((cantidady * (bzx - (2 * rec))), 2)
quiny = Math.Round(((120 / (Math.Pow(varillay, 2))) * (longVarillay / 6)), 2)

If (disDovelas = True) Then
longDov = Math.Round((hcol * cantidadDov), 1)
quindov = Math.Round(((120 / (Math.Pow(varillaDov, 2))) * (longDov / 6)), 2)
lblCVarillad.Text = Str(varillaDov)
lblClongd.Text = Str(longDov)
lblCquind.Text = Str(quindov)
Else ' acero minimo
longDov = Math.Round((hcol * 4), 2)
quindov = Math.Round(((120 / (Math.Pow(5, 2))) * (longDov / 6)), 2)
lblCVarillad.Text = Str("5")
lblClongd.Text = Str(longDov)
lblCquind.Text = Str(quindov)
End If
End Sub
```

## Cuantificación de materiales de una zapata combinada con dos columnas:

```
Private Sub cuantificacionArmado()
Dim porcentajeAy1, porcentajeAy2 As Double

porcentajeAy1 = aceroy1 / basey1 'cada metro
porcentajeAy2 = aceroy2 / basey2 'cada metro
aceroTempy = 0.0018 * 100 * d * 100 'cada metro
'datos para cuantificacion de materiales
'cuantificar acero columna 1
If (aceroTempy < porcentajeAy1) Then
resNormal = False
End If

'cuantificar acero columna 2
If (aceroTempy < porcentajeAy2) Then
resNormal = False
End If

az = base * longitud
volConcreto = Math.Round((t * az), 2)
volExcabacion = Math.Round(((t + des) * az), 2)
```

```

'panel material
longVarillax = Math.Round((cantidadx * (longitud - (2 * rec))), 2) ' es a lo
largo (y)
quinx = Math.Round(((120 / (Math.Pow(varillax, 2))) * (longVarillax / 6)), 2)

longVarillay = Math.Round((cantidady * (base - (2 * rec))), 2) ' es paralelo
quiny = Math.Round(((120 / (Math.Pow(varillay, 2))) * (longVarillay / 6)), 2)

'panel material 2
lvarillay1 = Math.Round((cantidady1 * (base - (2 * rec))), 2) ' es paralelo
quiny1 = Math.Round(((120 / (Math.Pow(varillay1, 2))) * (lvarillay1 / 6)), 2)

lvarillay2 = Math.Round((cantidady2 * (base - (2 * rec))), 2) ' es paralelo
quiny2 = Math.Round(((120 / (Math.Pow(varillay2, 2))) * (lvarillay2 / 6)), 2)
End Sub

```

### Cuantificación de materiales de un cimiento corrido:

```

Private Sub cuantificacionM()

volConcreto = Math.Round((t * Bcim * lcimiento), 2)
volExcabacion = Math.Round(((t + des) * (Bcim * lcimiento)), 2)
longVarillax = Math.Round((cantidadx * (Bcim - (2 * rec))), 2)
quinx = Math.Round(((120 / (Math.Pow(varillax, 2))) * (longVarillax / 6)), 2)
cantvarillay = cantidady
longVarillay = Math.Round((cantidady * (lcimiento - (2 * rec))), 2)
quiny = Math.Round(((120 / (Math.Pow(varillay, 2))) * (longVarillay / 6)), 2)

    lblVolConcreto.Text = Str(volConcreto)
    lblExcabacion.Text = Str(volExcabacion)
    lblCVarillax.Text = Str(varillax)
    lblClongx.Text = Str(longVarillax)
    lblCquinx.Text = Str(quinx)
    lblCVarillay.Text = Str(varillay)
    lblClongy.Text = Str(longVarillay)
    lblCquiny.Text = Str(quiny)
    pnlMaterial.Left = 0
    pnlMaterial.Show()
    Me.Refresh()

