
**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS
DE HIDALGO**



FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

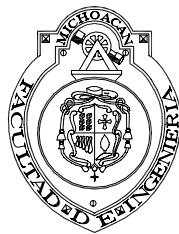
**PROYECTO ESTRUCTURAL DE LA CASA HABITACIÓN
DE LA FAMILIA JASSO**

TESINA

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO CIVIL**

**PRESENTA:
RUBÉN JASSO CÁRDENAS**

**ASESOR:
DR. JOSÉ DE JESÚS ÁLVAREZ SERENO**



MORELIA, MICHOACAN. FEBRERO DEL 2007

AGRADECIMIENTOS

A Dios Padre:

Por haberme permitido cursar la carrera de ingeniería civil sin complicaciones mayores y haberme proporcionado la salud y el entendimiento para llegar a esta etapa de la misma.

A mis padres:

Margarita Cárdenas Cuevas y Alfredo Jasso Contreras; por proporcionarme todas las herramientas necesarias para llevar a cabo mis estudios y sobre todo por el apoyo incondicional que me han brindado en todo momento de la carrera y de mi vida.

A mis hermanos:

Alfredo Antonio, Blanca Margarita, Elizabeth y Araceli; por que en todo momento estuvieron a mi lado cuando los necesité, con sus consejos y palabras de ánimo, por todo eso, gracias.

A mis amigos:

Cristhian Plancarte, Javier Torres, Miguel Campos, David Hernández, Rubí Martínez, Arturo Bautista; por que en las buenas y en las malas estuvieron ahí para apoyarme, gracias por todo.

A todos mis profesores:

Por haber compartido conmigo todos esos conocimientos tan esenciales e importantes para el ingeniero civil que sin duda me serán muy útiles durante mi desarrollo profesional. A todos y cada uno de ellos muchas gracias.

A todas las personas que contribuyeron en algo para que yo pudiera cursar y concluir mi carrera de forma satisfactoria. A todos ellos muchas gracias.



INDICE

INTRODUCCIÓN

OBJETIVO

CAPITULO 1.- Descripción arquitectónica y estructural del proyecto.

Descripción general del proyecto
Diseño arquitectónico
Descripción Estructural

CAPITULO 2.- Análisis de cargas.

Análisis de cargas de:
Losa de azotea
Estructura del tinaco
Losa de entepiso
Losa con instalaciones
Escalera
Muros divisorios apoyados sobre losa

CAPITULO 3.- Diseño de losas.

Losas de concreto reforzado
Análisis de losas utilizando el método de igualación de flechas
Losa de azotea
Losa de entepiso

CAPITULO 4.- Análisis y diseño estructural de trabes y columnas.

Análisis y diseño estructural de trabes
Trabes de azotea
Trabes de entepiso
Análisis y diseño estructural de columnas

CAPITULO 5.- Revisión de muros.

Muros de mampostería
Revisión de muros ante cargas verticales
Revisión de muros ante cargas laterales
Mampostería confinada

CAPITULO 6.- Diseño de cimentación.

Diseño de cimentación
Resumen de cargas actuando en la cimentación
Diseño de zapata corrida bajo muro de lindero
Diseño de zapata corrida bajo muro interior
Ampliación de cimentación bajo castillos soportando una carga puntual
Diseño de zapata aislada

CAPITULO 7.- Planos estructurales.

Plano de cimentación
Detalles de secciones de cimentación
Detalle de anclaje de castillos y dalas de desplante
Detalles de armado de castillos, dalas y columnas
Distribución de trabes en planta baja
Detalle de armado de trabes de planta baja
Distribución de trabes en planta alta
Detalle de armado de trabes de planta alta
Plano estructural de losa de entrepiso
Plano estructural de losa de azotea
Especificaciones constructivas

Conclusiones

INTRODUCCIÓN

En la presente tesina se muestra el análisis y diseño estructural de una casa habitación basado en las normas y reglamentos de construcción, esto con la finalidad de que la estructura sea segura y funcional así como también que las dimensiones de los elementos que conforman la estructura sean las óptimas, de tal forma que resistan todas las cargas y esfuerzos a que serán sometidos.

La finalidad de analizar y diseñar todos los elementos estructurales de la casa habitación es la de tener la seguridad y la confianza de saber que será una construcción de calidad, que será muy estable y durable a la vez, así como de tener la garantía de que en ningún momento se pondrá en peligro la integridad física de los habitantes de la misma; es por eso que este análisis está basado en el reglamento más adecuado para nuestras necesidades, se trata del reglamento de construcción del distrito federal (RCDF) y sus normas técnicas complementarias ya que éste es el más usado para el diseño de construcciones urbanas en el país.

De esta forma concluimos esta introducción, recalcando lo importante y esencial que es la buena estructuración de cualquier construcción y de ahí la recomendación de que nunca está por demás un buen diseño y análisis estructural.



OBJETIVO

El objetivo de la presente tesina es analizar y diseñar los elementos estructurales de una casa habitación que consta de dos plantas, con la finalidad de que este análisis sea el que garantice la estabilidad y durabilidad de la estructura, de tal forma que para lograr este objetivo lo mas viable es utilizar los reglamentos vigentes y las normas técnicas complementarias que sean los mas apropiados para este proyecto, siendo éstas las que señala el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal (RCDF).

CAPITULO 1

“DESCRIPCIÓN ARQUITECTÓNICA Y ESTRUCTURAL DEL PROYECTO”

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El proyecto consiste en una casa habitación de dos plantas, la cual cuenta con la distribución, cantidad de habitaciones y locales que requieren las personas que habitarán el inmueble; el estilo arquitectónico y detalles con que cuenta el proyecto son al gusto del propietario.

○ UBICACIÓN

La casa habitación estará ubicada en la ciudad de Zamora, Michoacán, en la colonia Aurora, calle Paseo del Sol, número 113, al oriente de la ciudad. El lugar cuenta con todos los servicios.

○ DESCRIPCIÓN DEL TERRENO

El terreno cuenta con una superficie de 144 metros cuadrados, con unas dimensiones de 8 metros de ancho por 18 de largo, la topografía del lugar es plana por lo que no se tienen cambios de nivel considerables en el proyecto arquitectónico. El estudio de mecánica de suelos realizado para este proyecto dio como resultado una capacidad de carga permisible de 8 toneladas por metro cuadrado.

○ DISTRIBUCIÓN DE ESPACIOS EN EL PROYECTO ARQUITECTÓNICO

● PLANTA BAJA

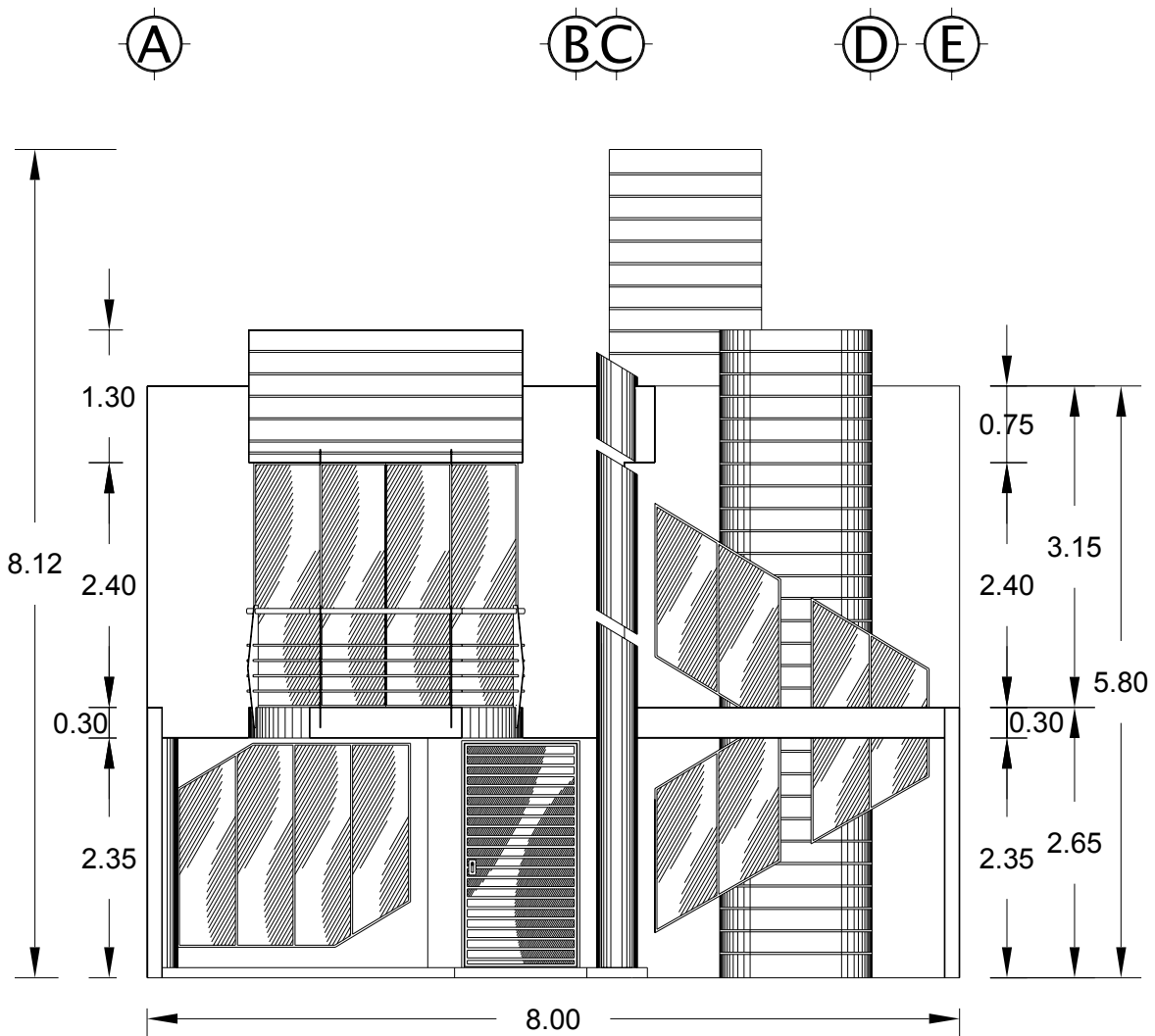
1. Cochera
2. Área de jardín
3. Recibidor
4. Sala
5. Comedor
6. ½ baño
7. Escalera
8. Cocina
9. Patio de servicio