End Sub

```



## 5. INSTRUCTIVO PARA UTILIZAR EL SISTEMA

### 5.1 Ejemplos prácticos y detallados para cada cimiento

La utilización del sistema es muy sencilla, a continuación se presentan imágenes de las pantallas mostradas necesarias para el diseño de cada cimiento, las imágenes son pequeñas porque están hechas para la resolución de una POCKET PC. Si necesitan mas detalles he información se encuentran en el manual de usuario.

**Ejemplo 1: Zapata cuadrada sin excentricidad.** Se utilizaran los datos del ejemplo 1, capítulo 1.

Paso 1: Ingreso de datos

Figura 22. Ingreso de datos A

Carga Viva:	<input type="text" value="115"/>	ton
Carga Muerta:	<input type="text" value="85"/>	ton
f'c zapata:	<input type="text" value="211"/>	Kg/cm <sup>2</sup>
f'c columna:	<input type="text" value="387"/>	Kg/cm <sup>2</sup>

Figura 23. Ingreso de datos B

fy de acero:	<input type="text" value="4220"/>	Kg/cm <sup>2</sup>
δsuelo:	<input type="text" value="1.4"/>	ton/m <sup>3</sup>
δconcreto:	<input type="text" value="2.4"/>	ton/m <sup>3</sup>
Valor soporte:	<input type="text" value="54"/>	ton/m <sup>2</sup>

Figura 24. Ingreso de datos C

Momento UltimoX: 15 ton\*m  
Momento UltimoY: 17 ton\*m  
Base ColumnaX: 0.35 m  
Base ColumnaY: 0.35 m

Figura 25. Ingreso de datos D

Altura Columna: 3.5 m  
Desplante: 0.90 m  
Fac. Seguridad: 1.49  
Recubrimiento: 0.075 m  
Calcular

Paso 2: Dimensionar número de hierro y la separación para el refuerzo en el eje X, dependiendo de la cantidad de acero necesario.

Figura 26. Dimensionar acero para el eje X

Dimensionar acero eje X:  
Longitud: 2.4 m  
Acero necesario: 39.6 cm<sup>2</sup>  
Numero de varilla: 6  
Separacion: 16 cm  
Cantidad: 14  
Acero calculado: 39.9 cm<sup>2</sup>  
Aceptar

Paso 3: Mostrará resultados: cuantificación de materiales y detalles para el armado final.

Figura 27. Cuantificación de materiales

Cuantificación de materiales	
Volumen de concreto:	4.03 m <sup>3</sup>
Volumen de excavación:	9.22 m <sup>3</sup>
<b>Acero Eje X:</b>	
Varillas numero:	6
Longitud:	31.5 m
Quintales:	17.5
<b>Acero Eje Y:</b>	
Varillas numero:	6
Longitud:	31.5 m
Quintales:	17.5
<b>Acero Dovelas:</b>	
Varillas numero:	5
Longitud:	14 m
Quintales:	11.2

**Aceptar**

Figura 28. Resultados para el armado

Resultados para el Armado	
Base zapata eje X:	2.4 m
Base zapata eje Y:	2.4 m
Altura zapata (t):	.7 m
Peralte efectivo (d):	.62 m
<b>Dovelas:</b>	
4 Varillas numero:	5
<b>Acero eje X:</b>	
14 Varillas numero:	6
Separacion:	16 cm
<b>Acero eje Y:</b>	
14 Varillas numero:	6
Separacion:	16 cm

**Ejemplo 2: Zapata rectangular sin excentricidad.** Se utilizaran los datos del ejemplo 2, capítulo 1.

Paso 1: Ingreso de datos.

Figura 29. Ingreso de datos A

<b>Carga Viva:</b>	<input type="text" value="115"/>	ton
<b>Carga Muerta:</b>	<input type="text" value="85"/>	ton
<b>f'c zapata:</b>	<input type="text" value="211"/>	Kg/cm <sup>2</sup>
<b>f'c columna:</b>	<input type="text" value="387"/>	Kg/cm <sup>2</sup>

Figura 30. Ingreso de datos B

<b>f<sub>y</sub> de acero:</b>	<input type="text" value="4218"/>	Kg/cm <sup>2</sup>
<b>δsuelo:</b>	<input type="text" value="1.4"/>	ton/m <sup>3</sup>
<b>δconcreto:</b>	<input type="text" value="2.4"/>	ton/m <sup>3</sup>
<b>Valor soporte:</b>	<input type="text" value="54"/>	ton/m <sup>2</sup>

Figura 31. Ingreso de datos C

Momento UltimoX:  ton\*m

Momento UltimoY:  ton\*m

Base ColumnaX:  m

Base ColumnaY:  m

Figura 32. Ingreso de datos D

Altura Columna:  m

Desplante:  m

Fac. Seguridad:

Recubrimiento:  m

Paso 2: Dimensionar base de zapata en el eje X y Y (tomar en cuenta que la base del eje X debe ser mayor a la de la base del eje Y, por cuestiones de diseño).

Figura 33. Dimensionar área de zapata

**Dimensionar Area de zapata**

Area calculada: 5.86 m<sup>2</sup>

Base zapata eje X:  m

Base zapata eje Y:  m

Area de zapata: 5.88 m<sup>2</sup>

Paso 3: Dimensionar el número de hierro y la separación para el refuerzo en el eje X y Y, dependiendo de la cantidad de acero necesario.

Figura 34. Dimensionar acero para el eje X

**Dimensionar acero eje X:**

Longitud: 2.8 m  
 Acero necesario: 35.73 cm<sup>2</sup>

Numero de varilla:

Separacion:  cm

Cantidad: 18  
 Acero calculado: 35.63 cm<sup>2</sup>

Figura 35. Dimensionar acero para el eje Y

**Dimensionar acero eje Y:**

Longitud: 2.1 m  
 Acero necesario: 31.26 cm<sup>2</sup>

Numero de varilla:

Separacion:  cm

Cantidad: 11  
 Acero calculado: 31.35 cm<sup>2</sup>

Paso 4: Mostrará resultados: cuantificación de materiales y detalles para el armado final.

Figura 36. Cuantificación de materiales

**Cuantificacion de materiales**

Volumen de concreto: 5 m<sup>3</sup>  
 Volumen de excavacion: 10.29 m<sup>3</sup>

**Acero Eje X:**  
 Varillas numero: 5  
 Longitud: 35.1 m  
 Quintales: 28.08

**Acero Eje Y:**  
 Varillas numero: 6  
 Longitud: 29.15 m  
 Quintales: 16.19

**Acero Dovelas:**  
 Varillas numero: 5  
 Longitud: 14 m  
 Quintales: 11.2

Figura 37. Resultados para el armado

**Resultados para el Armado** ✖

Base zapata eje X: 2.8 m  
 Base zapata eje Y: 2.1 m  
 Altura zapata (t): .85 m  
 Peralte efectivo (d): .77 m

**Dovelas:**  
 4 Varillas numero: 5

**Acero eje X:**  
 18 Varillas numero: 5  
 Separacion: 14 cm

**Acero eje Y:**  
 11 Varillas numero: 6  
 Separacion: 17 cm

**Ejemplo 3: Zapata combinada con dos columnas.** Se utilizaran los datos del ejemplo 3, capítulo 1.

Paso 1: Ingreso de datos

Figura 38. Ingreso de datos A

Datos columna 1

Carga Viva:  ton

Carga Muerta:  ton

Base Columna1x:  m

Base Columna1y:  m

Figura 39. Ingreso de datos B

Datos columna 2

Carga Viva:  ton

Carga Muerta:  ton

Base Columna2x:  m

Base Columna2y:  m