● PLANTA ALTA

1. Habitación principal con baño
2. Dos habitaciones
3. Baño
4. Escalera

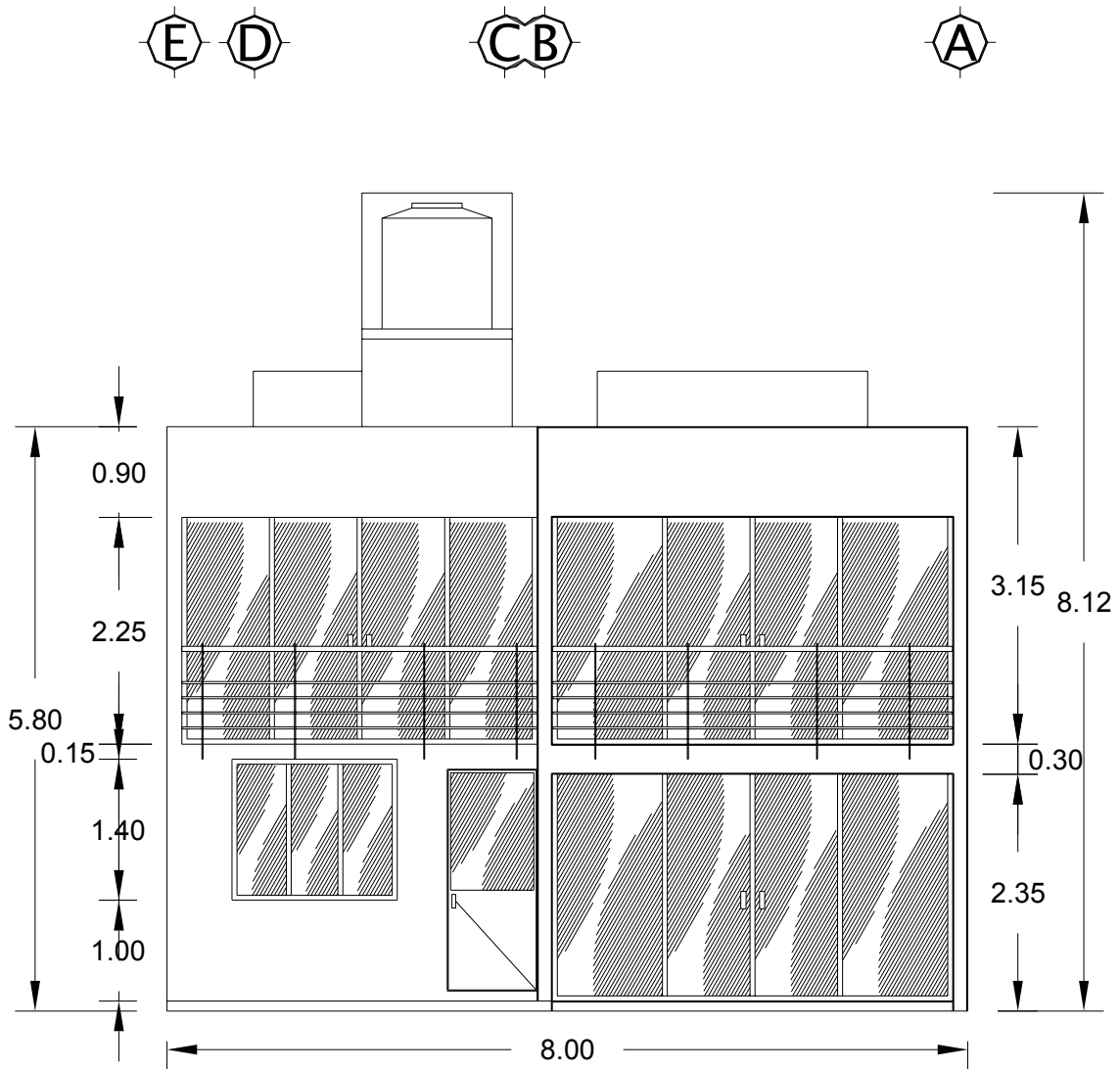
DISEÑO ARQUITECTÓNICO

FACHADA PRINCIPAL



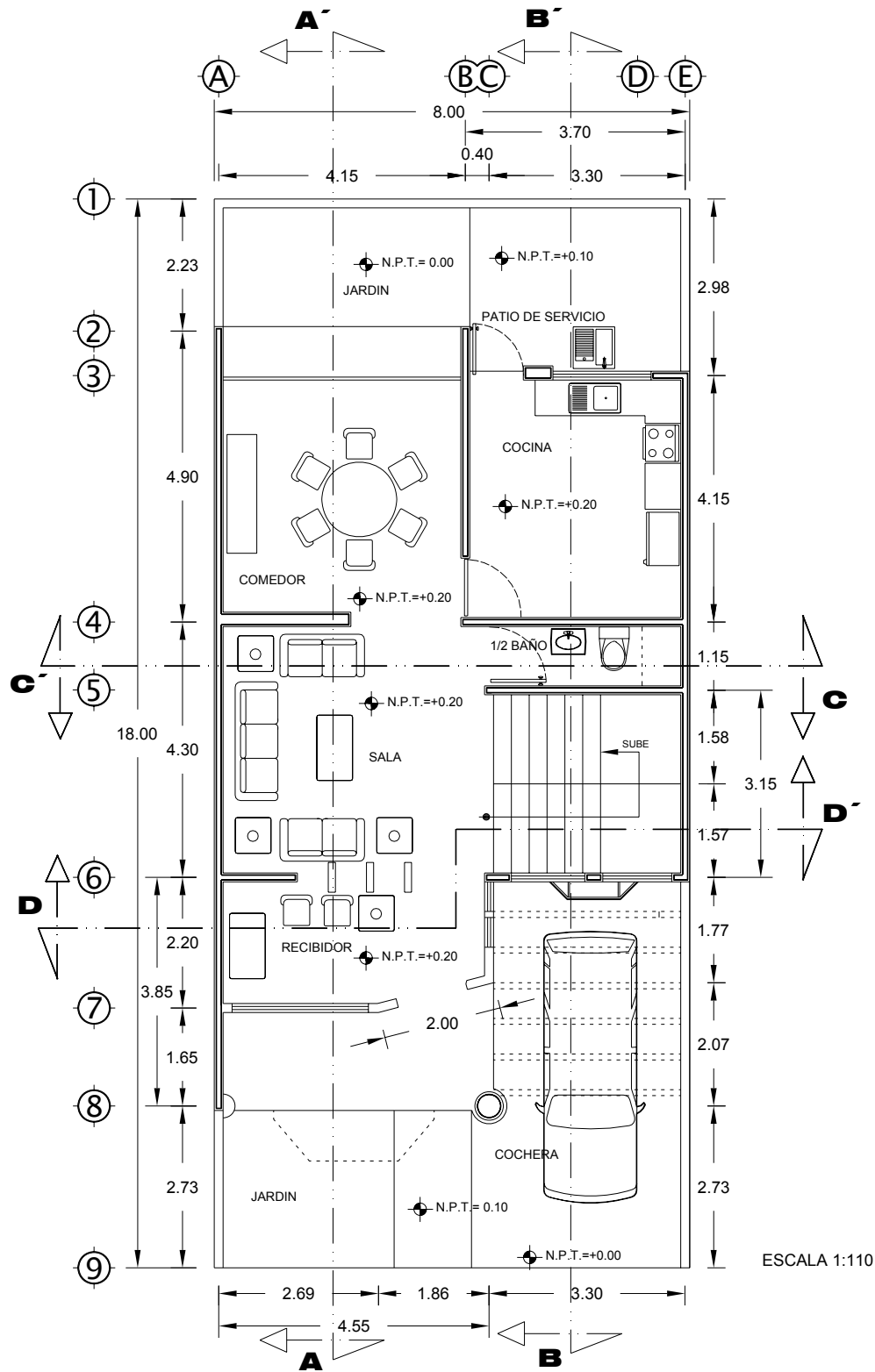
ESCALA 1:80

FACHADA POSTERIOR

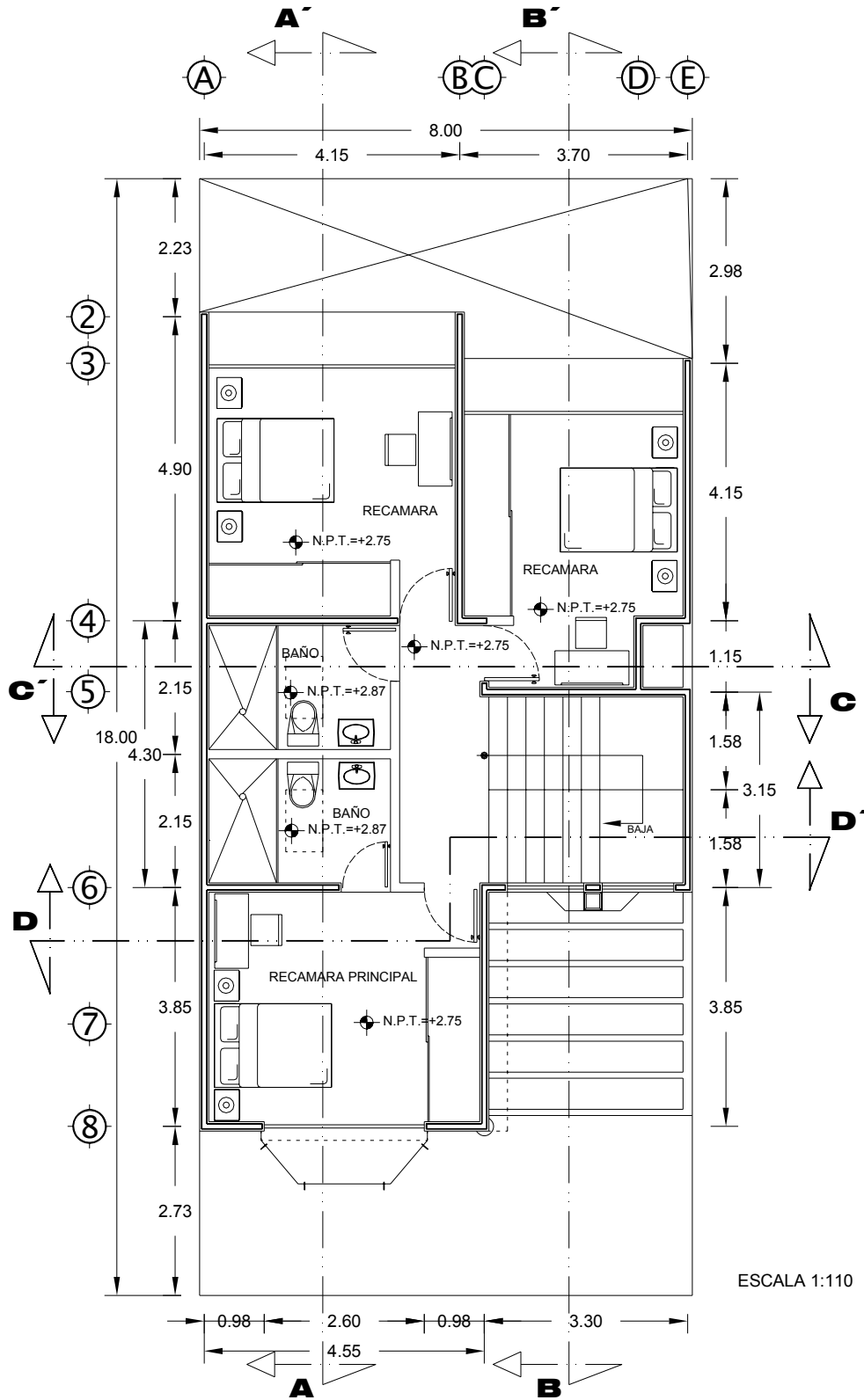


ESCALA 1:80

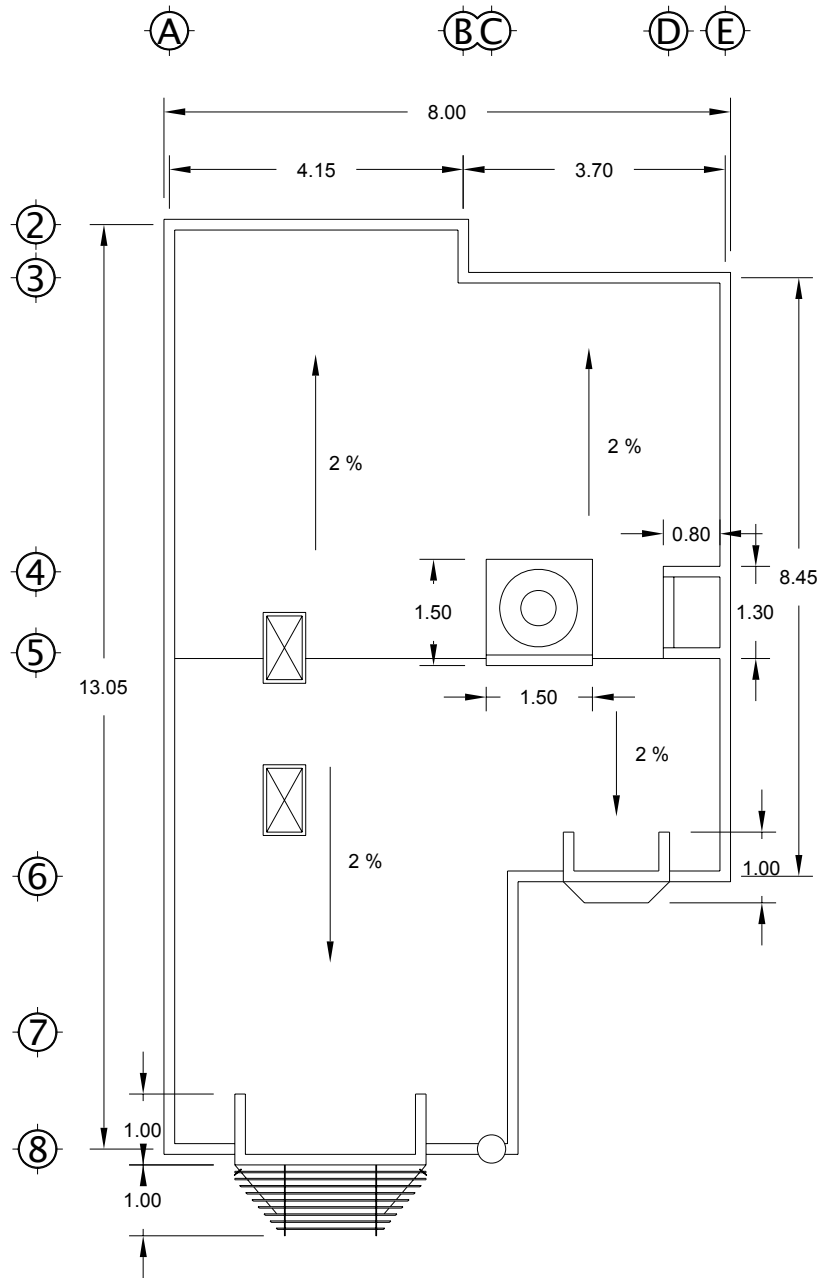
PLANTA BAJA



PLANTA ALTA



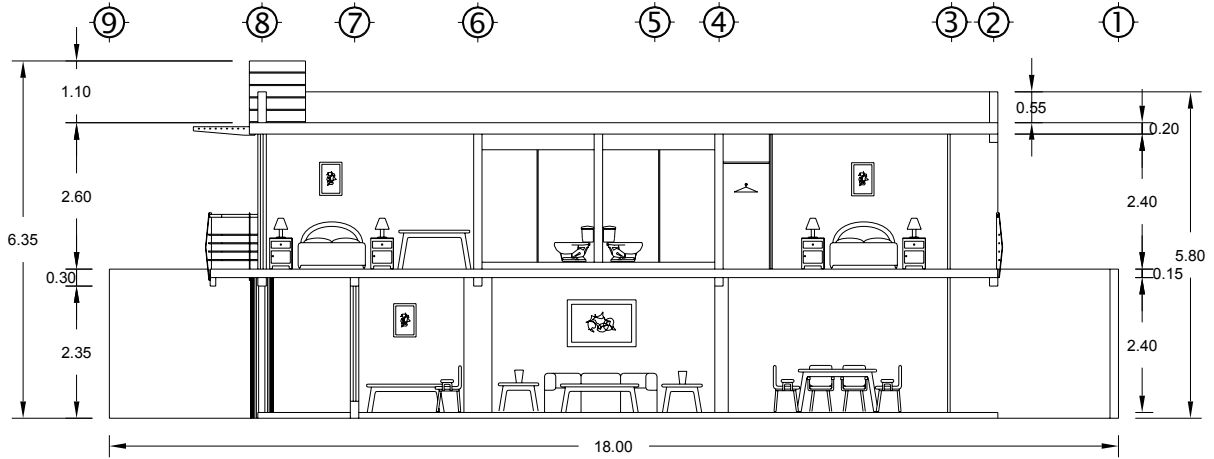
PLANTA AZOTEA



ESCALA 1:110

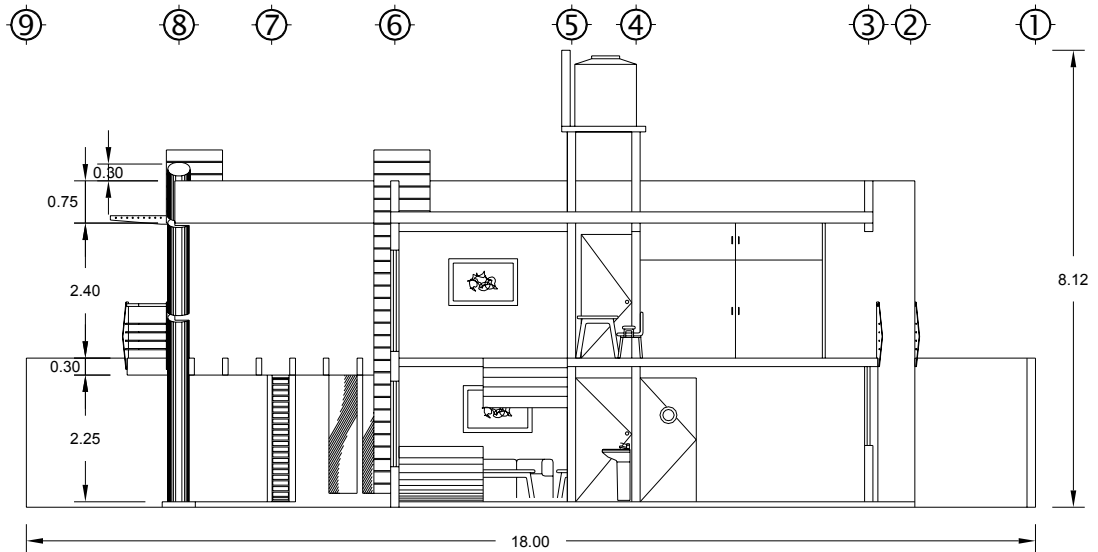


CORTE A - A'



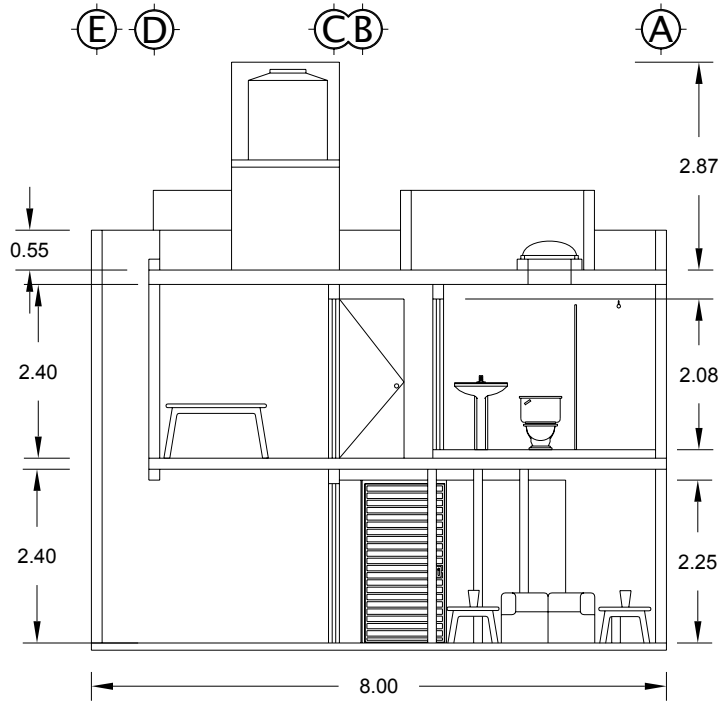
ESCALA 1:130

CORTE B - B'

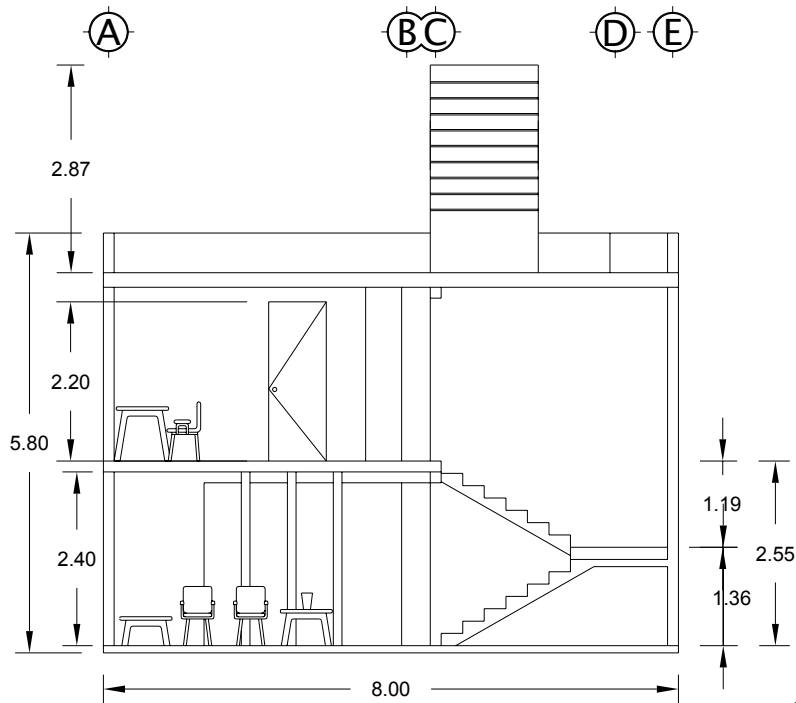


ESCALA 1:150

CORTE C - C'



CORTE D - D'



ESCALA 1:110

ESTRUCTURACIÓN

Es la parte más importante del análisis y diseño de cualquier obra, ya que es aquí donde se determinan las características físicas de la estructura, esto para que la misma nos garantice que soportará las cargas a que será sujeta durante su vida útil. También es importante la estructuración, ya que después de que se determinan las dimensiones más eficientes y óptimas se tendrán como resultado estructuras que den más rendimiento, es decir, estructuras más económicas y seguras.

DESCRIPCIÓN ESTRUCTURAL

La estructuración de la casa habitación será a base de muros de carga. Los cuales serán de tabique rojo recocido de 12 centímetros de espesor, asentado con mezcla de cemento-arena 1:5.

La escalera estará estructurada a base rampas de concreto reforzado y los escalones serán de tabique rojo recocido.

Se propondrán losas macizas no monolíticas con sus apoyos, tanto en losa de entrepiso como en losa de azotea, esta última se construirá de forma horizontal y para desalojar el agua pluvial se colocará un relleno de tepetate para darle una pendiente a la superficie del 2%.

Se colocará en pisos un acabado a base de mosaico, y en baños se utilizará cerámica antiderrapante.

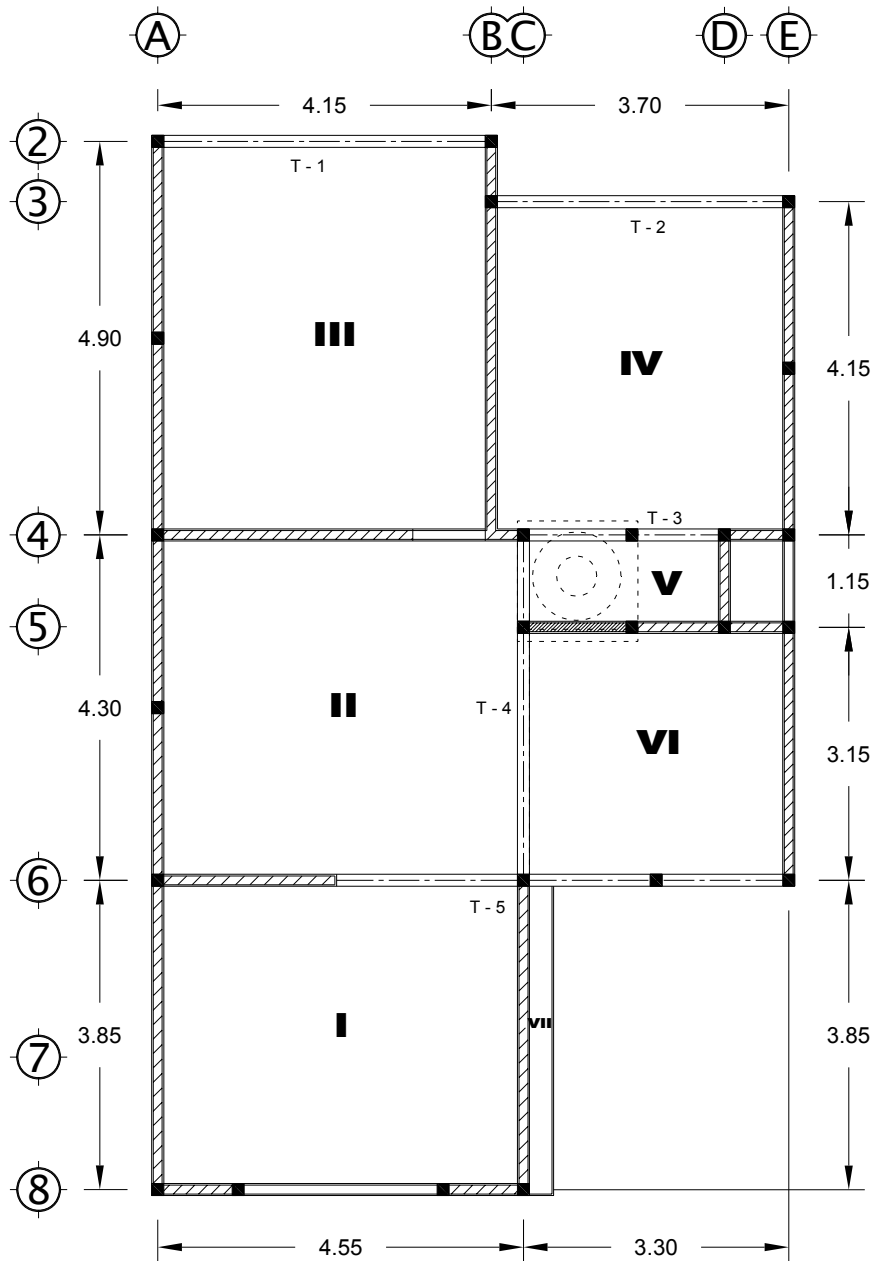
Se utilizará concreto con una resistencia de 250 kg/cm^2 en losas, trabes, columnas y zapatas, así como también se colocará un concreto para castillos, cadenas de cerramiento y de desplante de una resistencia de 150 kg/cm^2 .

Para dar confinamiento a los muros se colocarán castillos en todos los extremos de muros, así como en intersecciones con otros muros y a una distancia no mayor que $1.5H$.

Se colocarán cadenas de desplante y de cerramiento en todos los muros para dar confinamiento a los muros.

Se colocarán zapatas de concreto corridas bajo muros debido a que la descarga de la estructura sobre la cimentación es a base de muros de carga logrando con esto que la distribución de la carga sobre el terreno sea mucho más uniforme y por consecuencia, evitar los hundimientos diferenciales que pudieran existir en una cimentación a base de zapatas aisladas y esto solo si la casa estuviera estructurada a base de columnas y trabes.

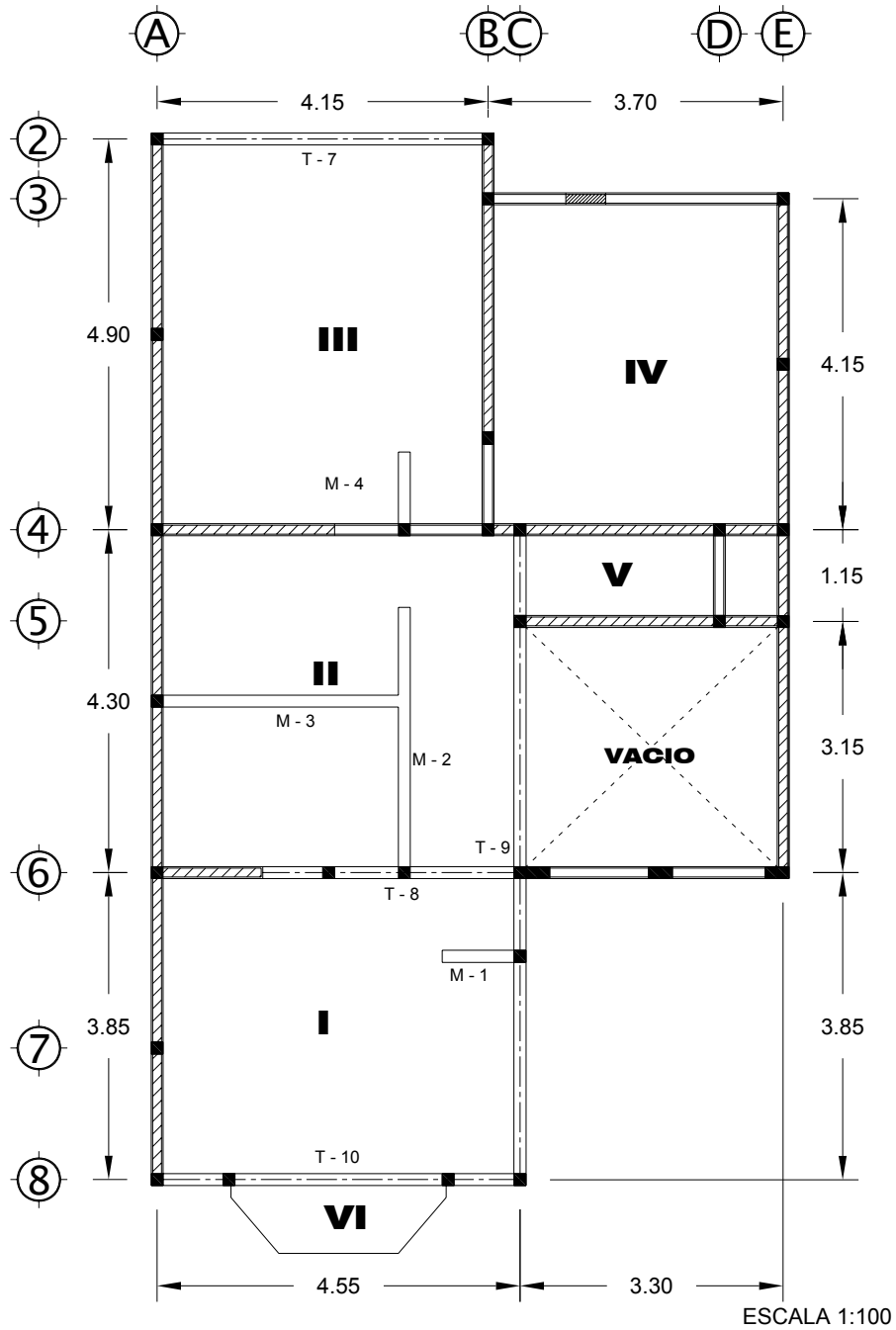
ESTRUCTURACIÓN DE LOSA DE AZOTEA







- ESCALA 1:100
- TRABE
 - MUROS DE CARGA PLANTA ALTA
 - CERRAMIENTO
 - CASTILLO
 - NUM. TABLERO
 - PROYECCION DEL TINACO QUE ESTARA APOYADO DIRECTAMENTE SOBRE MURO DEL EJE 5 Y LA TRABE T-3



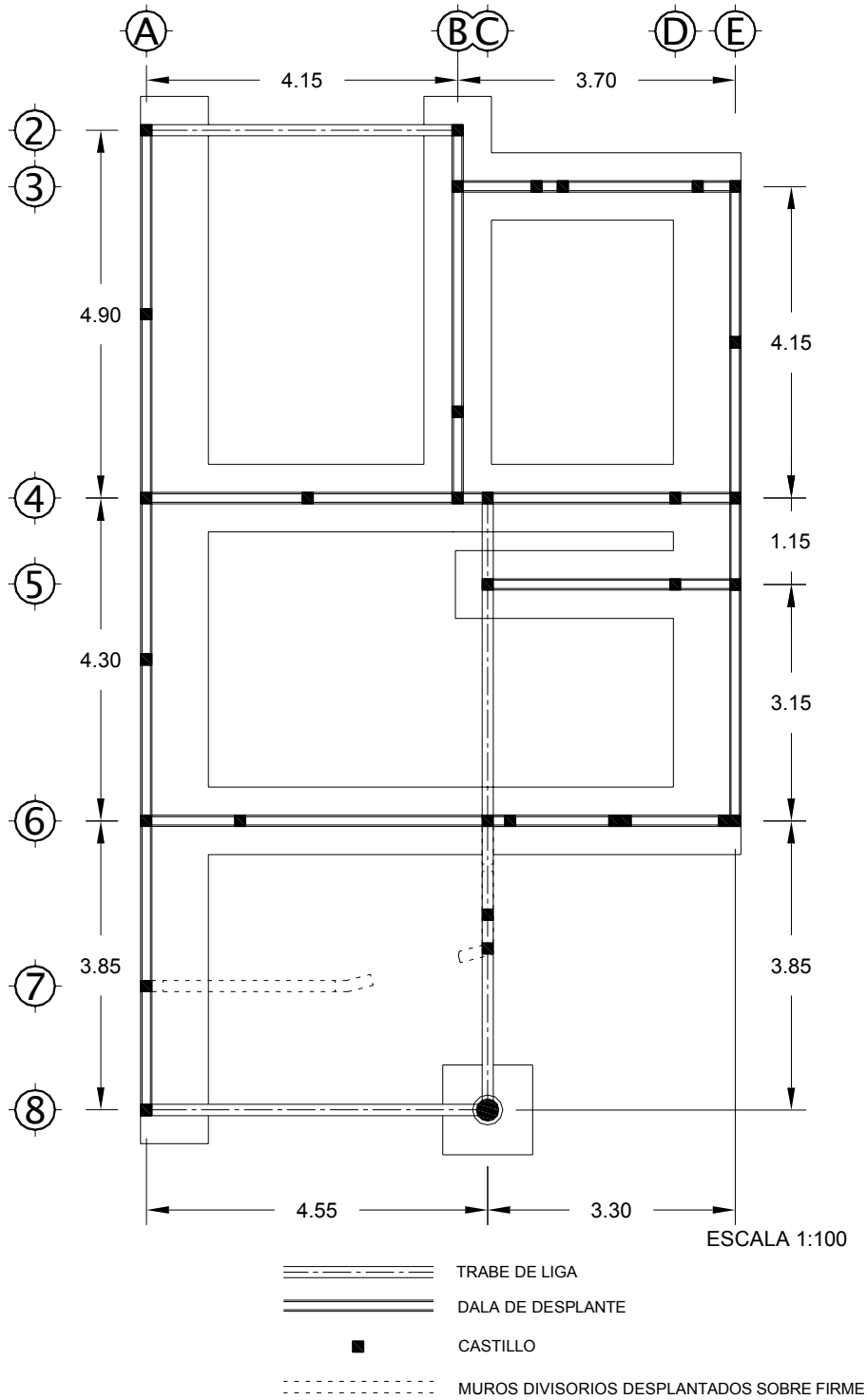
ESTRUCTURACIÓN DE LOSA DE ENTREPISO



-  TRABE
-  CERRAMIENTO
-  MUROS DE CARGA PLANTA BAJA
-  CASTILLO
-  MUROS DIVISORIOS DESCARGANDO DIRECTAMENTE SOBRE LA LOSA
-  NUM. TABLERO



ESTRUCTURACIÓN DE LA CIMENTACIÓN



CAPITULO 2

“ANÁLISIS DE CARGAS”

ANÁLISIS DE CARGAS

Las cargas actuantes sobre una casa habitación son de los tipos; carga muerta, carga viva, y cargas accidentales y su descripción es la siguiente:

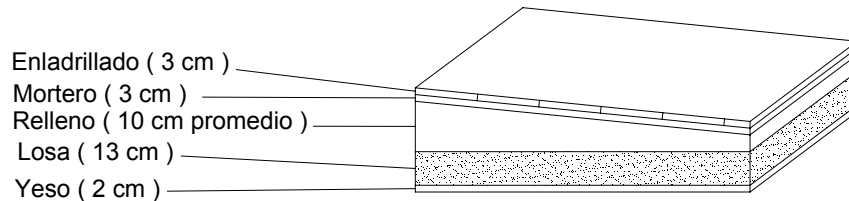
- **Cargas muertas:** son aquellas que son originadas por el peso propio de la construcción, que es la estructura misma y los elementos no estructurales como son muros divisorios, pisos, recubrimientos, muros de fachada, instalaciones, etc., es decir todos aquellos elementos que conservan una posición fija en la construcción, por tal motivo la carga muerta es la principal acción permanente que actúa en la estructura.
- **Cargas vivas:** son las cargas gravitacionales que obran en una construcción y a diferencia de las cargas muertas, no tienen el carácter de permanentes. Su principal característica es que son variables con el tiempo. Este tipo de cargas dependen del uso o destino del inmueble y corresponden por lo general al peso de las personas, muebles, equipos, mercancías, máquinas, etc.
- **Cargas accidentales:** son aquellas que se presentan de manera ocasional o accidental y se deben principalmente a la acción del viento y efectos sísmicos en las estructuras.
En casas habitación el sismo es en general la acción accidental más importante, pero también depende de la zona en que se encuentre la casa en el país y de los materiales de construcción.

LOSA DE AZOTEA

Proponiendo inicialmente un peralte de losa de azotea de 13 cm.

Cálculo del relleno promedio utilizando las dimensiones del tablero más desfavorable (tablero III):

$$h_{prom} = \frac{H_{max} + 5cm}{2} \quad \text{si} \quad \begin{aligned} H_{max} &= 0.02l + 5cm \\ H_{max} &= 0.02(490) + 5 \\ H_{max} &= 14.8cm \end{aligned} \quad \text{entonces} \quad \begin{aligned} h_{prom} &= \frac{H_{max} + 5cm}{2} \\ h_{prom} &= \frac{14.8 + 5cm}{2} \\ h_{prom} &= 9.9 \approx 10.00cm \end{aligned}$$



LOSA DE AZOTEA			
Material	Espesor (mts.)	Peso vol. (t/m3)	Peso total (t/m2)
Enladrillado	0,020	1,500	0,030
Mortero	0,030	2,100	0,063
Relleno de tepetate	0,100	1,600	0,160
Losa de concreto	0,130	2,400	0,312
Rec. de yeso	0,020	1,500	0,030
Σ (C.M.) =			0,595

De acuerdo con las NTC sobre Criterios en la sección 5.1.2 se incrementará el peso muerto 40 kg/m², por ser una losa colada en el lugar y por colocársele una capa de mortero.