Figura 40. Ingreso de datos A

f<sub>c</sub> concreto:  Kg/cm<sup>2</sup>

f<sub>y</sub> acero:  Kg/cm<sup>2</sup>

Desplante:  m

Recubrimiento:  m

Valor soporte:  ton/m<sup>2</sup>

Figura 41. Ingreso de datos B

δsuelo:  ton/m<sup>3</sup>

δconcreto:  ton/m<sup>3</sup>

Distancia entre columnas l:  m

Paso 2: Elegir la cantidad de acero necesaria para el eje X, y para las secciones en el eje Y de las columna 1 y 2.

**Figura 42. Selección acero necesario para el eje X**

**Seleccionar Acero Necesario X**

736.06 cm<sup>2</sup>

34.45 cm<sup>2</sup>

**Aceptar**

**Figura 43. Selección acero necesario para eje Y (en columna 1)**

**Seleccionar Acero Necesario Y  
(parte columna 1)**

longitud: .645 m

372.97 cm<sup>2</sup>

3.53 cm<sup>2</sup>

**Aceptar**

Figura 44. Selección acero necesario para el eje Y (en columna 2)

**Seleccionar Acero Necesario Y  
(parte columna 2)**

longitud: 1.04 m

602.34 cm<sup>2</sup>

4.73 cm<sup>2</sup>

**Aceptar**

Paso 3: Dimensionar la separación y número de hierro en el eje X y Y en la parte de la columna 1 y 2, para satisfacer el acero necesario.

Figura 45. Dimensionar acero en el eje X

**Dimensionar acero eje X:**

Longitud: 1.32 m  
Acero necesario: 34.45 cm<sup>2</sup>

Numero de varilla:

Separacion:  cm

Cantidad: 9  
Acero calculado: 34.92 cm<sup>2</sup>

**Aceptar**

Figura 46. Dimensionar acero eje Y (columna 1)

**Dimensionar acero eje Y:  
(parte columna 1)**

Longitud: .645 m  
Acero necesario: 3.53 cm<sup>2</sup>

Numero de varilla:

Separacion:  cm

Cantidad: 5  
Acero calculado: 3.56 cm<sup>2</sup>

**Aceptar**



Figura 47. Dimensionar acero eje Y (columna 2)

**Dimensionar acero eje Y:  
( parte columna 2)**

Longitud: 1.04 m  
Acero necesario: 4.73 cm<sup>2</sup>

Numero de varilla:

Separacion:  cm

Cantidad: 7  
Acero calculado: 4.99 cm<sup>2</sup>

Figura 48. Dimensionar acero en el eje Y

**Dimensionar acero eje Y:**

Longitud: 5.68 m  
Acero necesario: 70.55 cm<sup>2</sup>

Numero de varilla:

Separacion:  cm

Cantidad: 25  
Acero calculado: 71.26 cm<sup>2</sup>

Paso 4: Mostrará resultados: cuantificación de materiales y detalles para el armado final.

Figura 49. Cuantificación de materiales

**Cuantificacion de materiales**

Volumen de concreto: 5.77 m<sup>3</sup>  
Volumen de excavacion: 10.27 m<sup>3</sup>

**Acero Eje X:**  
Varillas numero: 7  
Longitud: 49.77 m  
Quintales: 20.31

**Acero Eje Y:**  
Varillas numero: 6  
Longitud: 29.25 m  
Quintales: 16.25

Figura 50. Resultados para el armado

**Resultados para el Armado**

Base zapata eje X: 1.32 m  
Base zapata eje Y: 5.68 m  
Altura zapata (t): .77 m  
Peralte efectivo (d): .69 m

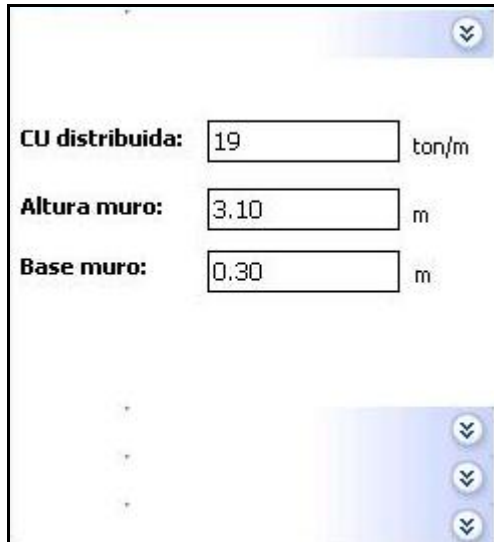
**Acero eje X:**  
9 Varillas numero: 7  
Separacion: 13 cm

**Acero eje Y:**  
25 Varillas numero: 6  
Separacion: 22 cm

**Ejemplo 4: Cimiento corrido para un muro.** Se utilizaran los datos del ejemplo 4, capítulo 1.

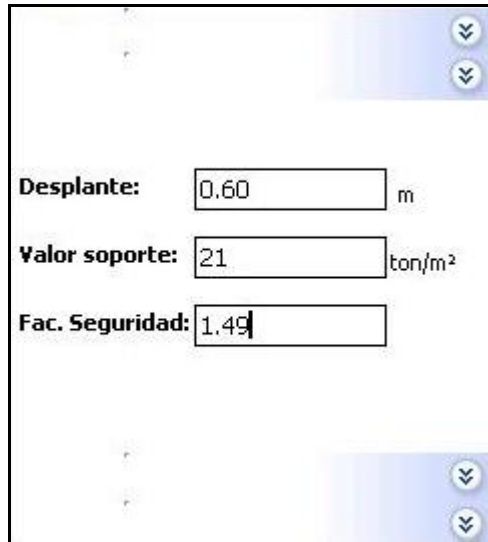
Paso 1: Ingreso de datos

Figura 51. Ingreso de datos A



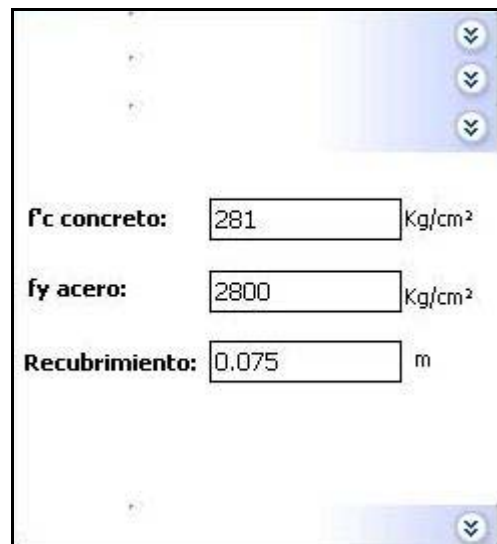
A screenshot of a software interface for data entry. It features three input fields with labels and units: 'CU distribuida: 19 ton/m', 'Altura muro: 3.10 m', and 'Base muro: 0.30 m'. The interface includes a blue header bar with a dropdown arrow and a blue footer bar with three dropdown arrows.

Figura 52. Ingreso de datos B



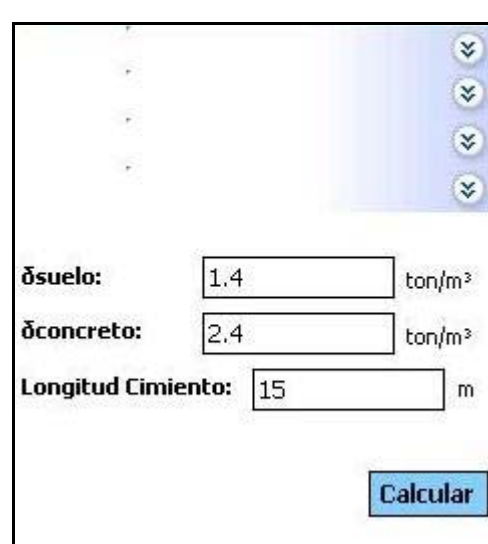
A screenshot of a software interface for data entry. It features four input fields with labels and units: 'Desplante: 0.60 m', 'Valor soporte: 21 ton/m<sup>2</sup>', and 'Fac. Seguridad: 1.49'. The interface includes a blue header bar with a dropdown arrow and a blue footer bar with three dropdown arrows.

Figura 53. Ingreso de datos C



A screenshot of a software interface for data entry. It features three input fields with labels and units: 'F<sub>c</sub> concreto: 281 Kg/cm<sup>2</sup>', 'f<sub>y</sub> acero: 2800 Kg/cm<sup>2</sup>', and 'Recubrimiento: 0.075 m'. The interface includes a blue header bar with three dropdown arrows and a blue footer bar with a dropdown arrow.

Figura 54. Ingreso de datos D



A screenshot of a software interface for data entry. It features four input fields with labels and units: 'δsuelo: 1.4 ton/m<sup>3</sup>', 'δconcreto: 2.4 ton/m<sup>3</sup>', and 'Longitud Cimiento: 15 m'. A blue 'Calcular' button is located at the bottom right. The interface includes a blue header bar with four dropdown arrows and a blue footer bar with a dropdown arrow.

Paso 2: Elegir el acero necesario para el eje X

Figura 55. Acero necesario para el eje X.

**Seleccionar Acero Necesario X**

269.53 cm<sup>2</sup>

3.44 cm<sup>2</sup>

**Aceptar**

Paso 3: Dimensionar la separación y número de hierro en el eje X y Y, para satisfacer el acero necesario.

Figura 56. Dimensionar acero en el eje X

**Dimensionar acero eje X:**

Longitud: 15 m  
Acero necesario: 127.65 cm<sup>2</sup>

Numero de varilla:

Separacion:  cm

Cantidad: 65  
Acero calculado: 128.66 cm<sup>2</sup>

**Aceptar**

Figura 57. Dimensionar acero en el eje Y

**Dimensionar acero eje Y:**

Longitud: .91 m  
Acero necesario: 4.37 cm<sup>2</sup>

Numero de varilla:

Separacion:  cm

Cantidad: 4  
Acero calculado: 5.07 cm<sup>2</sup>

**Aceptar**

Paso 4: Mostrará resultados: cuantificación de materiales y detalles para el armado final.

Figura 58. Cuantificación de materiales

Cuantificacion de materiales	
Volumen de concreto:	3.28 m <sup>3</sup>
Volumen de excavacion:	11.47 m <sup>3</sup>
<b>Acero Eje X:</b>	
Varillas numero:	5
Longitud:	49.4 m
Quintales:	39.52
<b>Acero Eje Y:</b>	
Varillas numero:	4
Longitud:	59.4 m
Quintales:	74.25
<input type="button" value="Aceptar"/>	