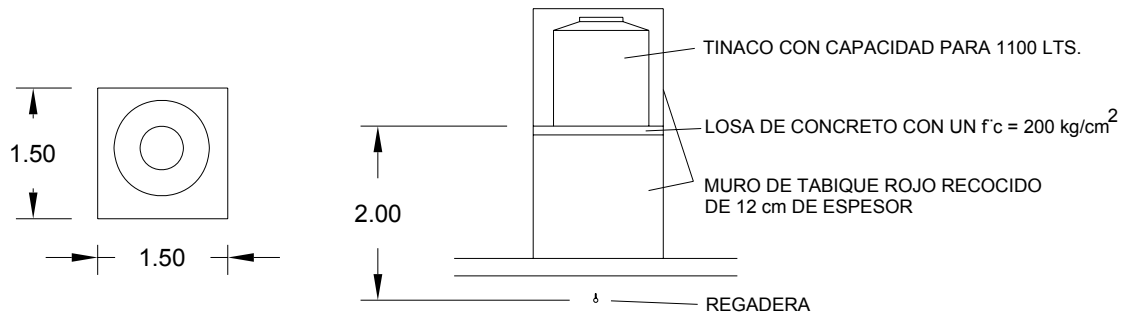
Cargas permanentes

$$\begin{aligned} C.M. &= 0.595 \text{ t/m}^2 \\ Cad &= 0.040 \text{ t/m}^2 \\ C.V. &= 0.100 \text{ t/m}^2 \\ \hline \Sigma &= 0.735 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

Cargas permanentes + Accidentales

$$\begin{aligned} C.M. &= 0.595 \text{ t/m}^2 \\ Cad &= 0.040 \text{ t/m}^2 \\ C.V. &= 0.070 \text{ t/m}^2 \\ \hline \Sigma &= 0.705 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

CÁLCULO DEL PESO DE TINACO



Se colocará un tinaco con una capacidad de 1100 litros cuyo peso propio será de 28 kilogramos. Para que el sistema hidráulico trabaje con más efectividad se cuidará que la carga hidráulica sobre el mueble mas alto sea de dos metros, para este caso sobre la regadera.

Los muros que soportarán la carga del tinaco, losa y muros perimetrales de tinaco, tendrán una altura de 1.40 metros.

La losa sobre la que estará el tinaco será de concreto de 1.50 x 1.50 metros con un espesor de 10 cm.

$$W \text{ muro aparente-aparente} = 210 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 0.210 \frac{\text{t}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Área de muros} = (1.50 \times 1.40)(2) + (1.50 \times 1.35) = 6.225 \text{m}^2$$

$$\text{Área de losa} = (1.50 \times 1.50) = 2.25 \text{m}^2$$

$$W \text{ losa} = 0.240 \text{ t/m}^2$$

$$\text{Peso de base} = (6.225 \times 0.210) + (2.25 \times 0.240)$$

$$\text{Peso de base} = 1.84 \text{ ton.}$$

$$\text{Peso del agua} = 1.100 \text{ t}$$

$$\text{Peso tinaco} = 0.027 \text{ t}$$

$$\text{Peso de base} = 1.84 \text{ t}$$

$$\boxed{\text{Peso total del tinaco} = 2.967 \text{ toneladas}}$$

CARGA EJERCIDA POR TINACO SOBRE MURO Y TRABE

El peso del tinaco será considerado como dos muros que descargan directamente sobre el muro del eje 5 y la trabe T-3 del eje 4.

Peso total del tinaco y su base = 2.967 toneladas

La distribución de la carga será de la siguiente manera.

Sobre el muro del eje 5 se descargarán:

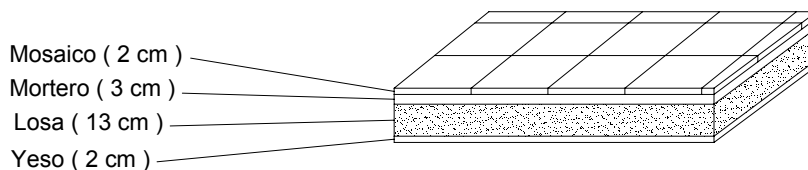
$$\frac{2.967t - (1.5 \times 1.35 \times 0.210)}{2} + (1.5 \times 1.35 \times 0.210) = \boxed{1.696 \text{ t}}$$

Sobre la trabe del eje 4 se descargarán:

$$\frac{2.967t - (1.5 \times 1.35 \times 0.210)}{2} = \boxed{1.271 \text{ t}}$$

LOSA DE ENTREPISO

Proponiendo un peralte de losa de entrepiso de 13 cm.



LOSA DE ENTREPISO			
Material	Espesor (mts.)	Peso vol. (t/m3)	Peso total (t/m2)
Mosaico	0,020	--	0,035
Mortero	0,030	2,100	0,063
Losa de concreto	0,130	2,400	0,312
Rec. de yeso	0,020	1,500	0,030
		Σ (C.M.) =	0,440

De acuerdo con las NTC sobre Criterios en la sección 5.1.2 se incrementará el peso muerto 40 kg/m^2 , por ser una losa colada en el lugar y por colocársele una capa de mortero.

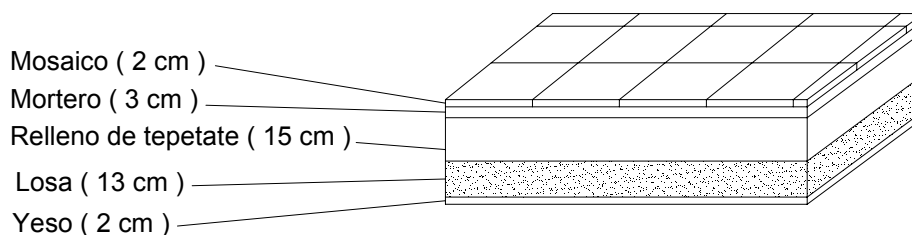
Cargas permanentes

$$\begin{array}{l}
 C.M. = 0.440 \text{ t/m}^2 \\
 Cad = 0.040 \text{ t/m}^2 \\
 C.V. = 0.170 \text{ t/m}^2 \\
 \hline
 \Sigma = 0.650 \text{ t/m}^2
 \end{array}$$

Cargas permanentes + Accidentales

$$\begin{array}{l}
 C.M. = 0.440 \text{ t/m}^2 \\
 Cad = 0.040 \text{ t/m}^2 \\
 C.V. = 0.090 \text{ t/m}^2 \\
 \hline
 \Sigma = 0.570 \text{ t/m}^2
 \end{array}$$

CARGA CONSIDERADA PARA TABLERO CON INSTALACIONES SANITARIAS



LOSA DE ENTREPISO CON INSTALACIONES			
Material	Espesor (mts.)	Peso vol. (t/m3)	Peso total (t/m2)
Mosaico	0,020	--	0,035
Mortero	0,030	2,100	0,063
Relleno de tepetate	0,150	1,600	0,240
Losa de concreto	0,130	2,400	0,312
Rec. de yeso	0,020	1,500	0,030
		Σ (C.M.) =	0,680

De acuerdo con las NTC sobre Criterios en la sección 5.1.2 se incrementará el peso muerto 40 kg/cm², por ser una losa colada en el lugar y por colocársele una capa de mortero.

Cargas permanentes

$$\begin{array}{l}
 C.M. = 0.680 \text{ t/m}^2 \\
 Cad = 0.040 \text{ t/m}^2 \\
 C.V. = 0.170 \text{ t/m}^2 \\
 \hline
 \Sigma = 0.890 \text{ t/m}^2
 \end{array}$$

Cargas permanentes + Accidentales

$$\begin{array}{l}
 C.M. = 0.680 \text{ t/m}^2 \\
 Cad = 0.040 \text{ t/m}^2 \\
 C.V. = 0.090 \text{ t/m}^2 \\
 \hline
 \Sigma = 0.810 \text{ t/m}^2
 \end{array}$$

CÁLCULO DEL PESO DE LA ESCALERA

Características de la escalera:

Está estructurada a base de rampas de concreto reforzado con un $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$, con un total de 17 escalones hechos a base de tabique rojo recocido con un peralte de 16.2 cm y con una huella de 30 cm.

Cálculo del peralte de la losa de escaleras:

$$h = \frac{L}{24} = \frac{320}{24} = 13.33 = 13 \text{ cm.}$$

Cálculo del peso de los escalones:

Peso de escalón = $H / 2 * (\text{peso volumétrico})$ $H = \text{Peralte del escalón}$

LOSA DE ESCALERA			
Material	Espesor (mts.)	Peso vol. (t/m3)	Peso total (t/m2)
Mosaico	0,020	--	0,035
Mortero	0,030	2,100	0,063
Escalón (tabique)	$0.162/2 = 0.081$	1,500	0,122
Losa de concreto	0,130	2,400	0,312
Rec. de yeso	0,015	1,500	0,023
$\Sigma \text{ (C.M.)} =$			0,555

De acuerdo con las NTC sobre Criterios en la sección 5.1.2 se incrementará el peso muerto 40 kg/cm^2 , por ser una losa colada en el lugar y por colocársele una capa de mortero.

Cargas permanentes

$C.M. = 0.555 \text{ t/m}^2$ $Cad = 0.040 \text{ t/m}^2$ $C.V. = 0.170 \text{ t/m}^2$ <hr/> $\Sigma = 0.765 \text{ t/m}^2$

Cargas permanentes + Accidentales

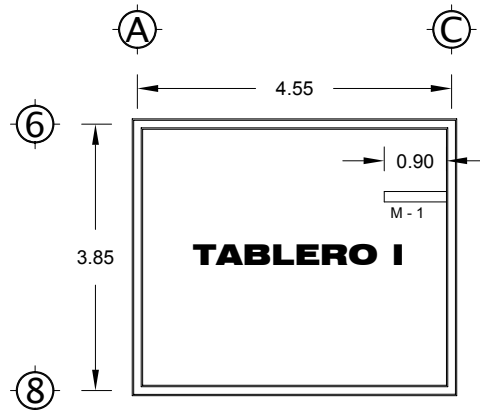
$C.M. = 0.555 \text{ t/m}^2$ $Cad = 0.040 \text{ t/m}^2$ $C.V. = 0.090 \text{ t/m}^2$ <hr/> $\Sigma = 0.685 \text{ t/m}^2$



DISTRIBUCIÓN DEL PESO DE LOS MUROS EN LOS TABLEROS DE LA LOSA DE ENTREPISO

- **Distribución del peso del muro en el tablero I**

$$W_{\text{muro yeso/mortero-mortero/yeso}} = 315 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 0.315 \frac{\text{t}}{\text{m}^2}$$



$$\text{Relación } m = \frac{a_1}{a_2} = \frac{3.85}{4.55} = 0.85$$

Relación de claros $m=a_1/a_2$	0.5	0.8	1
Muro paralelo al lado corto	1.3	1.5	1.6
Muro paralelo al lado largo	1.8	1.7	1.6

El muro 1 es paralelo al lado largo por lo tanto el valor del coeficiente = 1.675

$$W_{M-1} = \frac{\text{Peso_total_muro}}{\text{Area_de_tablero}} \times \text{coef.} = \frac{(0.90 \times 2.40) \times 0.315}{(4.55 \times 3.85)} (1.675) = \frac{0.680}{17.518} (1.675) = \boxed{0.065 \text{ t/m}^2}$$

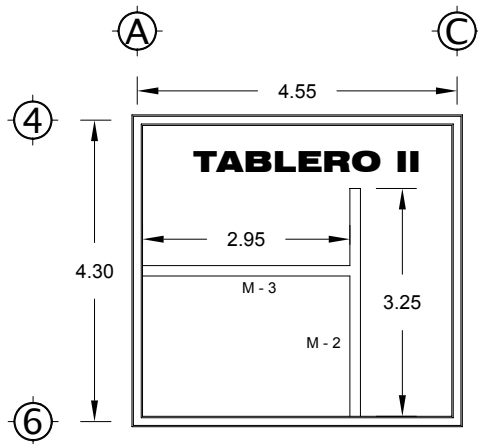
Carga total en el tablero I

$$W_{\text{TABLERO I}} = 0.650 + 0.065 = \boxed{0.715 \text{ t/m}^2}$$

• **Distribución del peso de los muros en el tablero II**

$$W_{\text{muro azulejo-mortero}} = 317 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 0.317 \frac{\text{t}}{\text{m}^2}$$

$$W_{\text{muro azulejo-azulejo}} = 365 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 0.365 \frac{\text{t}}{\text{m}^2}$$



$$\text{Relación } m = \frac{a_1}{a_2} = \frac{4.30}{4.55} = 0.95$$

El muro 2 es paralelo al lado corto por lo tanto el valor del coeficiente = 1.575

$$W_{M-2} = \frac{\text{Peso_total_muro}}{\text{Area_de_tablero}} \times \text{coef.} = \frac{(3.25 \times 2.40) \times 0.317}{(4.30 \times 4.55)} (1.575) = \frac{2.473}{19.565} (1.575) = \boxed{0.199 \text{ t/m}^2}$$

El muro 3 es paralelo al lado largo por lo tanto el valor del coeficiente = 1.625

$$W_{M-3} = \frac{\text{Peso_total_muro}}{\text{Area_de_tablero}} \times \text{coef.} = \frac{(3.25 \times 2.40) \times 0.365}{(4.30 \times 4.55)} (1.625) = \frac{2.847}{19.565} (1.625) = \boxed{0.236 \text{ t/m}^2}$$

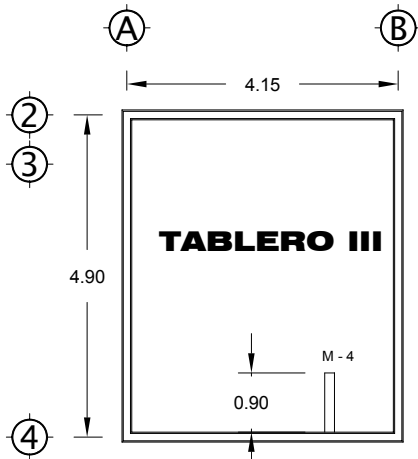
$$W_{\text{Tepestate}} = \frac{\text{Peso_total_tepestate}}{\text{Area_de_tablero}} = \frac{(4.3 \times 2.95 \times 0.15) \times 1.6}{(4.30 \times 4.55)} = \frac{3.044}{19.565} = \boxed{0.156 \text{ t/m}^2}$$

Carga total en el tablero II

$$W_{\text{TABLERO II}} = 0.650 + 0.199 + 0.236 + 0.156 = \boxed{1.241 \text{ t/m}^2}$$

- **Distribución del peso del muro en el tablero III**

$$W_{\text{muro yeso/mortero-mortero/yeso}} = 315 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 0.315 \frac{\text{t}}{\text{m}^2}$$



$$\text{Relación } m = \frac{a_1}{a_2} = \frac{4.15}{4.90} = 0.85$$

El muro 4 es paralelo al lado largo, por lo tanto el valor del coeficiente = 1.675

$$W_{M-1} = \frac{\text{Peso_total_muro}}{\text{Area_de_tablero}} \times \text{coef.} = \frac{(0.90 \times 2.40) \times 0.315}{(4.90 \times 4.15)} (1.675) = \frac{0.680}{20.335} (1.675) = \boxed{0.056 \text{ t/m}^2}$$

Carga total en el tablero III

$$W_{\text{TABLERO III}} = 0.650 + 0.056 = \boxed{0.706 \text{ t/m}^2}$$

CAPITULO 3

“DISEÑO DE LOSAS”

LOSAS DE CONCRETO REFORZADO

Las losas son elementos estructurales bidimensionales, en las que una dimensión es pequeña comparada con las otras dos. Las cargas que actúan sobre las losas son esencialmente verticales, por lo que su comportamiento esta dominado por la flexión.

Clasificación de las losas:

- De acuerdo a su tipo de apoyo
 1. Losas perimetralmente apoyadas
 2. Losas apoyadas sobre columnas o losas planas

- De acuerdo al tipo de material
 1. Losas macizas
 2. Losas aligeradas

- De acuerdo a su geometría y tipo de apoyo
 1. Losas trabajando en una dirección (unidireccionales)
 2. Losas trabajando en dos direcciones (bidireccionales)

ANÁLISIS DE LAS LOSAS UTILIZANDO EL MÉTODO DE IGUALACION DE FLECHAS

Este método consiste en analizar cada franja considerándola como una viga continua cuyos apoyos son los muros o trabes y su carga es la fracción correspondiente a cada tablero en la dirección de la franja.

Los apoyos intermedios y extremos (muros de tabique) se consideran articulados ya que la losa no es monolítica con sus apoyos.

LOSA DE AZOTEA

1. Revisión del peralte mínimo

Peralte de losa (para tablero más desfavorable) tablero III

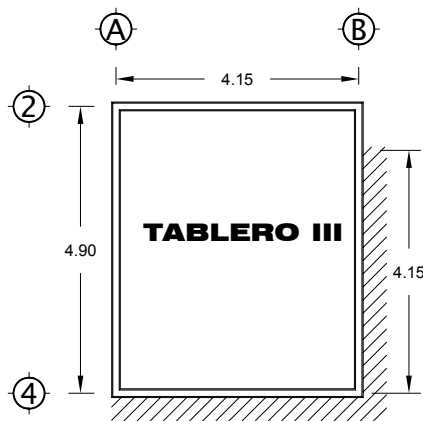
Se propuso $h = 13 \text{ cm}$ por lo tanto $d = 11 \text{ cm}$ y debe ser mayor que d_{\min}

De acuerdo con la sección 6.3.3.5 de las NTC de Concreto el peralte mínimo se obtiene con la siguiente expresión:

$$d_{\min} = \frac{\text{Perímetro}}{250} (0.032 \sqrt[4]{f_s \cdot w}) \quad \text{Para concreto clase I (f'c = 250 kg/cm}^2\text{)}$$

f_s y w son

$$f_s = 0.6(4200) = 2520.0 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{y} \quad W = 735 \text{ kg/m}^2 > 380 \text{ kg/m}^2$$



Para calcular el perímetro el reglamento establece que se incrementará la longitud de los lados discontinuos un 50% para **losas no monolíticas** con sus apoyos.

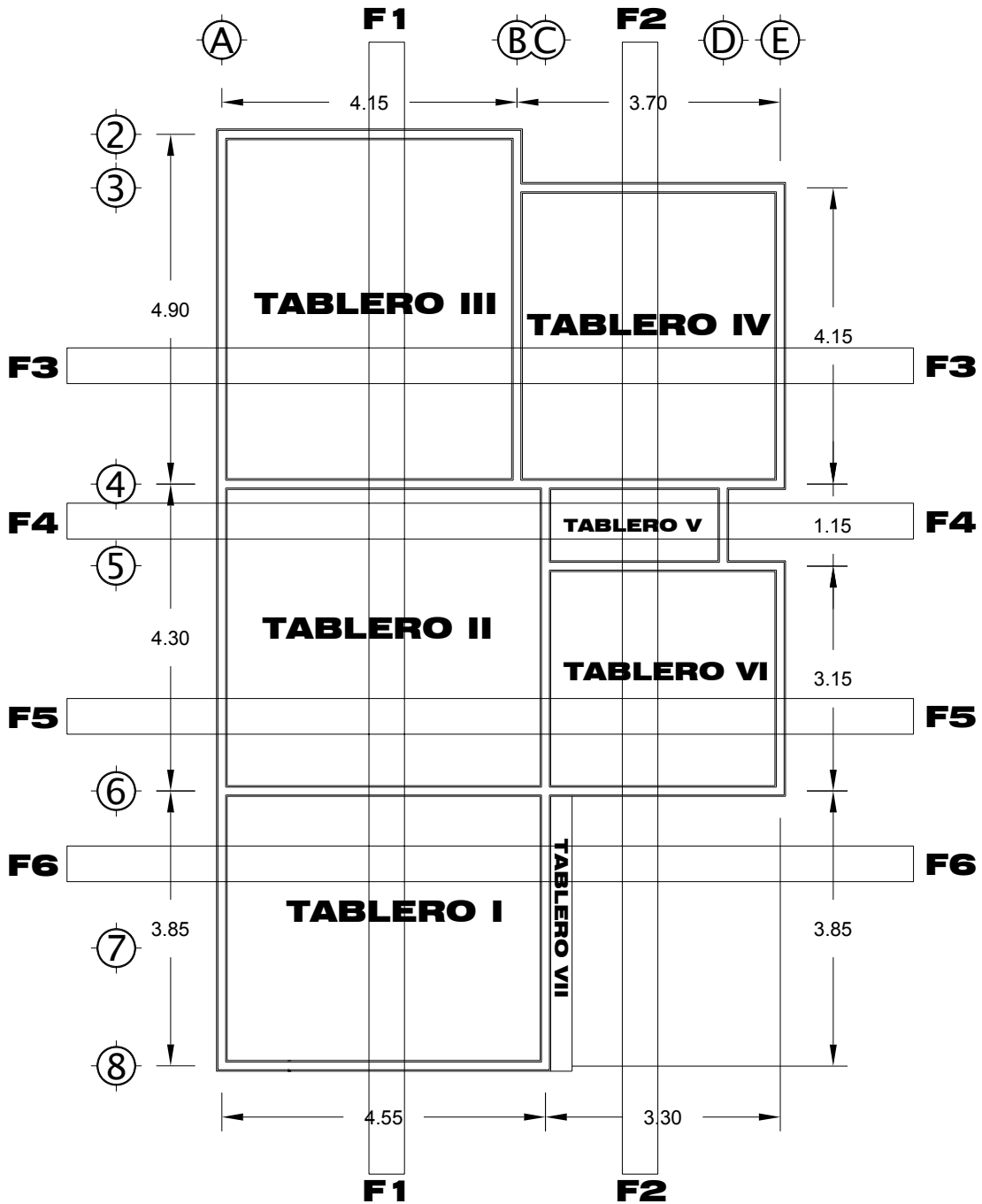
$$\text{Perímetro} = (4.9 + 4.15 + 0.75) \cdot (1.50) + (4.15 + 4.15) = 23 \text{ mts} = 2300 \text{ cm}$$

$$d_{\min} = \frac{2300}{250} (0.032 \sqrt[4]{2520 \cdot 735}) = 10.86 \text{ cm} \quad \text{aproximadamente} = 11 \text{ cm}$$

Entonces $h_{\min} = 13 \text{ cm}$ Por lo tanto se acepta $h_{\min} = h_{\text{propuesto}}$