Figura 59. Resultado para el armado

Resultados para el Armado	
Base cimiento:	.91 m
Longitud cimiento:	15 m
Altura cimiento (t):	.24 m
Peralte efectivo (d):	.16 m
<b>Acero eje X:</b>	
65 Varillas numero:	5
Separacion:	23 cm
<b>Acero eje Y:</b>	
4 Varillas numero:	4
Separacion:	21 cm

## 5.2 Instructivo en los formatos de Adobe Acrobat y Microsoft Word

Los instructivos por estar en formato digital, se encuentran en el CD adjunto.

## 5.3 Presentación en Microsoft PowerPoint

La presentación esta en formato digital y se encuentra en el CD que contiene también los instructivos.

## CONCLUSIONES

1. Al realizar un diseño manualmente de cualquier zapata, se puede notar lo tedioso que es estar haciendo iteraciones en varios casos, también el factor error humano es grande porque varias formulas dependen de resultados de formulas predecesoras. Entonces, se observa claramente la diferencia de hacer un diseño de cualquier tipo de zapata en forma tradicional y con el sistema de diseño de cimentaciones para Pocket PC, en velocidad, exactitud y eficiencia, coadyuvando en el aprovechamiento de recursos.
2. Después de varias pruebas del sistema para comprobar su manejabilidad, se obtuvo el diseño final en el cual se puede observar una buena presentación, una manera eficiente para el ingreso de datos y para mostrar en pantalla los resultados obtenidos. Por lo tanto, el manejo del sistema de diseño para cimentaciones para Pocket PC es ágil, sencilla y cómoda.
3. Las pruebas realizadas para el sistema de diseño de cimentaciones para Pocket PC, no fue solamente en manejabilidad, también se realizaron para corregir errores de ingreso de datos, errores del sistema, errores de resultados. Por lo tanto, la seguridad y confianza al realizar los cálculos, por las pruebas y mejorías del sistema, se obtuvo un sistema muy eficiente y confiable.

4. El tiempo para realizar un diseño manualmente es considerable, pero el tiempo que se utiliza por medio del sistema de diseño de cimentaciones para Pocket PC es menor, generando ganancias.
5. La computadora tipo Pocket PC esta innovando en el mercado gracias a su novedosa tecnología, la cual la coloca en varios aspectos superior a una computadora Laptop, como es una tecnología móvil se puede usar en cualquier lugar, tanto en el campo como en la oficina, lo que hace ideal al sistema para la ingeniería.
6. Por los resultados obtenidos en el sistema para el diseño de cimentaciones para Pocket PC, abre un campo e ideas para nuevos sistemas de cálculo y diseño en el área de la ingeniería, utilizando la tecnología móvil, abarcando muchas ramas de cualquier ingeniería.
7. Analizando la eficiencia, manejabilidad y rapidez en obtener resultados correctos del sistema de diseño para Pocket PC, es necesario darla a conocer implementándola en la docencia, en este caso como complemento en el curso Cimentaciones 1.