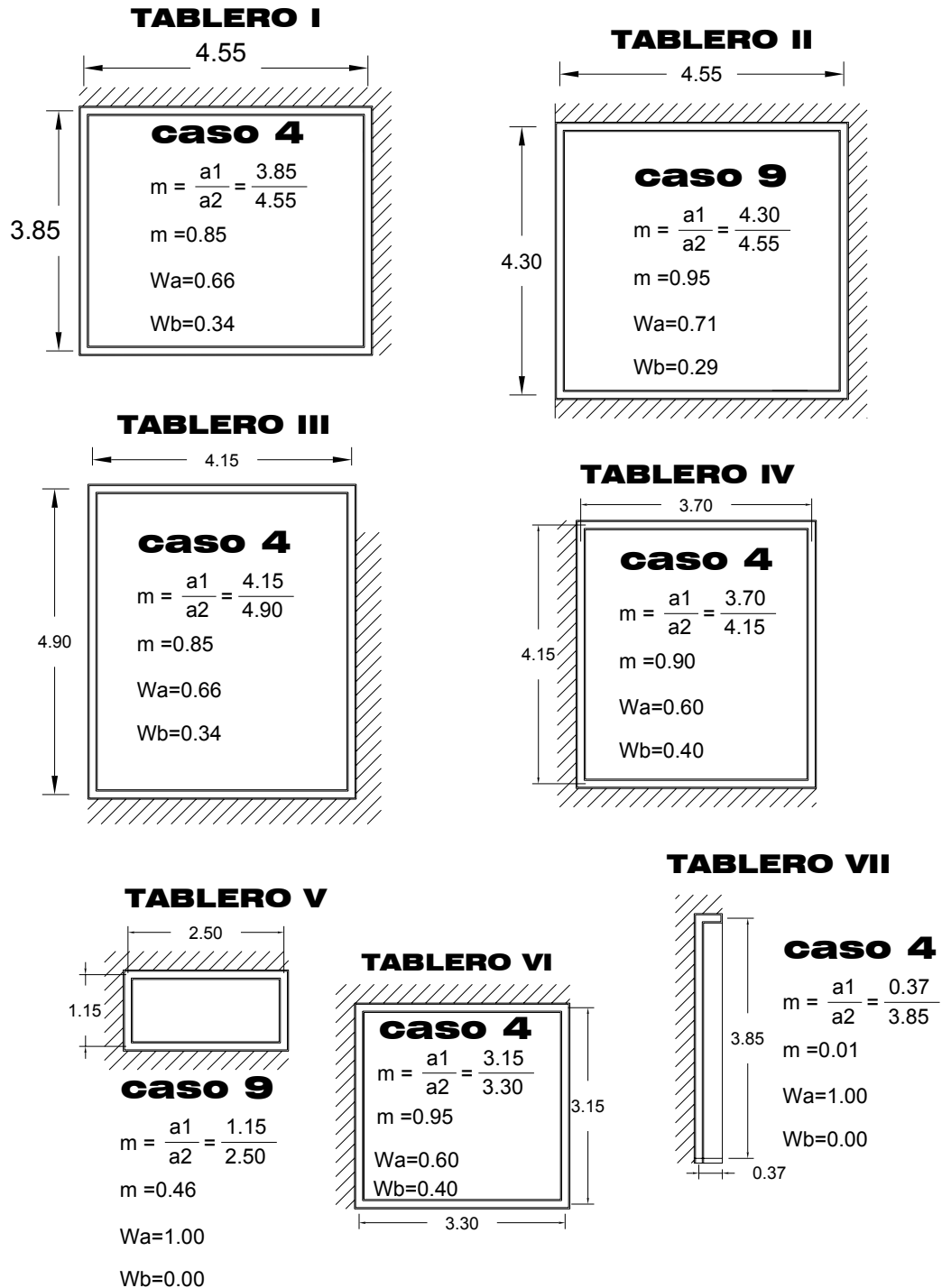
2. Trazo de franjas

FRANJAS DE AZOTEA

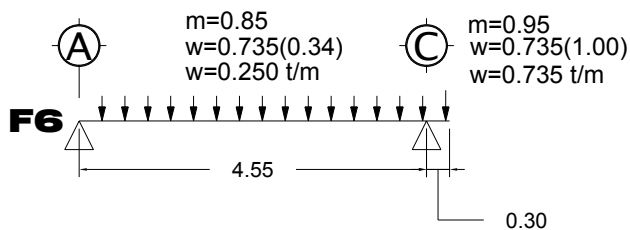
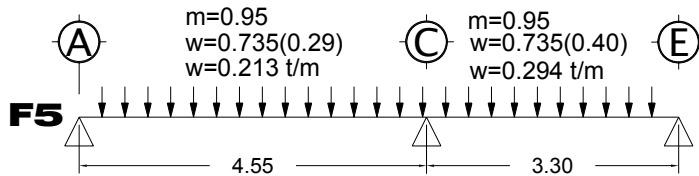
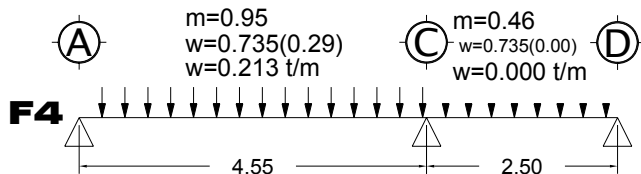
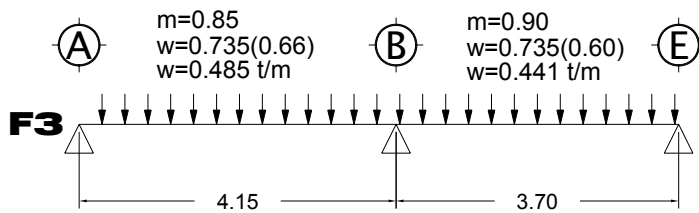
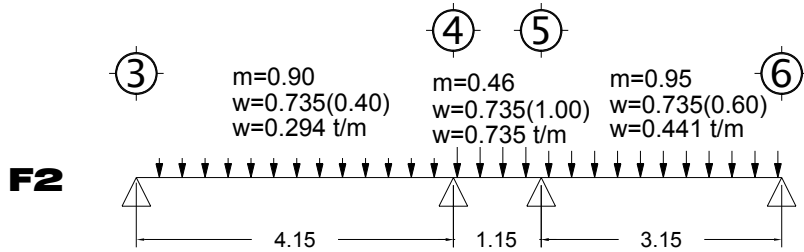
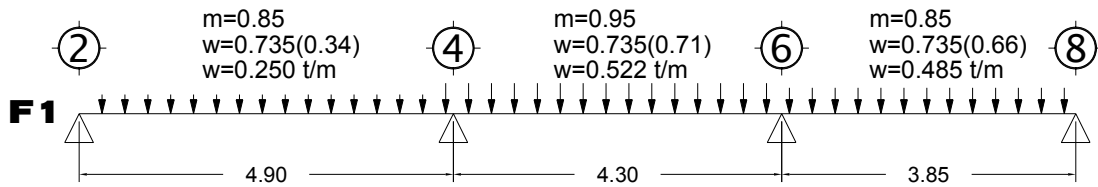


3. Factores de distribución W_a y W_b obtenidos de la Tabla 3 del ACI

Los factores o coeficientes de distribución se usan para repartir la carga w en ambos sentidos de las losas para cada tablero.



Fracciones de carga correspondientes a cada tablero en dirección de la franja



4. Obtención de diagramas de fuerza cortante y momento flexionante

Los valores de las fuerzas de cortante y momentos flexionantes se obtuvieron con ayuda de un programa de cómputo del método de las rigideces y los resultados se muestran a continuación.

Franja F1

*** SOLUCION DE ARMADURAS Y MARCOS POR EL METODO DE LAS RIGIDECES ***

ARCHIVO DE DATOS: fran1.txt
 TIPO DE ESTRUCTURA: Marco Plano

Numero de barras..... 3
 Numero de nudos..... 4
 Numero de apoyos..... 4
 Numero de propiedades.....1
 Nudos cargados..... 0
 Cargas concentradas..... 0
 Cargas distribuidas..... 3

COORDENADAS DE LOS NUDOS

Nudo	X	Y	Z
1	.0000	.0000	---
2	4.9000	.0000	---
3	9.2000	.0000	---
4	13.0500	.0000	---

PROPIEDADES DE LAS BARRAS

BARRA	Nudo Inicial	Nudo Final	A	E	I
1	1	2	.1300	1581138.83	.00018
2	2	3	.1300	1581138.83	.00018
3	3	4	.1300	1581138.83	.00018

Donde:

A = Peralte de losa x ancho unitario

E = Modulo de elasticidad del concreto = $10000 \sqrt{f'c}$

$$I = \frac{(\text{ancho_unitario})(\text{peralte_de_losa})^3}{12}$$



APOYOS

Nudo	Desplazamiento X	Desplazamiento Y	Giro Z
1.	restringido	restringido	libre
2.	restringido	restringido	libre
3.	restringido	restringido	libre
4.	restringido	restringido	libre

CARGAS DISTRIBUIDAS EN BARRAS

Barra	a	b	W
1	.0000	.0000	-.2500
2	.0000	.0000	-.5220
3	.0000	.0000	-.4850

DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS

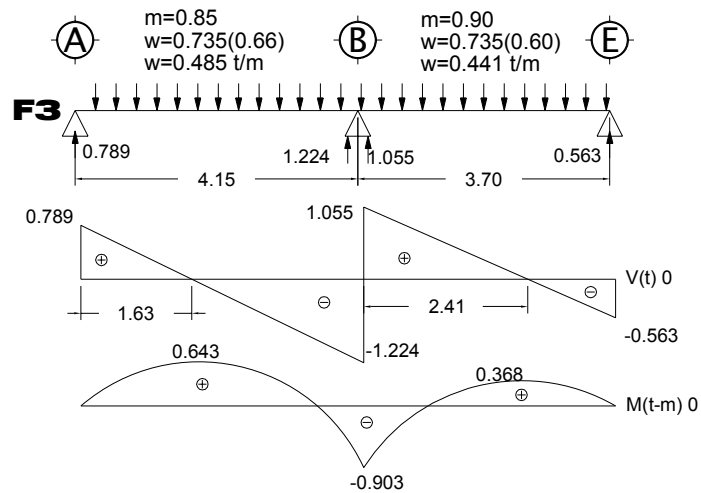
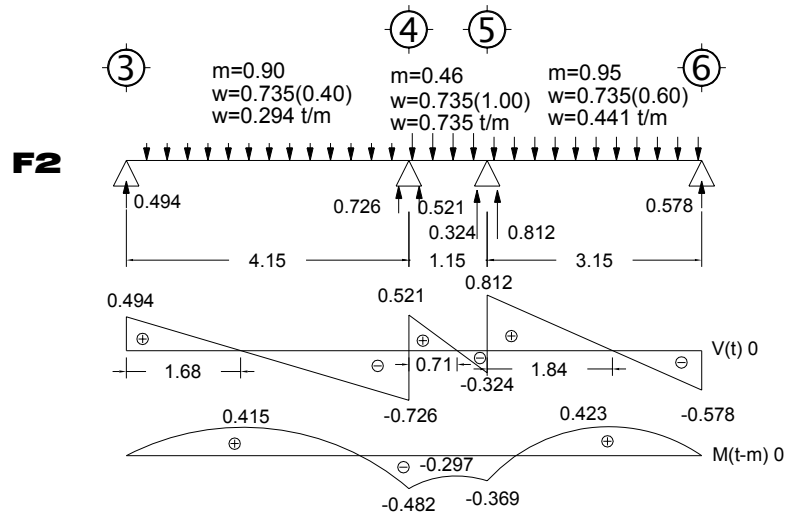
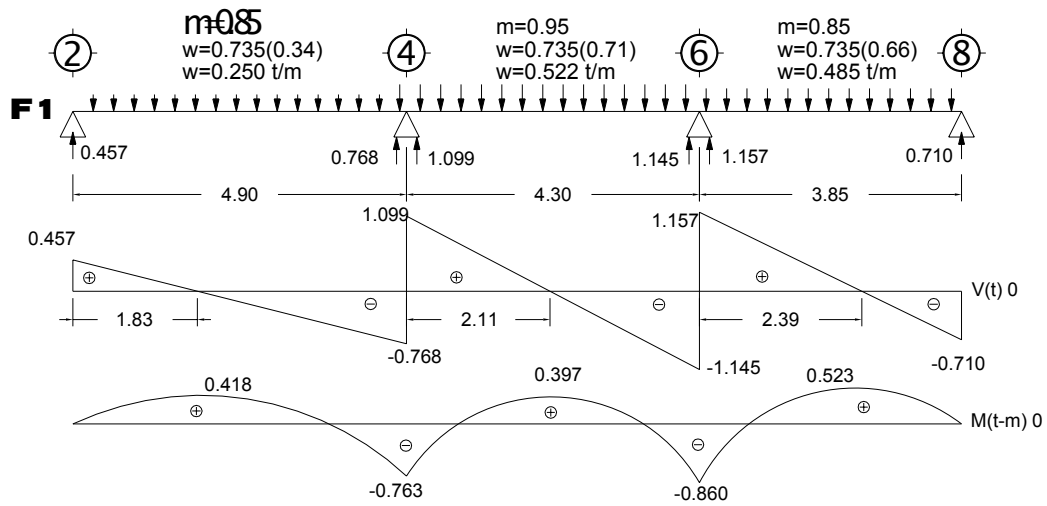
Nudo	X	Y	Giro(rad)
1	.0000000000	.0000000000	-.0020831143
2	.0000000000	.0000000000	-.0000691858
3	.0000000000	.0000000000	-.0001718222
4	.0000000000	.0000000000	.0020787014

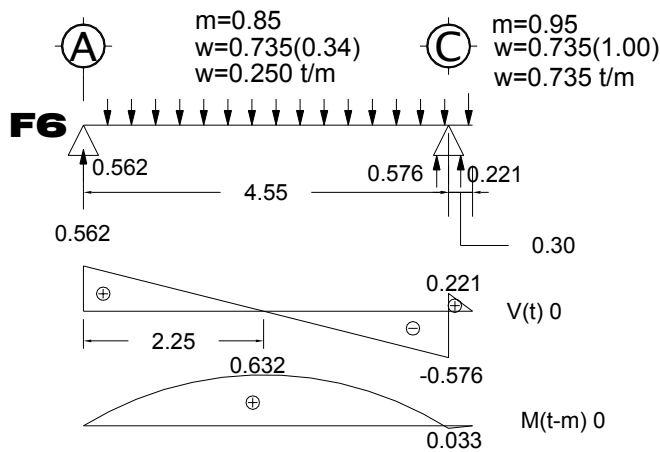
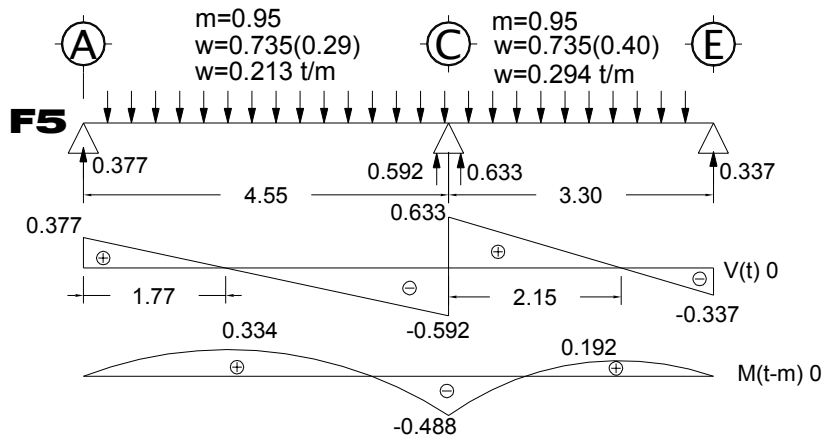
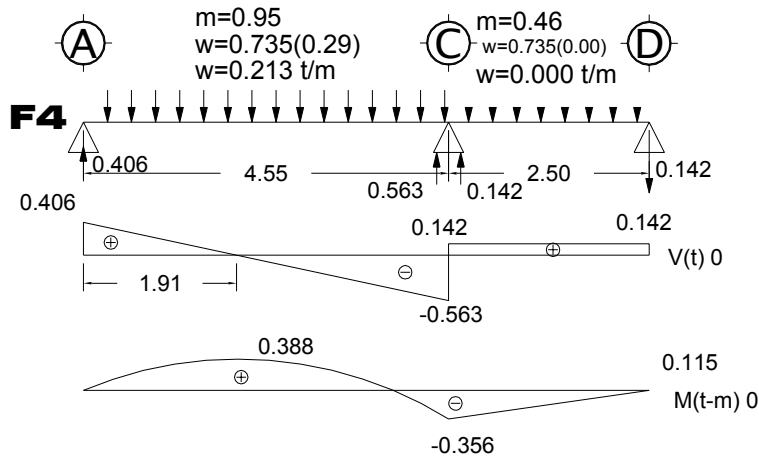
FUERZAS ACTUANTES EN LAS BARRAS (b/n)

BARRA	NUDO	AXIAL	CORTANTE	MOMENTO
1	1	.0000	.4569	.0000
2	1	.0000	.7681	-.7626
2	2	.0000	1.0997	.7626
3	2	.0000	1.1449	-.8599
3	3	.0000	1.1570	.8599
4	3	.0000	.7103	.0000

De igual manera utilizando el programa de rigideces se calcularon las fuerzas cortantes y momentos de todas las franjas de azotea y se muestran a continuación los diagramas de cortante y momento correspondientes a cada una de ellas.







De los resultados del programa de rigideces y de los diagramas de momento obtenemos los valores de los momentos máximos que utilizaremos para el diseño de la losa.

5. Diseño por flexión

Los momentos máximos en el sentido transversal se localizan en la franja 3

$$\begin{aligned}
 M_{\max-} &= 0.903t - m & Mu &= M \max \times F.C. & Mu(-) &= 0.903(1.4) = 1.264t - m \\
 M_{\max+} &= 0.643t - m & F.C. &= 1.4 \text{ (cargas gravitacionales)} & Mu(+) &= 0.643(1.4) = 0.900t - m
 \end{aligned}$$

Para momento máximo negativo $Mu(-) = 1.264t - m$

$$\rho = \frac{f''c}{fy} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2Mu}{FRbd^2 f''c}} \right] = \frac{170}{4200} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2(1.264 \times 10^5)}{0.9(100)(11^2)(170)}} \right] = 0.002865$$

$$As = \rho bd = 0.002865(100)(11) \quad f''c = 0.85 f * c$$

$$As = 3.15 \text{ cm}^2 \quad f * c = 0.8 f'c$$

Comparando As con el As_{\min} por temperatura

Donde $X_1 =$ Peralte efectivo de la losa, aunque pudiera llegar a ser menor para flexión negativa, ya que en la práctica al colocar el concreto de la losa y ser pisado el acero de refuerzo durante el colado puede ser desplazado hacia abajo y en consecuencia el peralte efectivo disminuirá.

$$ast = \frac{660x_1}{4200(x_1 + 100)} = \frac{660(11)}{4200(11 + 100)} = 0.0156 \text{ cm}^2 / \text{cm}$$

Para una franja de ancho $b = 100 \text{ cm}$

$$Ast = 100(0.0156) = 1.56 \text{ cm}^2$$

Como $As > Ast$ por lo tanto se toma $As = 3.15 \text{ cm}^2$

Utilizando varilla No 3 (3/8") con una área de $a_o = 0.71 \text{ cm}^2$

$$S = \frac{100(a_o)}{A_s} = \frac{100(0.71)}{3.15} = 22.54 \text{ cm}$$

$$S_{\min} = 6 \text{ cm}$$

$$S_{\max} = \begin{cases} 3.5x_1 = 3.5 \times 11 = 38.5 \text{ cm} \\ 50 \text{ cm} \end{cases}$$

Comparando las condiciones de S_{\max} y S_{\min} se concluye que $S = 22.54 \text{ cm}$

Por lo tanto se utilizarán varillas No 3 @ 20 cm c.a.c.

Para momento máximo positivo $Mu(+)=0.900t - m$

$$\rho = \frac{f''c}{fy} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2Mu}{F_R bd^2 f''c}} \right] = \frac{170}{4200} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2(0.900 \times 10^5)}{0.9(100)(11^2)(170)}} \right] = 0.002018$$

$$As = \rho bd = 0.002018(100)(11)$$

$$As = 2.22 \text{ cm}^2$$

Comparando A_s con el $A_{s_{\min}}$ por temperatura Donde $X_1 = \text{Peralte efectivo de la losa}$

$$ast = \frac{660x_1}{4200(x_1 + 100)} = \frac{660(11)}{4200(11 + 100)} = 0.0156 \text{ cm}^2 / \text{cm}$$

Para una franja de ancho $b = 100 \text{ cm}$

$$Ast = 100(0.0156) = 1.56 \text{ cm}^2$$

Como $As > Ast$ por lo tanto se toma $As = 2.22 \text{ cm}^2$

Utilizando varilla No 3 (3/8") con una área de $a_o = 0.71 \text{ cm}^2$

$$S = \frac{100(a_o)}{A_s} = \frac{100(0.71)}{2.22} = 31.98 \text{ cm}$$

$$S_{\min} = 6 \text{ cm}$$

$$S_{\max} = \begin{cases} 3.5x_1 = 3.5 \times 11 = 38.5 \text{ cm} \\ 50 \text{ cm} \end{cases}$$

Comparando las condiciones de S_{\max} y S_{\min} se concluye que $S = 31.9 \text{ cm}$

Por lo tanto se utilizarán varillas No 3 @ 30 cm c.a.c.

Los momentos máximos en el sentido longitudinal se localizan en la franja 1

$$\begin{aligned}
 M_{\max-} &= 0.860t - m & Mu &= M \max \times F.C. & Mu(-) &= 0.860(1.4) = 1.204t - m \\
 M_{\max+} &= 0.523t - m & F.C. &= 1.4 \text{ (cargas gravitacionales)} & Mu(+) &= 0.523(1.4) = 0.732t - m
 \end{aligned}$$

Para momento máximo negativo $Mu(-) = 1.264ton - m$

$$\rho = \frac{f''c}{fy} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2Mu}{FRbd^2 f''c}} \right] = \frac{170}{4200} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2(1.204 \times 10^5)}{0.9(100)(11^2)(170)}} \right] = 0.002724$$

$$\begin{aligned}
 As &= \rho bd = 0.002724(100)(11) \\
 As &= 2.99cm^2
 \end{aligned}$$

Comparando A_s con el $A_{s\min}$ por temperatura Donde $X_1 =$ Peralte efectivo de la losa

$$ast = \frac{660x_1}{4200(x_1 + 100)} = \frac{660(11)}{4200(11 + 100)} = 0.0156cm^2/cm$$

Para una franja de ancho $b = 100cm$

$$Ast = 100(0.0156) = 1.56cm^2$$

Como $As > Ast$ por lo tanto se toma $As = 2.99cm^2$

Utilizando varilla No 3 (3/8") con una área de $a_o = 0.71cm^2$

$$S = \frac{100(a_o)}{A_s} = \frac{100(0.71)}{2.99} = 23.75cm$$

$$S_{\min} = 6cm$$

$$S_{\max} = \begin{cases} 3.5x_1 = 3.5 \times 11 = 38.5cm \\ 50cm \end{cases}$$

Comparando las condiciones de S_{\max} y S_{\min} se concluye que $S = 23.75cm$

Por lo tanto se utilizarán varillas No 3 @ 20 cm c.a.c.

Para momento máximo positivo $Mu(+)=0.732t-m$

$$\rho = \frac{f''c}{fy} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2Mu}{F_R b d^2 f''c}} \right] = \frac{170}{4200} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2(0.732 \times 10^5)}{0.9(100)(11^2)(170)}} \right] = 0.001633$$

$$As = \rho b d = 0.001633(100)(11)$$

$$As = 1.79cm^2$$

Comparando A_s con el $A_{s_{min}}$ por temperatura Donde $X_1 =$ Peralte efectivo de la losa

$$ast = \frac{660x_1}{4200(x_1 + 100)} = \frac{660(11)}{4200(11 + 100)} = 0.0156cm^2/cm$$

Para una franja de ancho $b = 100cm$

$$Ast = 100(0.0156) = 1.56cm^2$$

Como $As > Ast$ por lo tanto se toma $As = 1.79cm^2$

Utilizando varilla No 3 (3/8") con una área de $a_o = 0.71cm^2$

$$S = \frac{100(a_o)}{A_s} = \frac{100(0.71)}{1.79} = 39.66cm$$

$$S_{min} = 6cm$$

$$S_{max} = \begin{cases} 3.5x_1 = 3.5 \times 11 = 38.5cm \\ 50cm \end{cases}$$

Comparando las condiciones de S_{max} y S_{min} se concluye que $S = 39.66 cm$

Por lo tanto se utilizarán varillas No 3 @ 30 cm c.a.c.

6. Revisión por cortante

$$V = 1.224t = 1224.000kg$$

$$Vu = F.c.(V) = 1.4(1.224)$$

$$Vu = 1.714t$$

$$Vu = 1713.600kgs$$

Como el tablero tiene bordes continuos y discontinuos el Vu se incrementa un 15 %, por lo tanto:

$$Vu = 1.15 (1713.600) = 1970.64 kgs$$

$$V_{CR} = 0.5F_Rbd\sqrt{f^*c} = 0.5(0.8)(100)(11)\sqrt{200}$$

$$V_{CR} = 6222.54kg$$

Como el $V_{CR} > Vu \therefore$ Se acepta el peralte

LOSA DE ENTREPISO

1. Revisión del peralte mínimo

Peralte de losa (para tablero mas desfavorable) tablero II

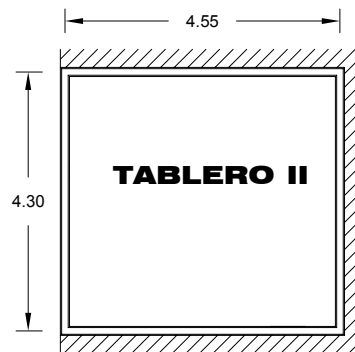
Se propuso $h = 13$ cm por lo tanto $d = 11$ cm y debe ser $> d_{\min}$

De acuerdo con la sección 6.3.3.5 de las NTC de Concreto el peralte mínimo se obtiene con la siguiente expresión:

$$d_{\min} = \frac{\text{Perímetro}}{250} (0.032^4 \sqrt{f_s \cdot w}) \quad \text{Para concreto clase I (f'c = 250 kg/cm}^2\text{)}$$

f_s y w son

$$f_s = 0.6(4200) = 2520.0 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \quad \text{y} \quad W = 1241 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} > 380 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$



Para calcular el perímetro el reglamento establece que se incrementará la longitud de los lados discontinuos un 50% para **losas no monolíticas** con sus apoyos.

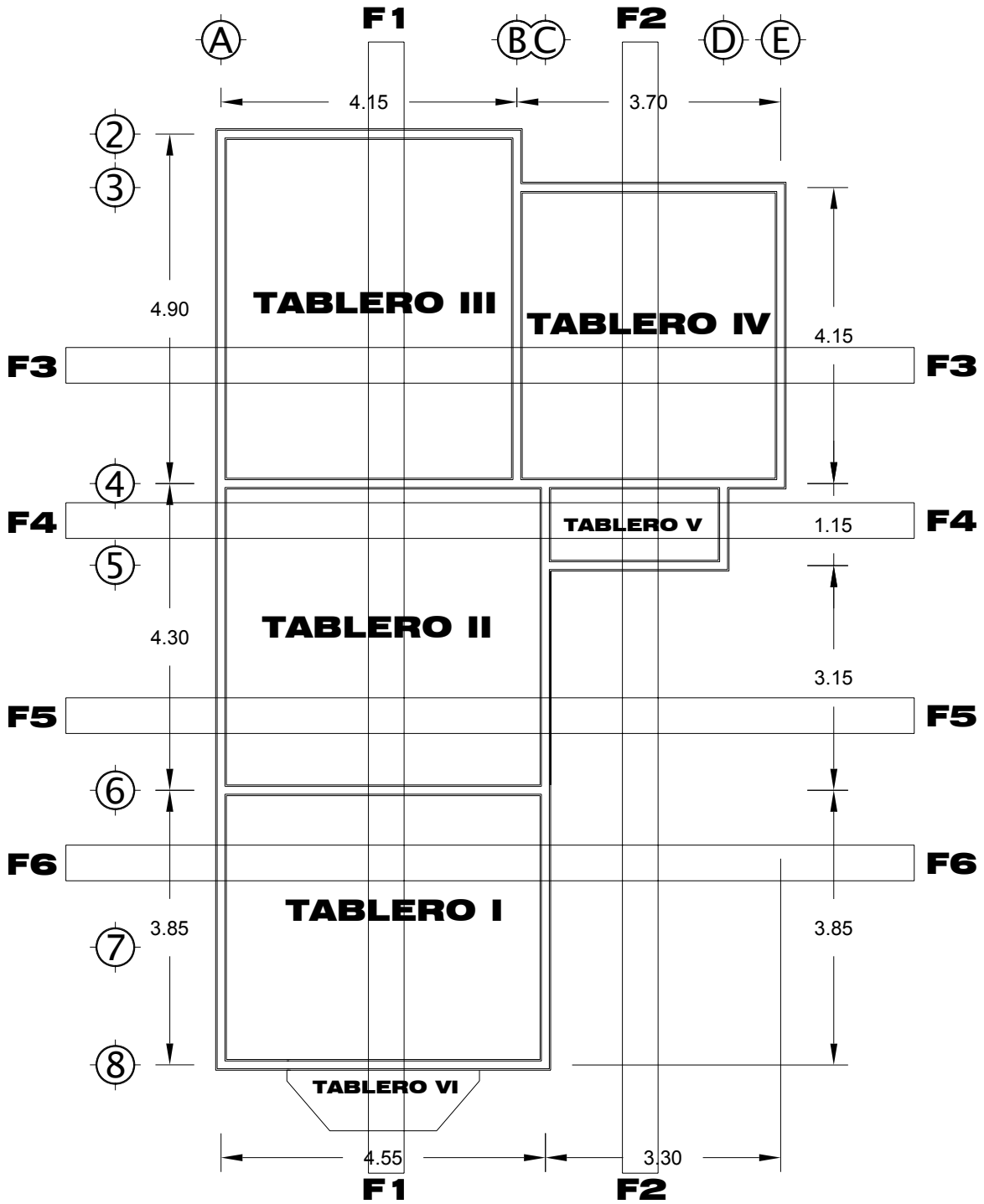
$$\text{Perímetro} = (4.3) * (1.50) + (4.55 + 4.3 + 4.55) = 19.85 \text{ mts} = 1985 \text{ cm}$$

$$d_{\min} = \frac{1985}{250} (0.032^4 \sqrt{2520 \cdot 1241}) = 10.68 \text{ cm} \quad \text{aproximadamente } d = 11 \text{ cm}$$

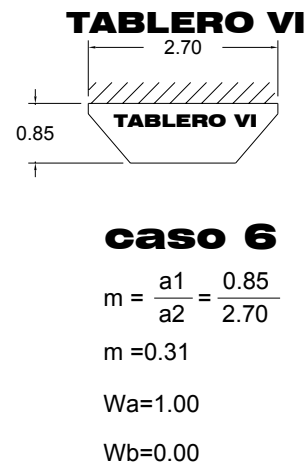
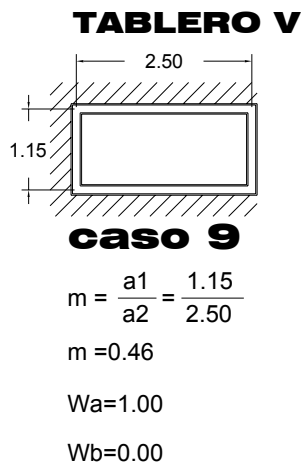
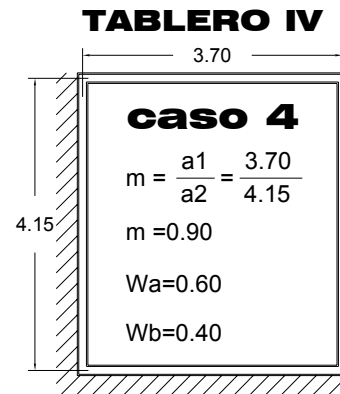
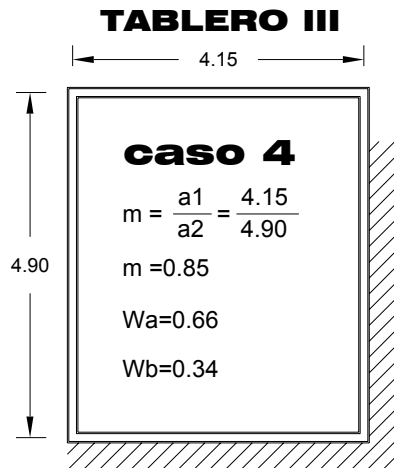
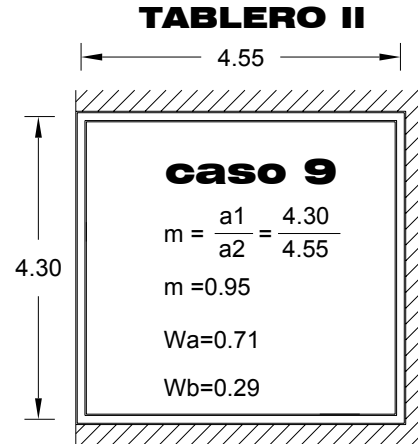
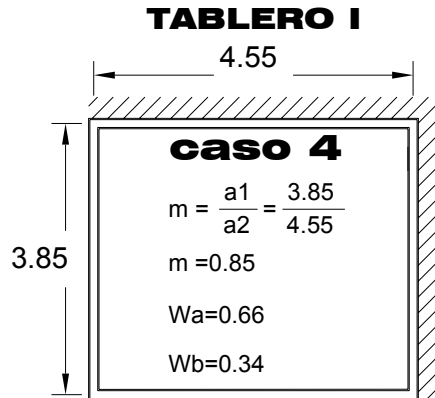
Entonces $h_{\min} = 13$ cm Por lo tanto se acepta $h_{\min} = h_{\text{propuesto}}$

2. Trazo de franjas

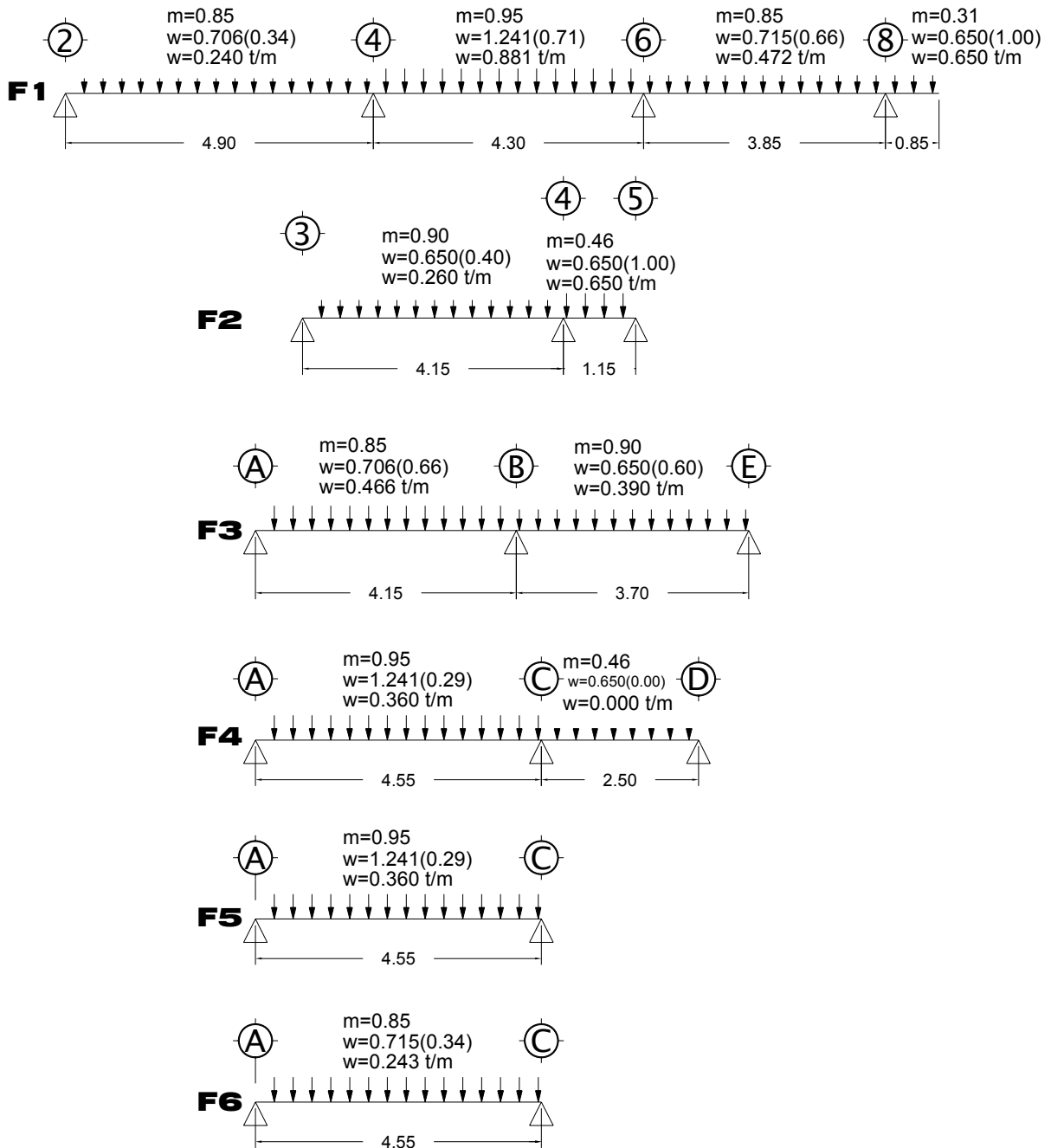
FRANJAS DE ENTREPISO



3. Factores de distribución W_a y W_b obtenidos de la Tabla del ACI

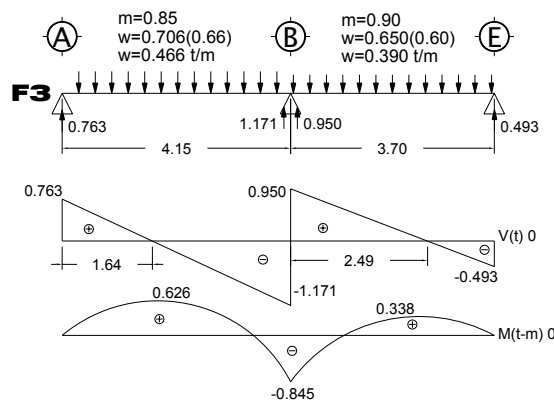
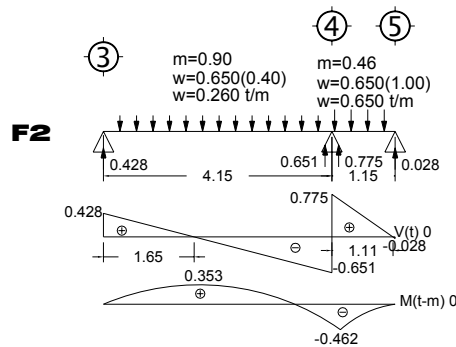
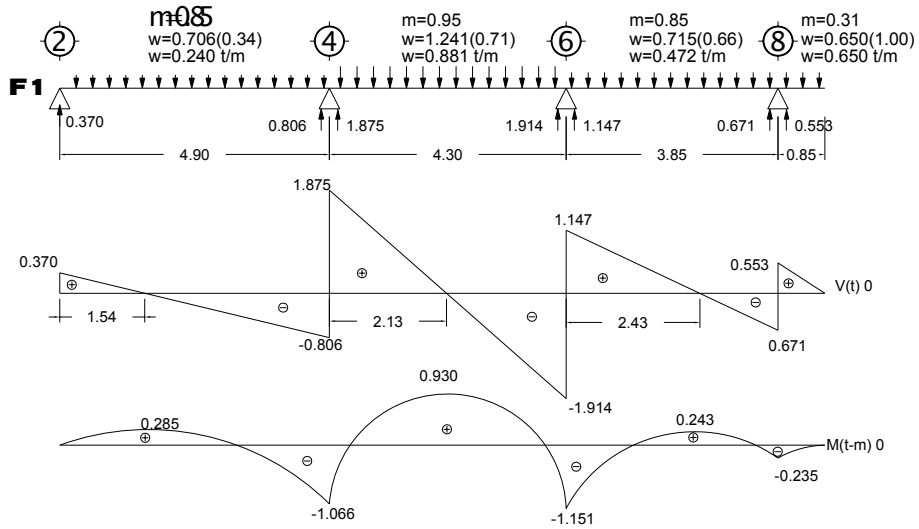


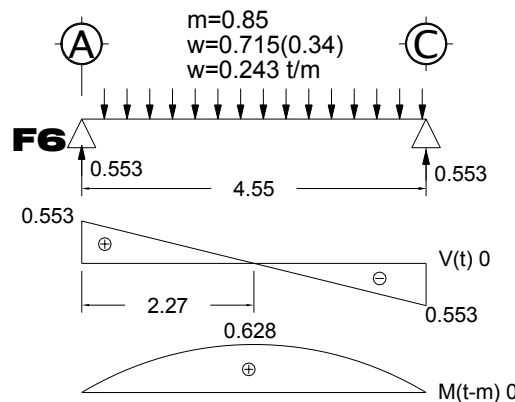
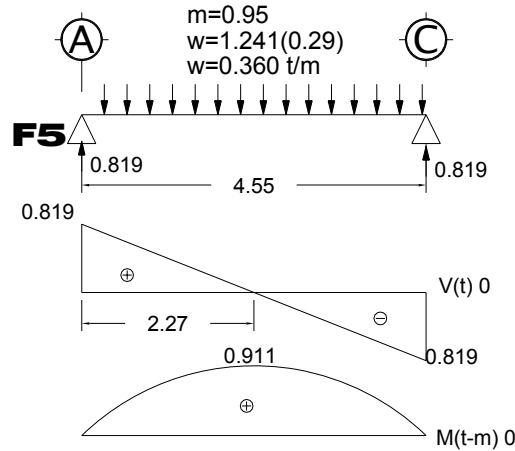
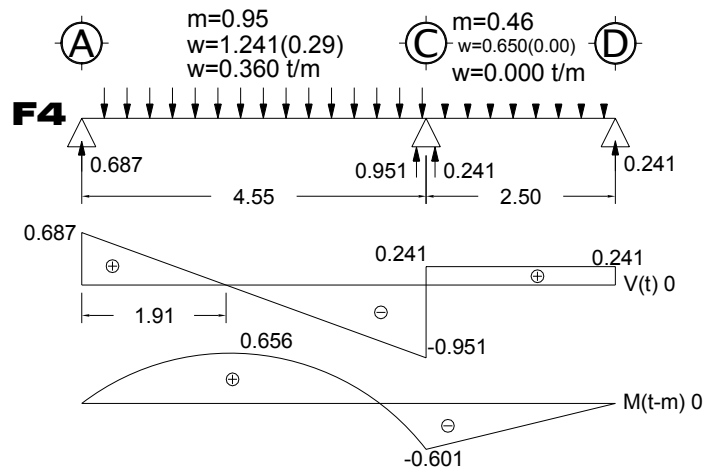
Fracciones de carga correspondientes a cada tablero en dirección de la franja



4. Obtención de diagramas de fuerza cortante y momento flexionante

Los valores de las fuerzas de cortante y momentos flexionantes se obtuvieron con ayuda del programa de rigideces al igual que para la losa de azotea y los resultados se muestran a continuación en los diagramas correspondientes para cada franja.





De los resultados del programa de rigideces y de los diagramas de momento obtenemos los valores de los momentos máximos que utilizaremos para el diseño de la losa.

5. Diseño por flexión

Los momentos máximos en el sentido longitudinal se localizan en la franja 1

$$M_{\max-} = 1.151t - m \qquad Mu = M_{\max} \times F.C. \qquad Mu(-) = 1.151(1.4) = 1.611t - m$$

$$M_{\max+} = 0.930t - m \qquad F.C. = 1.4 \text{ (cargas gravitacionales)} \qquad Mu(+) = 0.930(1.4) = 1.302t - m$$

Para momento máximo negativo $Mu(-) = 1.611t - m$

$$\rho = \frac{f_c}{f_y} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2Mu}{F_R b d^2 f_c}} \right] = \frac{170}{4200} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2(1.611 \times 10^5)}{0.9(100)(11^2)(170)}} \right] = 0.00369$$

$$A_s = \rho b d = 0.00369(100)(11)$$

$$A_s = 4.06 \text{ cm}^2$$

Comparando A_s con el $A_{s_{\min}}$ por temperatura Donde $X_1 =$ Peralte efectivo de la losa

$$a_{st} = \frac{660x_1}{4200(x_1 + 100)} = \frac{660(11)}{4200(11 + 100)} = 0.0156 \text{ cm}^2 / \text{cm}$$

Para una franja de ancho $b = 100 \text{ cm}$

$$A_{st} = 100(0.0156) = 1.56 \text{ cm}^2$$

Como $A_s > A_{st}$ por lo tanto se toma $A_s = 4.06 \text{ cm}^2$

Utilizando varilla No 3 (3/8") con una área de $a_o = 0.71 \text{ cm}^2$

$$S = \frac{100(a_o)}{A_s} = \frac{100(0.71)}{4.06} = 17.49 \text{ cm}$$

$$S_{\min} = 6 \text{ cm}$$

$$S_{\max} = \begin{cases} 3.5x_1 = 3.5 \times 10 = 35 \text{ cm} \\ 50 \text{ cm} \end{cases}$$

Comparando las condiciones de S_{\max} y S_{\min} se concluye que $S = 17.49 \text{ cm}$

Por lo tanto se utilizarán varillas No 3 @ 15 cm c.a.c.

Para momento máximo positivo $Mu(+)=1.302t - m$

$$\rho = \frac{f''c}{fy} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2Mu}{F_R bd^2 f''c}} \right] = \frac{170}{4200} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2(1.302 \times 10^5)}{0.9(100)(11^2)(170)}} \right] = 0.002954$$

$$A_s = \rho bd = 0.002954(100)(11)$$

$$A_s = 3.25cm^2$$

Comparando A_s con el $A_{s_{min}}$ por temperatura Donde $X_1 =$ Peralte efectivo de la losa

$$a_{st} = \frac{660x_1}{4200(x_1 + 100)} = \frac{660(11)}{4200(11 + 100)} = 0.0156cm^2/cm$$

Para una franja de ancho $b = 100cm$

$$A_{st} = 100(0.0156) = 1.56cm^2$$

Como $A_s > A_{st}$ por lo tanto se toma $A_s = 3.25cm^2$

Utilizando varilla No 3 (3/8") con una área de $a_o = 0.71cm^2$

$$S = \frac{100(a_o)}{A_s} = \frac{100(0.71)}{3.25} = 21.85cm$$

$$S_{min} = 6cm$$

$$S_{max} = \begin{cases} 3.5x_1 = 3.5 \times 10 = 35cm \\ 50cm \end{cases}$$

Comparando las condiciones de S_{max} y S_{min} se concluye que $S = 21.85 cm$

Por lo tanto se utilizarán varillas No 3 @ 20 cm c.a.c.

Los momentos máximos en el sentido transversal se localizan en la franja 3(M-) y en la franja 5(M+)

$$\begin{aligned}
 M_{\max-} &= 0.845t - m & Mu &= M_{\max} \times F.C. & Mu(-) &= 0.845(1.4) = 1.183t - m \\
 M_{\max+} &= 0.911t - m & F.C. &= 1.4 \text{ (cargas gravitacionales)} & Mu(+) &= 0.911(1.4) = 1.275t - m
 \end{aligned}$$

Para momento máximo negativo $Mu(-) = 1.183t - m$

$$\rho = \frac{f_c}{f_y} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2Mu}{F_R b d^2 f_c}} \right] = \frac{170}{4200} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2(1.183 \times 10^5)}{0.9(100)(11^2)(170)}} \right] = 0.002675$$

$$A_s = \rho b d = 0.002675(100)(11)$$

$$A_s = 2.94 \text{ cm}^2$$

Comparando A_s con el $A_{s_{\min}}$ por temperatura Donde $X_1 =$ Peralte efectivo de la losa

$$a_{st} = \frac{660x_1}{4200(x_1 + 100)} = \frac{660(11)}{4200(11 + 100)} = 0.0156 \text{ cm}^2 / \text{cm}$$

Para una franja de ancho $b = 100 \text{ cm}$

$$A_{st} = 100(0.0156) = 1.56 \text{ cm}^2$$

Como $A_s > A_{st}$ por lo tanto se toma $A_s = 2.94 \text{ cm}^2$

Utilizando varilla No 3 (3/8") con una área de $a_o = 0.71 \text{ cm}^2$

$$S = \frac{100(a_o)}{A_s} = \frac{100(0.71)}{2.94} = 24.15 \text{ cm}$$

$$S_{\min} = 6 \text{ cm}$$

$$S_{\max} = \begin{cases} 3.5x_1 = 3.5 \times 10 = 35 \text{ cm} \\ 50 \text{ cm} \end{cases}$$

Comparando las condiciones de S_{\max} y S_{\min} se concluye que $S = 24.15 \text{ cm}$

Por lo tanto se utilizarán varillas No 3 @ 20 cm c.a.c.

Para momento máximo positivo $Mu(+)=1.275t - m$

$$\rho = \frac{f''c}{fy} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2Mu}{FRbd^2 f''c}} \right] = \frac{170}{4200} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2(1.275 \times 10^5)}{0.9(100)(11^2)(170)}} \right] = 0.002891$$

$$As = \rho bd = 0.002891(100)(11)$$

$$As = 3.17cm^2$$

Comparando As con el As_{min} por temperatura Donde $X_1 =$ Peralte efectivo de la losa

$$ast = \frac{660x_1}{4200(x_1 + 100)} = \frac{660(11)}{4200(11 + 100)} = 0.0156cm^2/cm$$

Para una franja de ancho $b = 100cm$

$$Ast = 100(0.0156) = 1.56cm^2$$

Como $As > Ast$ por lo tanto se toma $As = 3.25cm^2$

Utilizando varilla No 3 (3/8") con una área de $a_o = 0.71cm^2$

$$S = \frac{100(a_o)}{As} = \frac{100(0.71)}{3.17} = 22.39cm$$

$$S_{min} = 6cm$$

$$S_{max} = \begin{cases} 3.5x_1 = 3.5 \times 10 = 35cm \\ 50cm \end{cases}$$

Comparando las condiciones de S_{max} y S_{min} se concluye que $S = 22.39 cm$

Por lo tanto se utilizarán varillas No 3 @ 20 cm c.a.c.