8. Considerando que este sistema de cálculo y diseño es una innovación y un aporte para estudiantes y profesionales, es conveniente darla a conocer en varios cursos de ingeniería, en los cuales realicen cálculos o diseños y con ello motivar a estudiantes a crear nuevos sistemas para estar constantemente, actualizados.

## RECOMENDACIONES

1. Buscar ayuda tecnológica en nuestra área laboral es buena opción para ser mejores profesionales, en este caso podemos optar por el sistema de diseño de cimentaciones para Pocket PC, en el cual los resultados son exactos, eficientes y confiables en un corto tiempo.
2. Es conveniente utilizar un sistema de diseño de cimentaciones para Pocket PC, pues aparte de ser un diseño sencillo y práctico es fácil de utilizar. Con ello, se evitarán errores al ingresar datos, al dimensionar el refuerzo de acero, también posee una manera clara de mostrar los resultados.
3. Con la utilización del sistema de diseño de cimentaciones para Pocket PC, proporciona seguridad y confianza, pues se pueden comprobar los resultados verificándolo con diseños previamente hechos ó ejemplos resueltos de libros referentes a las cimentaciones.
4. El área laboral de un ingeniero civil es muy extensa, por lo general se encuentran supervisando obras de infraestructura, por lo tanto, es necesario utilizar herramientas tecnológicas que faciliten el trabajo y sobre todo que ahorren tiempo.
5. En el área laboral de ingeniería civil sin las comodidades que otorga un escritorio se tiene que trabajar y hacer cálculos en situaciones precarias, por lo que se recomienda utilizar el sistema de diseño de cimentaciones para Pocket PC, ya que, está hecho con una tecnología móvil lo cual le permite trabajar en cualquier parte.

6. La tecnología móvil, es una herramienta sofisticada y debe aprovecharse su utilización.
7. Es importante incorporar este sistema de diseño de cimentaciones para Pocket PC, en la docencia universitaria, en general, y específicamente incorporarlo en el programa del pensum de estudios del curso de Cimentaciones 1, motivando a los estudiantes a crear nuevos sistemas con mejoras o adaptaciones basándose en el sistema ya existente.
8. Revisar los programas de estudios de los diferentes cursos profesionales de la facultad de ingeniería, incorporar en donde aplique este sistema de cálculo y diseño, innovando así en nuevos sistemas utilizando la tecnología móvil.



## REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

### Lenguaje y tecnología utilizados

1. [http://es.wikipedia.org/wiki/MS\\_Visual\\_Studio\\_.NET](http://es.wikipedia.org/wiki/MS_Visual_Studio_.NET) (junio 2007)
2. [http://es.wikipedia.org/wiki/Diagrama\\_de\\_Flujo](http://es.wikipedia.org/wiki/Diagrama_de_Flujo) (junio 2007)
3. <http://es.wikipedia.org/wiki/PocketPC> (junio 2007)