6. Revisión por cortante

$$V = 1.914t = 1914.000kg$$

$$Vu = F.c.(V) = 1.4(1.914)$$

$$Vu = 2.680t$$

$$Vu = 2679.6kgs$$

Como el tablero tiene bordes continuos y discontinuos el Vu se incrementa un 15 %, por lo tanto:

$$Vu = 1.15 (957.322) = 1100.920 kgs$$

$$V_{CR} = 0.5F_R bd\sqrt{f^*c} = 0.5(0.8)(100)(11)\sqrt{200}$$

$$V_{CR} = 6222.540kg$$

Como el $V_{CR} > Vu \therefore$ Se acepta el peralte

CAPITULO 4

“ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE TRABES Y COLUMNAS”

ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE TRABES

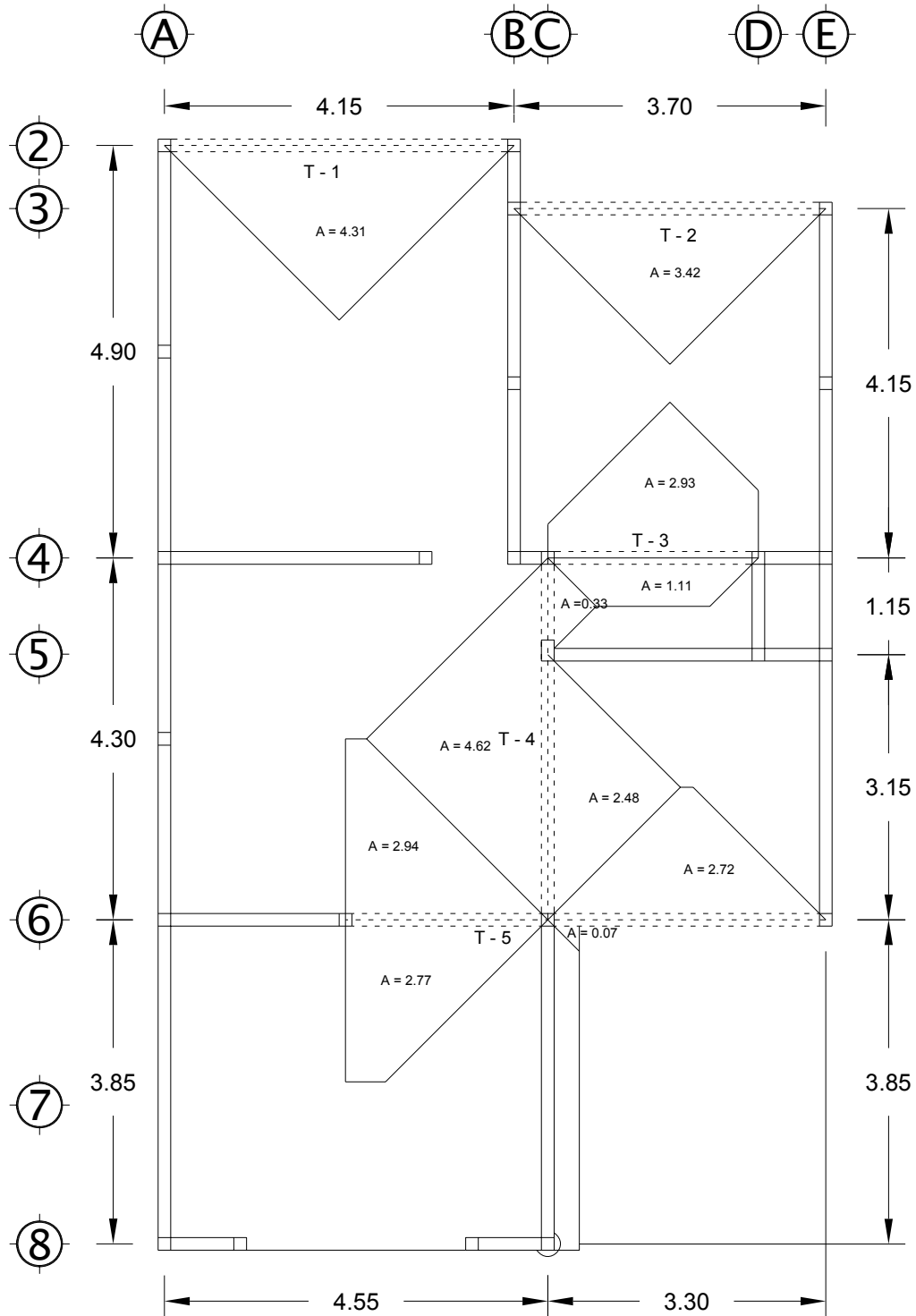
Las vigas o trabes son elementos estructurales que trabajan esencialmente a flexión y transmiten las cargas de piso a columna y muros.

Existen varias recomendaciones prácticas que se deben tomar en cuenta al dimensionar una trabe, esto con la finalidad de que los resultados que se obtengan faciliten el proceso constructivo de las mismas. Algunas de las recomendaciones son las siguientes:

- Se debe diseñar de tal forma que las dimensiones de las trabes sean similares para todas estas, así como también las cantidades de acero de refuerzo, esto para optimizar los tiempos de ejecución así como lograr un uso eficiente de cimbras.
- Usar la menor variedad de acero de refuerzo, esto con la finalidad de facilitar el habilitado y colado de las mismas.
- Cuidar que los armados sean sencillos y con el menor congestionamiento de acero de refuerzo para así lograr un colado mas uniforme.
- Los recubrimientos del acero de refuerzo deben de ser los adecuados (los que marca el RCDF), esto para garantizar la protección del acero de refuerzo de agentes externos y evitar la corrosión del mismo.

TRABES DE AZOTEA

Áreas tributarias de traves en losa de azotea



Trabe T-1 (eje 2)

1. Transmisión de carga

- Peso del pretil
- Peso de la losa de azotea
- Peso propio de la trabe

Peso del pretil

$$W_{\text{muro mortero-mortero}} = 270 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 0.270 \frac{\text{t}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Área del pretil} = 0.55 \times 4.15 = 2.28 \text{ m}^2$$

$$W_{\text{total del pretil}} = 0.270 \times 2.28 = \boxed{0.6156 \text{ t}}$$

Peso de la losa de azotea

$$W_{\text{losa de azotea}} = 735 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 0.735 \frac{\text{t}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Área de losa de azotea} = 4.31 \text{ m}^2$$

$$W_{\text{total de losa de azotea}} = 0.735 \times 4.31 = \boxed{3.168 \text{ t}}$$

Peso propio de la trabe

Se propone una sección transversal de 15 x 28 cm $W_{\text{concreto}} = 2.4 \text{ t/m}^3$

$$W_{\text{trabe}} = (4.15 \times 0.15 \times 0.28) \times (2.4) = \boxed{0.418 \text{ t}}$$

Descarga total sobre la trabe

$$W_{\text{TOTAL}} = 0.616 + 3.168 + 0.418 = 4.202 \text{ t}$$

$$W = W_{\text{TOT}} / \text{Longitud de la trabe} = 4.202 / 4.15 = \boxed{1.013 \text{ t/m}}$$

2. Análisis y diseño

• Datos de diseño

$$b = 15 \text{ cm}$$

$$d = 23 \text{ cm}$$

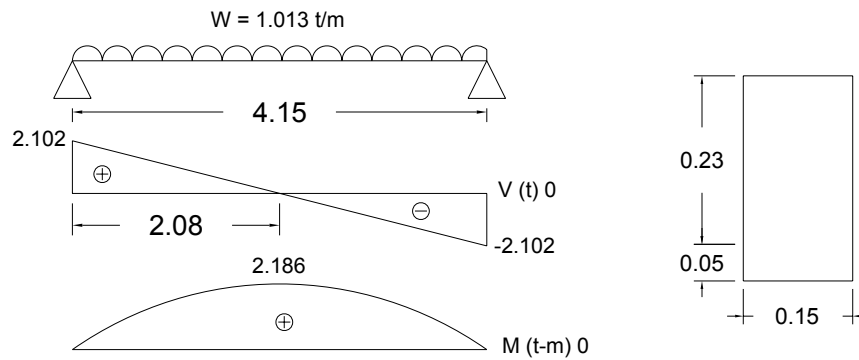
$$\text{rec} = 5 \text{ cm}$$

$$f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$f^*c = 0.8 f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'c = 0.85 f^*c = 170 \text{ kg/cm}^2$$



$$M_u = F_c(M_{MAX})$$

$$M_u = 1.4(2.186) = 3.060t - m$$

F.C. = 1.4 (cargas gravitacionales)

• **Diseño por flexión**

De acuerdo con la sección 2.2.4 de las NTC de Concreto

$$M_R \geq M_u$$

$$M_R = M_u = 3.060t - m$$

$$M_R = F_R b d^2 f''c q (1 - 0.5q^2)$$

$$\rho = \frac{f''c}{f_y} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2M_u}{F_R b d^2 f''c}} \right] = \frac{170}{4200} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2(3.060 \times 10^5)}{0.9(15)(23^2)(170)}} \right]$$

$$\rho = 0.01197$$

Comparando con ρ_{min} y ρ_{max}

De acuerdo con la secciones 2.1.1 y 2.2.2 de las NTC de Concreto.

$$\rho_{min} = \frac{0.7\sqrt{f''c}}{f_y} = \frac{0.7\sqrt{250}}{4200} = 0.00263$$

$$\rho_b = \frac{6000(B_1) f''c}{f_y + 6000} \frac{f''c}{f_y} = \frac{6000(0.85)}{4200 + 6000} \frac{170}{4200} = 0.020$$

$$\rho_{max} = 0.75\rho_b = 0.75(0.020) = 0.015$$

$$\rho_{min} < \rho < \rho_{max} \therefore \text{Se acepta}$$

Área de acero de refuerzo

$$A_s = \rho b d$$

$$A_s = 0.01197(15)(23) = 4.130 \text{ cm}^2$$

Con varillas # 5: $a_0 = 1.98 \text{ cm}^2$

Con dos varillas # 5: $A_s = 3.96 \text{ cm}^2$

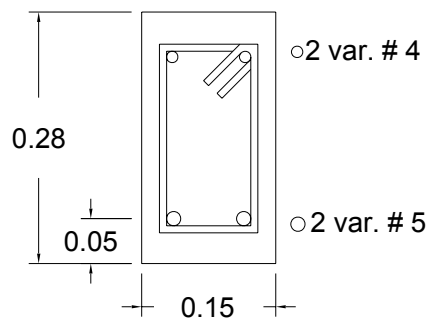
Para momento negativo

Como no existe momento negativo se utilizará el $A_{s_{\min}}$

$$A_{s_{\min}} = \rho_{\min} b d$$

$$A_{s_{\min}} = 0.00263(15)(23) = 0.907 \text{ cm}^2$$

Por reglamento, mínimo 2 varillas # 4 sección 6.1.1 de las NTC de Concreto.



- **Calculo del Refuerzo por Tensión Diagonal (estribos)**

El cortante que se utiliza es el que se obtiene a un peralte efectivo $d = 23 \text{ cm}$ del paño del muro

$$V = 1.794 \text{ t}$$

F.C. = 1.4 (cargas gravitacionales)

$$V_u = F_c V$$

$$V_u = 1.4(1.794)$$

$$V_u = 2.511 \text{ t}$$

Calculo del V_{CR}

$$\rho_{\text{real}} = \frac{3.96}{(15)(23)} = 0.01147$$

Como: $\rho < 0.015$

De acuerdo con la sección 2.5.1.1 de las NTC de Concreto

$$V_{CR} = F_R b d (0.2 + 20 \rho) \sqrt{f^* c}$$

$$V_{CR} = (0.8)(15)(23)(0.2 + 20(0.00124))\sqrt{200}$$

$$V_{CR} = 1748.647 \text{ kg}$$

$$V_{CR} = 1.749 \text{ t}$$

$$F_R = 0.8 \text{ (en cortante)}$$

$$V_{CR} < V_u$$

Por lo tanto se requiere colocar refuerzo por tensión diagonal

• **Calculo de la separación de estribos**

$$s = \frac{F_R A_v f_y d}{V_{SR}} (\text{sen } \theta + \text{cos } \theta)$$

Como los estribos se colocaran verticales $\theta = 90^\circ$

Proponiendo estribos #2.5 en dos ramas mínimo por reglamento sección 2.5.2.2 de las NTC de Concreto.

$$A_v = 2(0.49) = 0.98 \text{ cm}^2$$

$$V_{SR} = V_u - V_{CR}$$

$$V_{SR} = 2511 - 1748.647$$

$$V_{SR} = 762.353 \text{ kg}$$

$$s = \frac{0.8(0.98)(4200)(23)}{762.353} (1) = 99.34 \text{ cm}$$

Comparando s_{\min} y s_{\max}

$$1.5 F_R b d \sqrt{f^* c}$$

$$1.5(0.8)(15)(23)\sqrt{200} = 5854.84 \text{ Kg}$$

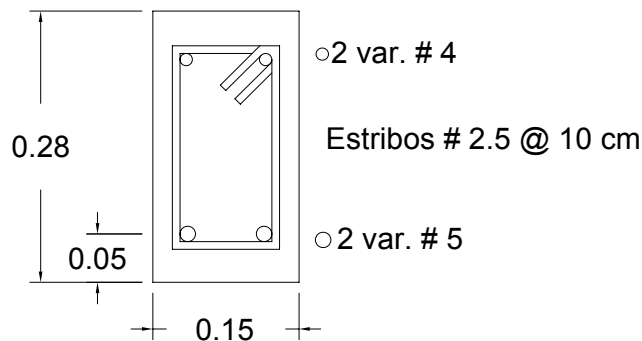
$$1.5 F_R b d \sqrt{f^* c} > V_u > V_{CR} \therefore s_{\max} = 0.5(d)$$

$$s_{\min} = 6 \text{ cm}$$

$$S_{\max} = 0.5 d = 0.5 (23) = 11.5 \text{ cm}$$

Como $s > s_{\max} \therefore$ se debe de usa S_{\max}

Se usaran estribos #2.5 @ 10 cm c.a.c. en dos ramas



De igual manera se analizaron y diseñaron todas las trabes de los dos niveles de la casa habitación y a continuación se presenta el resumen de los resultados obtenidos de cada una de las trabes.

Trabe T-2 (eje 3)

1. Transmisión de carga

$$W_{TOTAL} = W_{PRETIL} + W_{LOSA} + W_{TRABE}$$

$$W_{TOTAL} = 0.550 + 2.514 + 0.373 = 3.437 \text{ Ton} = \boxed{0.929 \text{ t/m}}$$

$$W = W_{TOT} / \text{Longitud de la trabe} = 3.437 / 3.70 = \boxed{0.929 \text{ t/m}}$$

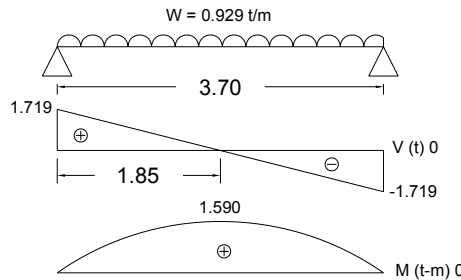
2. Análisis y diseño

$$Mu = 1.4(1.590) = 2.226 \text{ t-m}$$

$$\rho = 0.008265$$

$$\rho_{min} < \rho < \rho_{max} \therefore \text{Se acepta}$$

$$As = \rho bd = 2.85 \text{ cm}^2$$

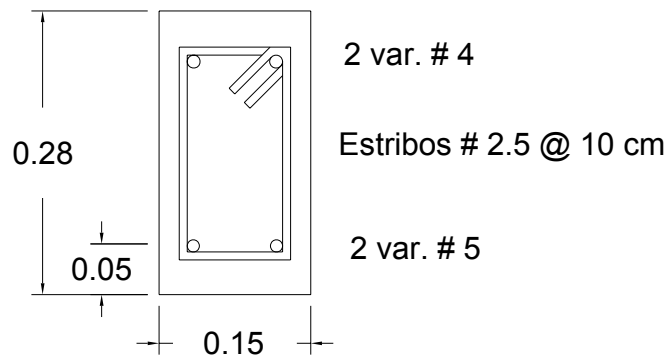


Con 2 varillas # 5: $As = 3.96 \text{ cm}^2$

$$M(-) = 0.00 \text{ t-m} \quad As_{min} = \rho_{min} bd = 0.907 \text{ cm}^2 \quad \text{con 2 varillas del \# 4} = As = 2.53 \text{ cm}^2$$

$$Vu = 1.4(1.436) = 2.010 \text{ t} > V_{CR} = 1.425 \text{ t}$$

Por lo tanto se requiere refuerzo por tensión diagonal. Proponiendo estribos del # 2.5 en dos ramas como mínimo por reglamento sección 2.5.2.2 de las NTC de Concreto



Trabe T-3 (eje 4)

1. Transmisión de carga

$$W_{TOTAL} = W_{TINACO} + W_{LOSA} + W_{TRABE}$$

$$W_{TOTAL} = 1.271 + 2.969 + 0.252 = 4.492 \text{ t}$$

$$W = W_{TOT} / \text{Longitud de la trabe} = 4.492 / 2.500 = \boxed{1.797 \text{ t/m}}$$

2. Análisis y diseño

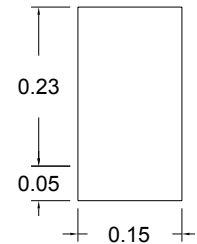
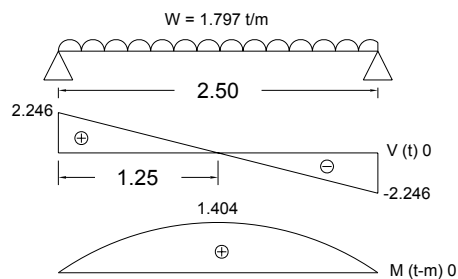
$$Mu = 1.4(1.404) = 1.966 \text{ t-m}$$

$$\rho = 0.007194$$

$$\rho_{min} < \rho < \rho_{max} \therefore \text{Se acepta}$$

$$As = \rho bd = 2.48 \text{ cm}^2$$

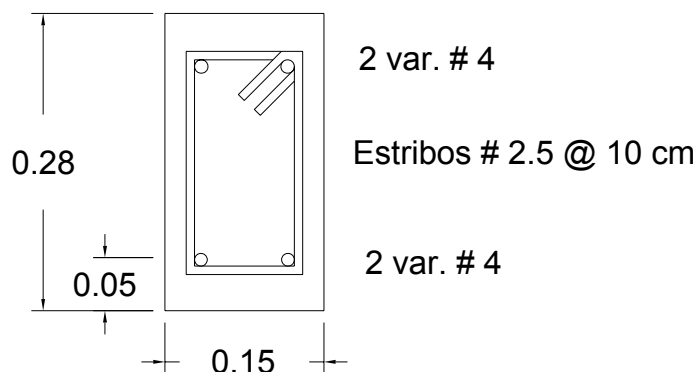
$$\text{Con 2 varillas \# 4: } As = 2.53 \text{ cm}^2$$



$$M(-) = 0.00 \text{ ton-m} \quad As_{min} = \rho_{min} bd = 0.907 \text{ cm}^2 \quad \text{con 2 varillas del \# 4} = As = 2.53 \text{ cm}^2$$

$$Vu = 1.4(1.968) = 2.377 \text{ t} > V_{CR} = 1.353 \text{ t}$$

Por lo tanto se requiere refuerzo por tensión diagonal. Proponiendo estribos del # 2.5 en dos ramas como mínimo por reglamento sección 2.5.2.2 de las NTC de Concreto



Trabe T-4 (eje C)

1. Transmisión de carga

$$W_{TOTAL} = W_{LOSA} + W_{TRABE}$$

$$W_{TOTAL} = 5.461 + 0.433 = 5.894 \text{ t}$$

$$W = W_{TOT} / \text{Longitud de la trabe} = 5.894 / 4.3 = \boxed{1.371 \text{ t/m}}$$

2. Análisis y diseño

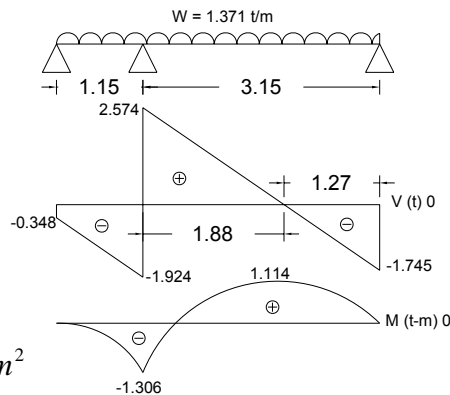
$$Mu(+) = 1.4(1.114) = 1.560t - m$$

$$\rho = 0.005587$$

$$\rho_{min} < \rho < \rho_{max} \therefore \text{Se acepta}$$

$$As = \rho bd = 1.93cm^2$$

$$\text{Con 2 varillas \# 4: } As = 2.53cm^2$$

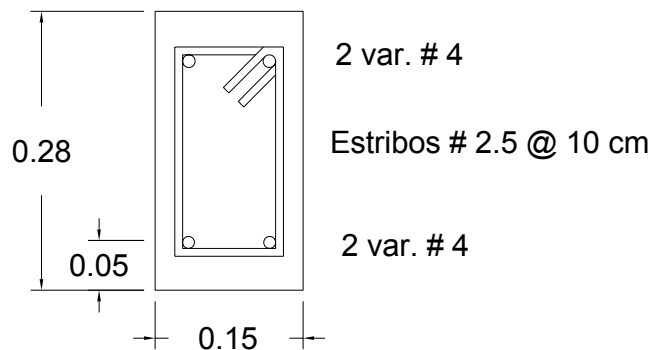


$$Mu(-) = 1.4(1.306) = 1.828t - m \quad \rho = 0.006639 \quad \rho_{min} < \rho < \rho_{max} \therefore \text{Se acepta}$$

$$As = \rho bd = 2.29cm^2 \quad \text{Con 2 varillas \# 4: } As = 2.53cm^2$$

$$Vu = 1.4(2.156) = 3.019t > V_{CR} = 1.353t$$

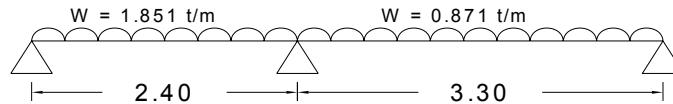
Por lo tanto se requiere refuerzo por tensión diagonal. Proponiendo estribos del # 2.5 en dos ramas como mínimo por reglamento sección 2.5.2.2 de las NTC de Concreto



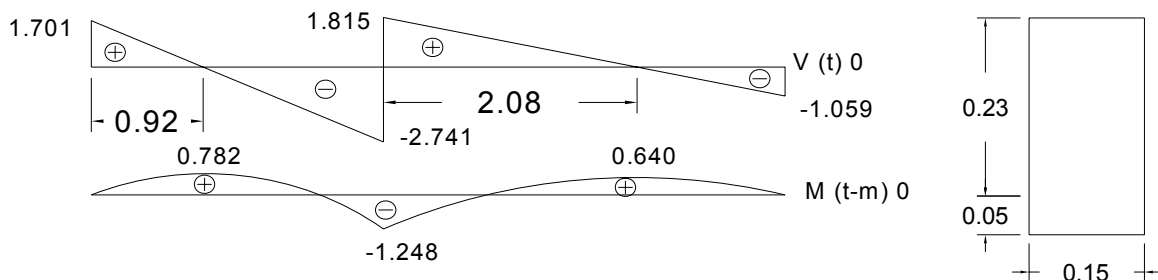
Trabe T-5 (eje 6)

1. Transmisión de carga

$$W_{TOTAL} = W_{LOSA} + W_{TRABE}$$



2. Análisis y diseño



$$Mu(+) = 1.4(0.782) = 1.095t - m \quad \rho = 0.003832 \quad \rho_{min} < \rho < \rho_{max} \therefore \text{Se acepta}$$

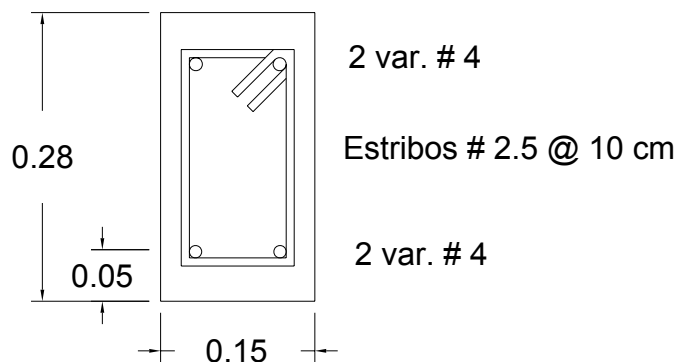
$$As = \rho b d = 1.32cm^2 \quad \text{Con 2 varillas \# 4: } As = 2.53cm^2$$

$$Mu(-) = 1.4(1.248) = 1.747t - m \quad \rho = 0.006317 \quad \rho_{min} < \rho < \rho_{max} \therefore \text{Se acepta}$$

$$As = \rho b d = 2.18cm^2 \quad \text{Con 2 varillas \# 4: } As = 2.53cm^2$$

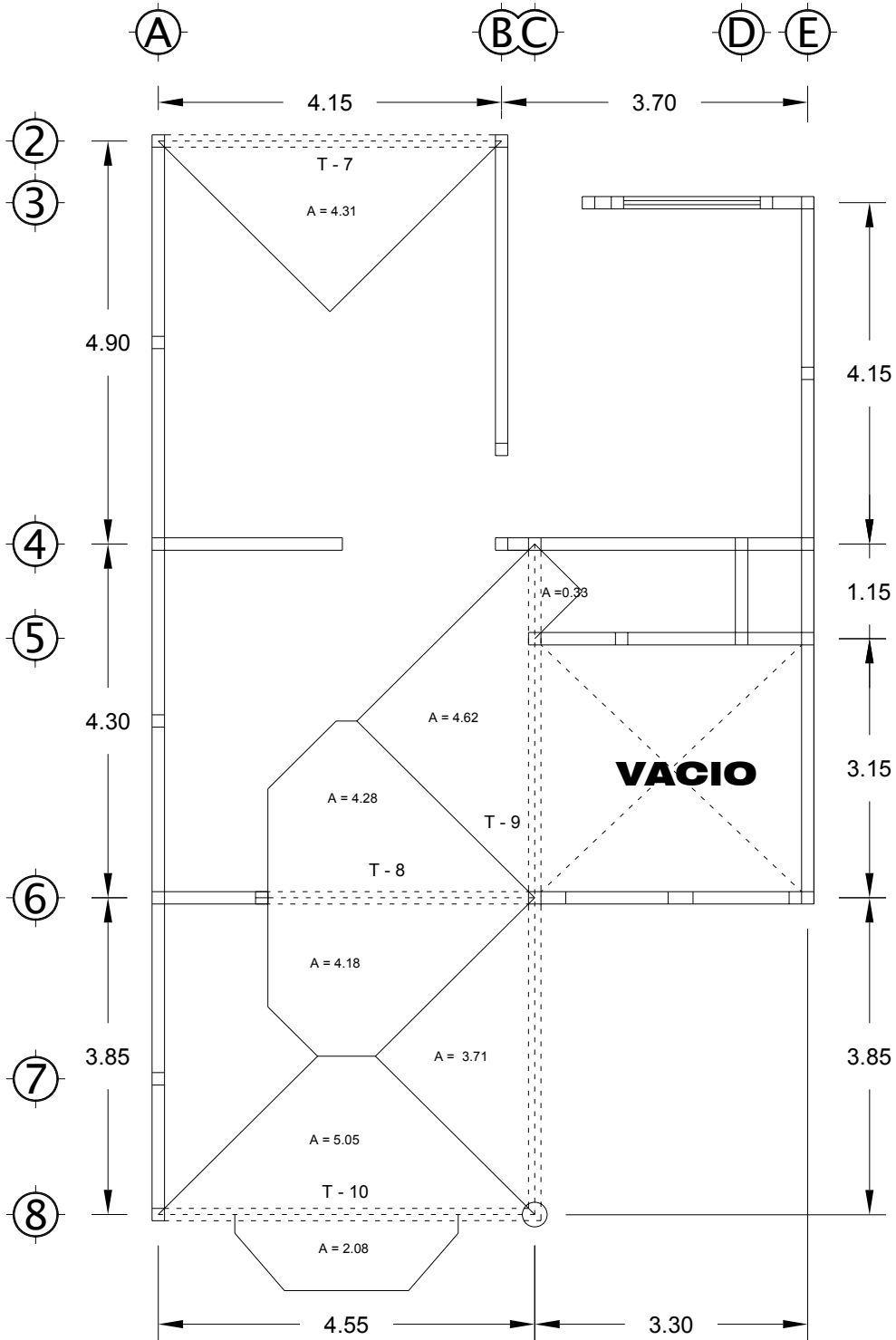
$$Vu = 1.4(2.339) = 3.275t > V_{CR} = 1.353t$$

Por lo tanto se requiere refuerzo por tensión diagonal. Proponiendo estribos del # 2.5 en dos ramas como mínimo por reglamento sección 2.5.2.2 de las NTC de Concreto



TRABES ENTREPISO

Áreas tributarias de traves en losa de entrepiso



Trabe T-7 (eje 2)

1. Transmisión de carga

$$W_{TOTAL} = W_{LOSA} + W_{TRABE}$$

$$W_{TOTAL} = 3.043 + 0.418 = 3.461 \text{ t}$$

$$W = W_{TOT} / \text{Longitud de la trabe} = 3.461 / 4.15 = \boxed{0.834 \text{ t/m}}$$

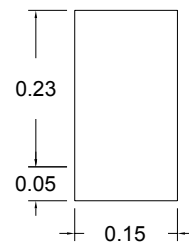
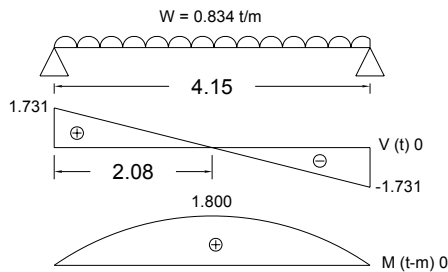
2. Análisis y diseño

$$Mu = 1.4(1.800) = 2.520 \text{ t-m}$$

$$\rho = 0.009522$$

$$\rho_{min} < \rho < \rho_{max} \therefore \text{Se acepta}$$

$$As = \rho bd = 3.28 \text{ cm}^2$$

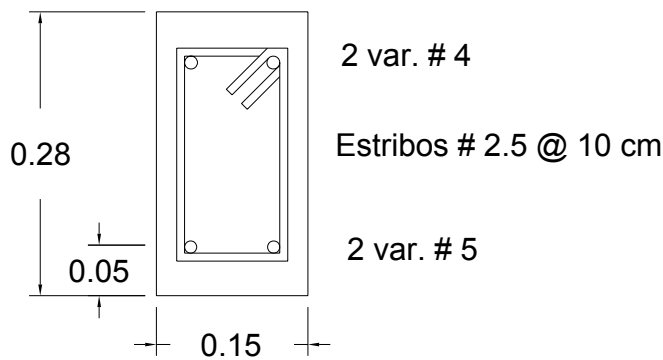


Con 2 varillas # 5: $As = 3.96 \text{ cm}^2$

$M(-) = 0.00 \text{ t-m}$ $As_{min} = \rho_{min} bd = 0.907 \text{ cm}^2$ con 2 varillas del # 4 = $As = 2.53 \text{ cm}^2$

$$Vu = 1.4(1.477) = 2.068 \text{ t} > V_{CR} = 0.870 \text{ t}$$

Por lo tanto se requiere refuerzo por tensión diagonal. Proponiendo estribos del # 2.5 en dos ramas como mínimo por reglamento sección 2.5.2.2 de las NTC de Concreto



Trabe T-8 (eje 6)

1. Transmisión de carga

Tramo 1

$$W_{TOTAL} = C_{transmitida \text{ por T-5}} + W_{losa \text{ azotea}} + W_{muro} + W_{losa \text{ entrepiso}} + W_{trabe}$$

$$W_{TOTAL} = 1.701 + 2.234 + 0.680 + 3.012 + 0.554 = 8.181 \text{ t}$$

$$W = W_{TOT} / \text{Longitud del tramo 1} = 8.181 / 0.9 = \boxed{9.09 \text{ t/m}}$$

Tramo 2

$$W_{TOTAL} = W_{losa \text{ entrepiso}} + W_{trabe}$$

$$W_{TOTAL} = 5.161 + 0.554 = 5.815 \text{ t}$$

$$W = W_{TOT} / \text{Longitud del tramo 1} = 5.815 / 2.4 = \boxed{2.42 \text{ t/m}}$$

2. Análisis y diseño

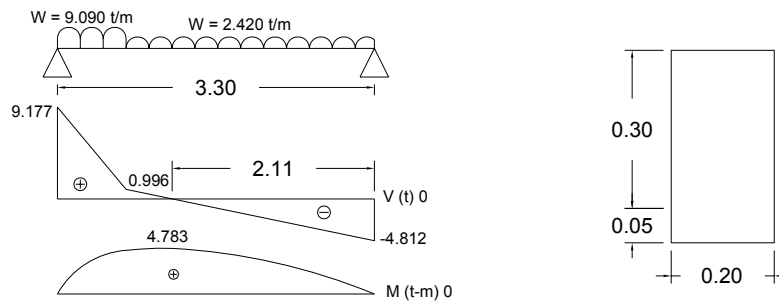
$$Mu = 1.4(4.783) = 6.696 \text{ t-m}$$

$$\rho = 0.01146$$

$$\rho_{min} < \rho < \rho_{max} \therefore \text{Se acepta}$$

$$As = \rho bd = 6.88 \text{ cm}^2$$

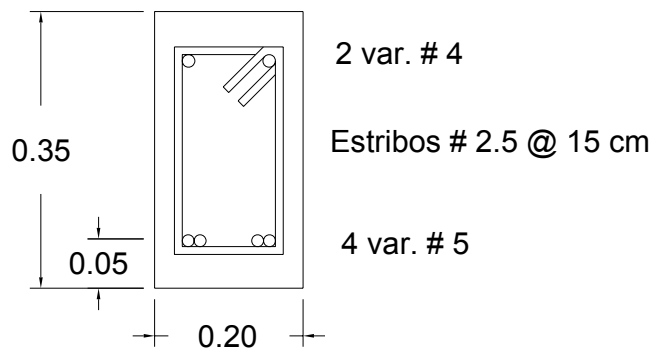
$$\text{Con 4 varillas \# 5: } As = 7.92 \text{ cm}^2$$



$$M(-) = 0.00 \text{ t-m} \quad As_{min} = \rho_{min} bd = 0.907 \text{ cm}^2 \quad \text{con 2 varillas del \# 4} = As = 2.53 \text{ cm}^2$$

$$Vu = 1.4(6.280) = 8.800 \text{ t} > V_{CR} = 3.292 \text{ t}$$

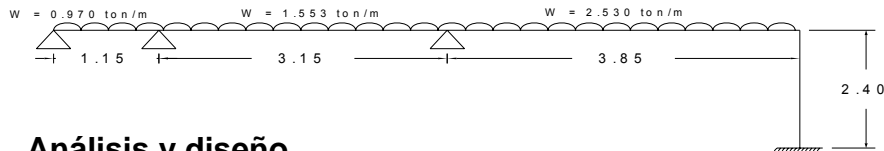
Por lo tanto se requiere refuerzo por tensión diagonal. Proponiendo estribos del # 2.5 en dos ramas como mínimo por reglamento sección 2.5.2.2 de las NTC de Concreto



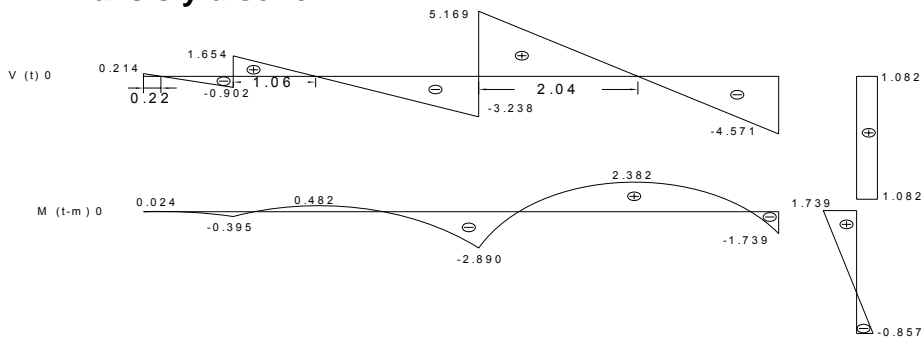
Trabe T-9 (eje C)

1. Transmisión de carga

$$W_{TOTAL} = W_{\text{pretil}} + W_{\text{losa azotea}} + W_{\text{muro}} + W_{\text{losa entepiso}} + W_{\text{losa escalera}} + W_{\text{trabe}}$$



2. Análisis y diseño



$$Mu(+) = 1.4(2.382) = 3.335t - m \quad \rho = 0.005241 \quad \rho_{\min} < \rho < \rho_{\max} \therefore \text{Se acepta}$$

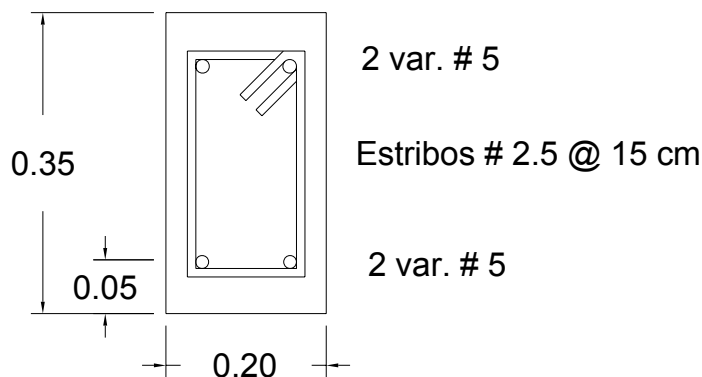
$$As = \rho b d = 3.15cm^2 \quad \text{Con 2 varillas \# 5: } As = 3.96cm^2$$

$$Mu(-) = 1.4(2.890) = 4.046t - m \quad \rho = 0.006462 \quad \rho_{\min} < \rho < \rho_{\max} \therefore \text{Se acepta}$$

$$As = \rho b d = 3.88cm^2 \quad \text{Con 2 varillas \# 5: } As = 3.96cm^2$$

$$Vu = 1.4(4.219) = 5.906t > V_{CR} = 2.254t$$

Por lo tanto se requiere refuerzo por tensión diagonal. Proponiendo estribos del # 2.5 en dos ramas como mínimo por reglamento sección 2.5.2.2 de las NTC de Concreto



Trabe T-10 (eje 8)

1. Transmisión de carga

$$W_{TOTAL} = W_{PRETIL} + W_{LOSA AZOTEA} + W_{MURO} + W_{LOSA ENTREPISO} + W_{TRABE}$$

$$W_{TOTAL} = 1.099 + 3.712 + 1.266 + 4.963 + 0.764 = 11.804 \text{ t}$$

$$W = W_{TOT} / \text{Longitud de la trabe} = 11.804 / 4.55 = \boxed{2.594 \text{ t/m}}$$

2. Análisis y diseño

$$Mu = 1.4(4.726) = 6.616t - m$$

$$\rho = 0.01130$$

$$\rho_{min} < \rho < \rho_{max} \therefore \text{Se acepta}$$

$$As = \rho bd = 6.88cm^2$$

$$\text{Con 4 varillas \# 5: } As = 7.92cm^2$$

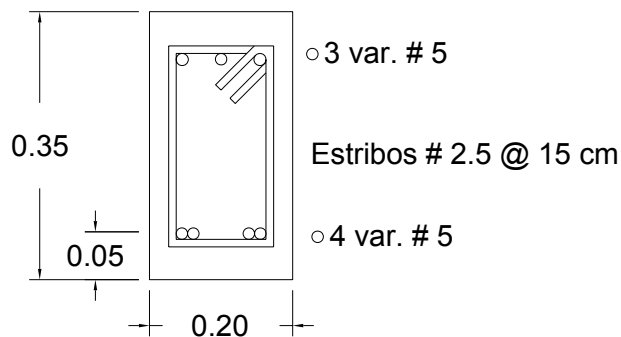
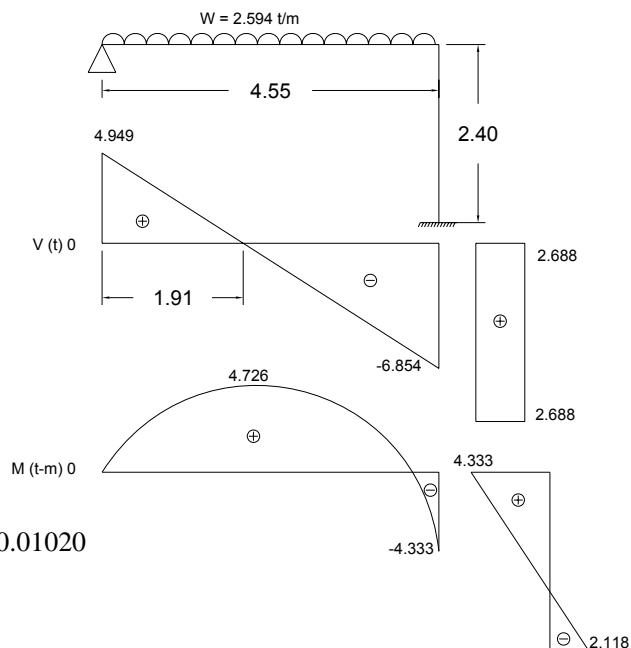
$$Mu(-) = 1.4(4.333) = 6.066t - m \quad \rho = 0.01020$$

$$\rho_{min} < \rho < \rho_{max} \therefore \text{Se acepta}$$

$$As = \rho bd = 6.12cm^2 \quad \text{Con 3 varillas \# 5: } As = 5.94cm^2$$

$$Vu = 1.4(5.880) = 8.232t > V_{CR} = 2.935t$$

Por lo tanto se requiere refuerzo por tensión diagonal. Proponiendo estribos del # 2.5 en dos ramas como mínimo por reglamento sección 2.5.2.2 de las NTC de Concreto



ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE COLUMNAS

Columna C-1

- Datos de diseño**

Diam. = 40 cm
rec = 5 cm

$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
 $f'_c = 250 \text{ kg/cm}^2$
 $f^*c = 0.8 f'_c = 200 \text{ kg/cm}^2$
 $f''c = 0.85 f^*c = 170 \text{ kg/cm}^2$

$P = 11.43 \text{ t}$
 $M_x = 1.793 \text{ t-m}$
 $M_y = 4.333 \text{ t-m}$

Como es un caso con flexión biaxial la reduciremos a flexión uniaxial con la siguiente expresión por tratarse de una columna con sección circular:

$$M = \sqrt{M_x^2 + M_y^2} = \sqrt{(1.793)^2 + (4.333)^2} = 4.689 \text{ t-m}$$

Teniendo un Diámetro = 40 cm y un recubrimiento de 5 cm tenemos que

$$d = D - 2r = 40 - 2(5) = 30 \text{ cm}$$

$$\frac{d}{D} = \frac{30}{40} = 0.75$$

- Carga y momento últimos**

$$P_u = F.C. \times P$$

$$M_u = F.C. \times M$$

F.C. = 1.4 para cargas gravitacionales

$$P_u = 1.4 \times 11.43 = \boxed{16.00 \text{ t}}$$

$$M_u = 1.4 \times 4.689 = \boxed{6.565 \text{ t-m}}$$

Para entrar al diagrama de interacción ocupamos los siguientes valores:

$$e = \frac{Mu}{Pu} = \frac{6.565}{16.000} = 0.41 \approx 0.4 \quad \text{por lo tanto la relación } \frac{e}{D} = \frac{0.4}{0.4} = 1$$

$$K = \frac{Pu}{F_R D^2 f'_c} = \frac{16000}{0.8(40)^2(170)} = 0.073$$

Empleando los diagramas de interacción para columnas circulares obtenemos

$$q = 0.3$$

- **Calculo del área de acero de refuerzo**

$$A_s = q \frac{\pi D^2}{4} \frac{f'_c}{f_y} = 0.3 \frac{\pi(40)^2}{4} \frac{170}{4200} = 15.26 \text{ cm}^2$$

Proponiendo varillas del # 5 $A_0 = 1.29$

Nº varillas = $15.26 / 1.29 = 9.597 \approx 10$ pzas

Por lo tanto se usaran 10 varillas del # 5

- **Diseño del zuncho**

Porcentaje de acero ρ' debe ser mayor que

$$\rho' = 0.45 \left(\frac{A_g}{A_c} - 1 \right) \frac{f'_c}{f_y} = 0.45 \left(\frac{1256.637}{907.920} - 1 \right) \frac{250}{4200} = 0.01029$$

Y que

$$\rho' = 0.12 \frac{f'_c}{f_y} = 0.12 \frac{250}{4200} = 0.0071 \quad \text{Rige el mayor de los dos } \rho' = 0.01029$$

Por lo tanto el paso del zuncho será:

Se propone utilizar acero de # 3 para los estribos

$$S_h = \frac{As\pi d_s}{\rho'Ac} = \frac{0.71(\pi)0.32}{0.01029(907.920)} = 7.64 \approx 7cm$$

S_h no deberá ser mayor a:

a) $\frac{850}{\sqrt{f_y}} d_b = \frac{850}{\sqrt{4200}} 1.59 = 20.85cm$

b) $48d_e = 48(0.95) = 45.6cm$

c) $D = 40cm$

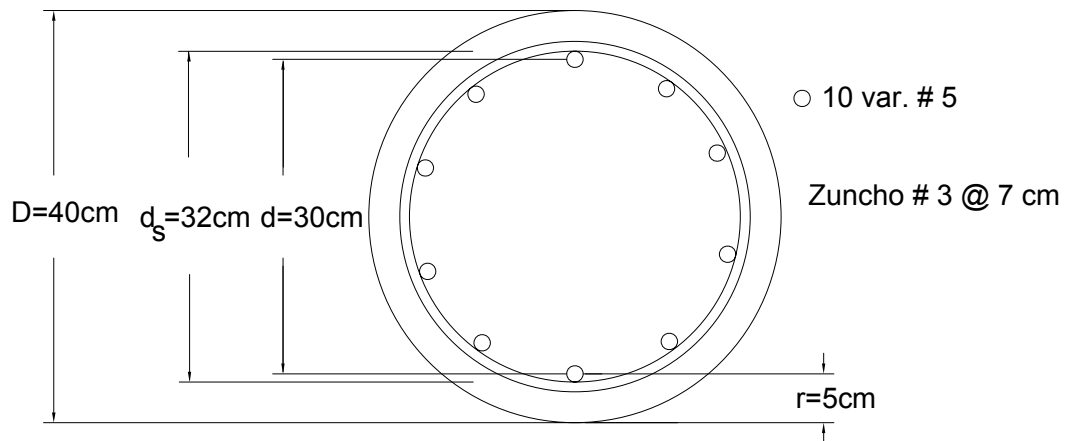
Donde:

d_s = diámetro interno de la espiral

d_b = diámetro de la barra

d_e = diámetro del estribo

Por lo tanto S_h será igual a 7 cm.



CAPITULO 5

“REVISIÓN DE MUROS”

MUROS DE MAMPOSTERÍA

Los muros de mampostería son elementos estructurales empleados frecuentemente en la construcción de diversas edificaciones pero principalmente en la construcción de viviendas. Los muros comúnmente están constituidos por piezas de mampostería unidas por un material cementante llamado mortero.

Las piezas de mampostería mas usadas en la construcción de los muros pueden ser de dos tipos:

- Tabiques o ladrillos de barro o arcilla.
- Bloques, tabiques o tabicones de concreto.

Ambos tipos de piezas pueden clasificarse en huecas o macizas.

- Piezas huecas: son aquellas que en su sección transversal más desfavorable tienen un área mínima de al menos el 45% del área total.
- Piezas macizas: son aquellas que en su sección transversal más desfavorable tienen un área mínima de por lo menos el 75% del área total.

De acuerdo con su funcionamiento podemos tener muros de carga, muros de contención, muros divisorios y bardas.

De acuerdo con la manera en que trabajan se clasifican en:

- Muros diafragma: se encuentran rodeados en su perímetro por vigas y columnas.
- Muros de mampostería confinados: son aquellos que se encuentran rodeados por dalas y castillos.
- Muros de mampostería reforzados: son aquellos construidos con piezas huecas y se colocan varillas de refuerzo tanto horizontal como verticalmente.

Para este proyecto usaremos **muros de mampostería confinados**.