### Sistemas operativos y software para POCKET PC

#### ActiveSynk

4. <http://www.microsoft.com/downloads/details.aspx?FamilyID=30e54b1a-37f8-4acd-8eff-56bb7fbb1fcf&displaylang=es> (junio 2007)

### Sistemas operativos y software

5. <http://www.microsoft.com/downloads/details.aspx?FamilyID=83A52AF2-F524-4EC5-9155-717CBE5D25ED&displaylang=en> (junio 2007)
6. <http://www.microsoft.com/downloads/Browse.aspx?displaylang=en&productID=7C1FA894-B2C5-41BE-8D97-E145DD2A883B> (junio 2007)



## **BIBLIOGRAFÍA**

1. Cabrera Seis, Jadenón Vinicio. Guía teórica y práctica del curso de cimentaciones 1. Tesis Ingeniería Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala: 1994.
2. Crespo Villalaz, Carlos. **Mecánica de suelos y cimentaciones**. Editorial: Limusa. México: 2005.
3. Dr. Edward G. Nawy, P.E. **Concreto reforzado, un enfoque básico**. Editorial: Pentice Hall Hispanoamericana, S.A. México: 1988.



## ANEXOS

### Capacidad de carga del suelo presunta (ton/m<sup>2</sup>)

TIPO DE SUELO	Capacidad de carga
Roca firme cristalina maciza, como granito, diorita, gneis y roca volcánica	1076
Rocas laminadas como esquisto o pizarra	431
Rocas sedimentarias como lutita dura, piedra arenisca, piedras calizas y piedras de aluvión	161
Grava y mezclas de grava-arena (Suelos GW y GP)	
Alto grado de compactación	54
Grado medio de compactación	43
Bajo grado de compactación	32
Arenas y arenas de cascajo, bien clasificadas (Suelos SW)	
Alto grado de compactación	40
Grado medio de compactación	32
Bajo grado de compactación	24
Arenas y arenas de cascajo, mal clasificadas (Suelos SP)	
Alto grado de compactación	32
Grado medio de compactación	27
Bajo grado de compactación	19
Gravas con cieno y mezclas de grava-arena-fango (Suelos GM)	
Alto grado de compactación	27
Grado medio de compactación	22
Bajo grado de compactación	16
Arena con cieno y mezclas de arena-fango (Suelos SM)	22
Gravas arcillosas, mezclas de grava-arena-arcillas, arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla (suelos GC y SC)	22
Fangos inorgánicos y arenas finas; fango o arenas arcillosas finas y fangos arcillosos, con plasticidad ligera; arcillas inorgánicas de baja a mediana plasticidad; arcillas de cascajo; arcillas arenosas; arcillas fangosas; arcillas pobres (suelos ML y CL)	11
Arcillas inorgánicas de plasticidad elevada, arcillas ricas; arenas micáceas o diatomea fina o suelos fangosos, fangos elásticos (suelos CH y MH)	11

**Fuente: Edward G. Nawy, Concreto Reforzado, Capítulo 12 Cimentaciones, página 538**

### Área y diámetro de varillas de acero

Número de varilla	Diámetro (centímetros)	Área (centímetros <sup>2</sup> )
#3	0.95	0.71
#4	1.27	1.27
#5	1.59	1.98
#6	1.91	2.85
#7	2.22	3.88
#8	2.54	5.07
#9	2.86	6.41
#10	3.18	7.92
#11	3.49	9.58
#14	4.45	15.52
#18	5.72	25.65

**Fuente: Edward G. Nawy, Concreto Reforzado, Apéndice, página 733**