REVISIÓN DE MUROS ANTE CARGAS VERTICALES

Datos de diseño

Ubicación: Zamora, Michoacán
 Altura libre de entrepiso: 2.40 metros
 Material: tabique rojo recocido
 Espesor: 12 cm
 Tipo de mortero: tipo I
 Tipo de losa: maciza

Cargas de servicio

- Azotea

TABLERO	C.P.(t/m ²)	C.P. + C.A. (t/m ²)
todos	0.735	0.705

- Entrepiso

TABLERO	C.P.(t/m ²)	C.P. + C.A. (t/m ²)
I	0.715	0.635
II	1.241	1.081
III	0.706	0.626
IV	0.650	0.570
V	0.650	0.570
VI	0.650	0.570

Propiedades de la mampostería

- Resistencia a la compresión de la mampostería de tabique rojo recocido asentado con mortero tipo I

$$f_m^* = 15 \text{ kg/cm}^2 \quad (\text{Tabla 2.8 NTC mampostería 2.7.1.3})$$

- Resistencia de diseño a la compresión diagonal (cortante) tabique rojo recocido asentado con mortero tipo I

$$V_m^* = 3.5 \text{ kg/cm}^2 \quad (\text{Tabla 2.9 NTC mampostería 2.7.2.2})$$

$$F_R = 0.6 \text{ Por ser mampostería confinada}$$

Cumpliendo con los requisitos de la sección 3.2.2.3 de las N.T.C. de Mampostería para poder tomar:

$$F_E = 0.7 \text{ Para muros interiores}$$

$$F_E = 0.6 \text{ Para muros exteriores}$$

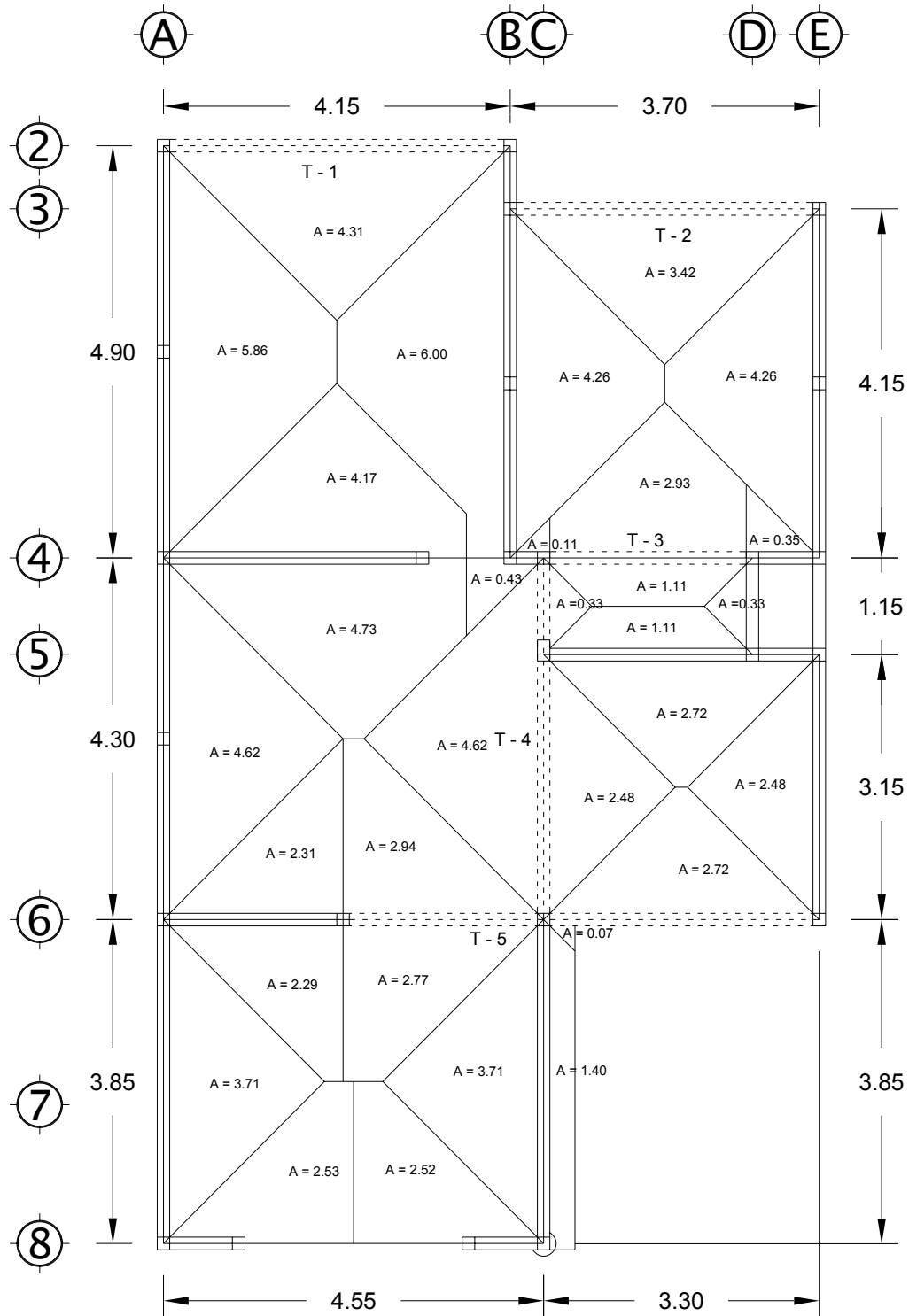
Solo si se cumple que:

1. Las deformaciones en los extremos del muro están restringidas por el sistema de piso que se liga al piso mediante dalas y castillos.
2. No hay excentricidades importantes ya que las losas apoyan directamente sobre los muros sin volados ni cargas concentradas.

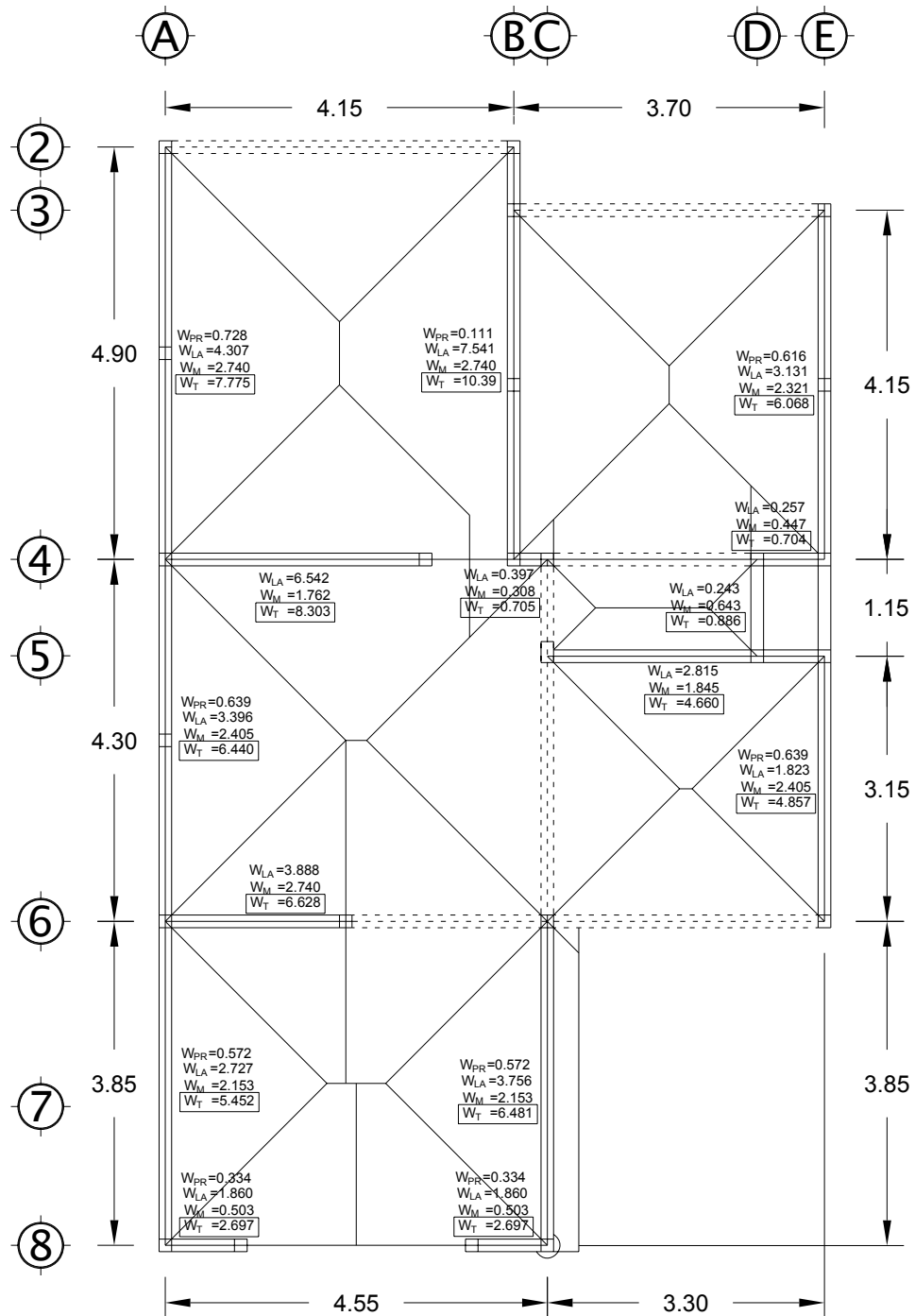
$$3. \frac{H}{t} \leq 20 \quad \text{entonces} \quad \frac{240}{12} \leq 20$$
$$20 = 20$$

Sí se cumplen los requisitos

ÁREAS TRIBUTARIAS AZOTEA



PESOS DE LOSA DE AZOTEA Y MUROS PLANTA ALTA



W_{LA} = Peso losa de azotea
 W_{PR} = Peso del pretil
 W_M = Peso del muro
 W_T = Peso total (TONELADAS)



TABLA DE ANALISIS DE CARGAS VERTICALES PARA MUROS DE PLANTA ALTA

MUROS PLANTA ALTA									
MURO	LONG. (cm)	ESP. (cm)	AREA TRIB.(m2)	WTOTAL (Ton)	CARGA VERTICAL		FE	CARGA VERT. RESISTENTE (kg)	
					P (kg)	Pu (kg)			
4	310,00	12	8,900	8,30	8303,00	11624,200	0,7	29685,60	Pasa
4(b-c)	55,00	12	0,540	0,71	705,00	987,000	0,7	5266,80	Pasa
4(d-e)	80,00	12	0,350	0,70	704,00	985,600	0,7	7660,80	Pasa
5	330,00	12	3,830	4,66	4660,00	6524,000	0,7	31600,80	Pasa
6	215,00	12	4,600	6,63	6628,00	9279,200	0,7	20588,40	Pasa
8(a-b)	90,00	12	2,530	2,70	2697,00	3775,800	0,6	7387,20	Pasa
8(b-c)	90,00	12	2,520	2,70	2697,00	3775,800	0,6	7387,20	Pasa
A	1305,00	12	14,190	19,67	19667,00	27533,800	0,6	107114,40	Pasa
B	490,00	12	10,260	10,39	10390,00	14546,000	0,7	46922,40	Pasa
C	385,00	12	5,110	6,48	6481,00	9073,400	0,6	31600,80	Pasa
D	115,00	12	0,330	0,89	886,00	1240,400	0,7	11012,40	Pasa
E	845,00	12	6,740	10,93	10925,00	15295,000	0,6	69357,60	Pasa
4310,00			59,900	74,74	74743,00				

$$Pu = F.C. \times P \quad F.C.=1.4$$

$$\text{Carga Vertical Resistente} = F_R F_E (f_m^* + 4) A t$$

$$F_R = 0.6 \text{ Por ser mampostería confinada}$$

$$f_m^* = 15 \text{ kg/cm}^2$$

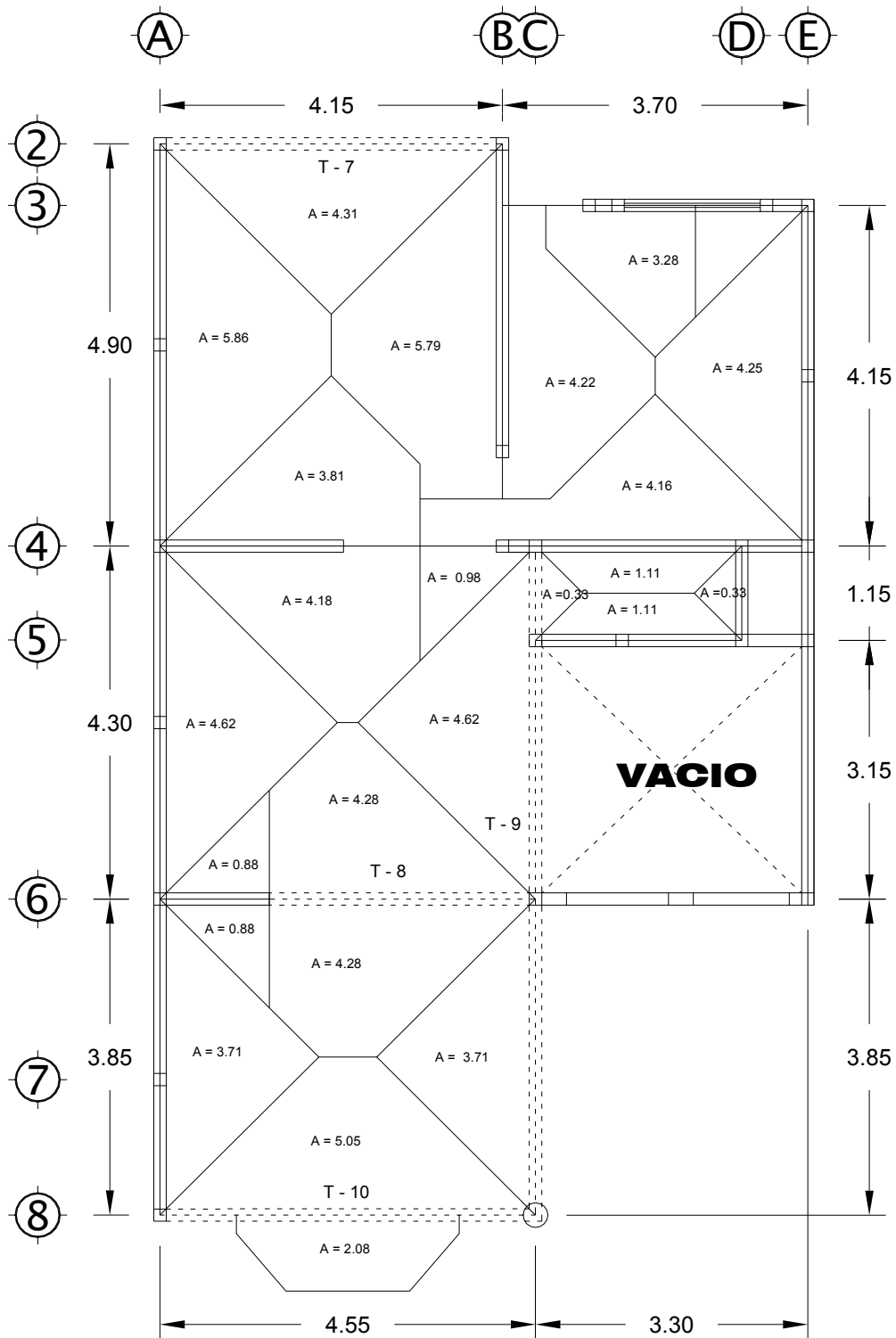
$$F_E = 0.7 \text{ Para muros interiores}$$

$$F_E = 0.6 \text{ Para muros exteriores}$$

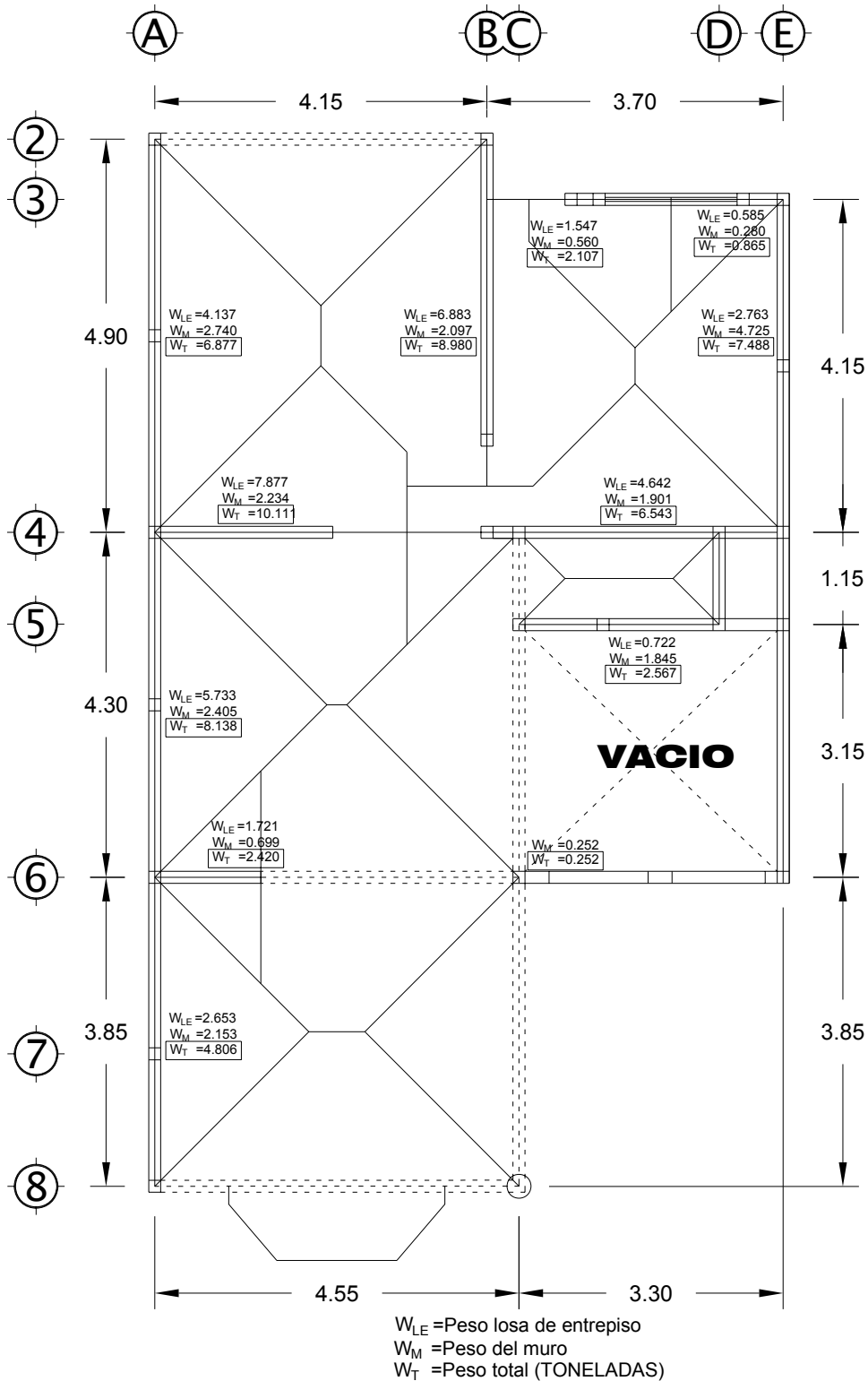
Todos los muros resisten las cargas verticales actuantes ya que éstas son menores que las cargas verticales resistentes, por lo tanto la revisión ante cargas verticales se concluye para los muros de planta alta.



ÁREAS TRIBUTARIAS ENTREPISO



PESOS DE LOSA DE ENTREPISO Y MUROS PLANTA BAJA



Después de realizar un primer análisis de cargas verticales para los muros de planta baja, resultó que en dos muros (muro 3 y muro 4(A-B)) la carga vertical resistente era menor que la actuante, por lo que se determinó hacerlos del mismo material (tabique rojo recocido) pero de un espesor mayor, de 24 cm, para aumentar su carga vertical resistente, resultando lo siguiente.

TABLA DE ANALISIS DE CARGAS VERTICALES PARA MUROS DE PLANTA BAJA

MUROS PLANTA BAJA										
MURO	LONG. (cm)	ESP. (cm)	AREA TRIB.(m2)	WTOTAL (Ton)	WNIVEL2 (kg)	CARGA VERTICAL		FE	CARG. VERT. RESISTENTE(kg)	
						P (kg)	Pu (kg)			
3	50,00	24	2,380	2,11	3716,85	5823,85	8153,39	0,6	8208,00	Pasa
3	50,00	12	0,900	0,87	1405,53	2270,53	3178,74	0,6	4104,00	Pasa
4(A-B)	215,00	24	7,990	10,11	12477,99	22588,99	31624,59	0,7	41176,80	Pasa
4(B-E)	370,00	12	5,270	6,54	8230,16	14773,16	20682,43	0,7	35431,20	Pasa
5	330,00	12	1,110	2,57	1733,49	4300,49	6020,68	0,7	31600,80	Pasa
6(A-B)	125,00	12	1,760	2,42	2748,59	5168,59	7236,03	0,7	11970,00	Pasa
A	1305,00	12	14,190	19,82	22160,53	41981,53	58774,15	0,6	107114,40	Pasa
B	375,00	12	10,010	8,98	15632,62	24612,62	34457,67	0,7	35910,00	Pasa
E	845,00	12	4,250	7,49	6637,23	14125,23	19775,32	0,6	69357,60	Pasa
3665,00			47,860	60,90		135645,00				

$$P_u = F.C. \times P \qquad F.C.=1.4$$

$$\text{Carga Vertical Resistente} = F_R F_E (f_m^* + 4) A t$$

$$F_R = 0.6 \text{ Por ser mampostería confinada}$$

$$f_m^* = 15 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_E = 0.7 \text{ Para muros interiores}$$

$$F_E = 0.6 \text{ Para muros exteriores}$$

Todos los muros resisten las cargas verticales actuantes, ya que éstas son menores que las cargas verticales resistentes, por lo tanto la revisión ante cargas verticales se concluye para los muros de planta baja.



REVISIÓN DE MUROS ANTE CARGAS LATERALES

Método estático de análisis sísmico

A) Verificando que se puede utilizar el método simplificado

1. Más del 75% de las cargas están soportadas por muros.
2. Los muros perimetrales tienen una longitud mayor del 50% de la longitud total.
3. Que la relación L/B se cumpla

$$B = 8.0m \quad L = 13.20m \quad \frac{L}{B} = \frac{8.0}{13.20} \leq 2 \quad 0.606 < 2$$

4. Que la relación $\frac{H}{B} \leq 1.5$ se cumpla y la altura del edificio sea menor de 13 metros

$$\frac{5.15}{8.0} \leq 1.5 \quad 0.644 \leq 1.5 \quad H \leq 13 \quad H = 5.15 \text{ m}$$

Por lo tanto si se puede usar este método

B) Estructura tipo B

C) De un estudio de mecánica de suelos realizado al terreno se obtuvo una capacidad de carga de $8 \frac{t}{m^2}$ y $\gamma_s = 1.9 \frac{t}{m^3}$, por lo cual se toma como terreno tipo II.

D) Se ubica en Zamora Michoacán

Por lo tanto se trata de Zona sísmica "B"

$C_s = 0.15$ (manual de obras civiles de la CFE)

E) $W_{TOTAL} = W_{LOSA \text{ DE AZOTEA}} + W_{MUROS \text{ PLANTA ALTA}} + W_{LOSA \text{ ENTREPISO}} + W_{MUROS \text{ PLANTA BAJA}} + W_{TINACO} + W_{PRETILES}$

$$W_{TOTAL} = 0.705(90.62) + 43.10(0.576) + (0.635(17.81) + 1.081(19.56) + 0.626(20.34) + 0.570(20.30)) + 36.65(0.576) + 2.967 + 41.5(0.55)(0.233)$$

$$W_{TOTAL} = 63.887 + 24.826 + 56.758 + 21.11 + 2.967 + 5.318 = \boxed{174.866 \text{ Toneladas}}$$

Calculo del Vu_{BASAL}

$$V_{BASAL} = W_{total} C_s = (174.866)(0.15)$$

$$V_{BASAL} = 26.223t$$

$$Vu_{BASAL} = F_c V_{BASAL}$$

$$F_c = 1.1$$

$$Vu_{BASAL} = (1.1)(26.223)$$

$$Vu_{BASAL} = 28.853t$$

Calculo del V_{mR}

De acuerdo con la sección 5.4.2 de las NTC de Mampostería.

$$V_{mR} = F_R (0.5V^*m \times A_{Total\ equivalente} + 0.3P) \leq 1.5F_R V^*m \times A_{Total\ equivalente}$$

$$F_R = 0.7 \text{ Para nuestro caso por ser muros confinados}$$

$$V^*m = 3.5 \frac{kg}{cm^2} \quad \text{Mortero tipo I}$$

$$A_{T\ equivalente} = L \times F_{AE} \times t$$

$$F_{AE} = 1 \quad \text{si} \quad \frac{H}{L} \leq 1.333$$

$$F_{AE} = \left(1.333 \frac{L}{H}\right)^2 \quad \text{si} \quad \frac{H}{L} > 1.333$$

Se revisa únicamente planta baja por ser la más desfavorable.

SENTIDO X					
MURO	LONGITUD (cm)	ESPESOR (cm)	H/L	FAE	Area Total Equivalente (cm ²)
3	50,00	24	4,800	0,08	92,55
3	50,00	12	4,800	0,08	46,27
4(A-B)	215,00	24	1,116	1,00	5160,00
4(B-E)	370,00	12	0,649	1,00	1323,00
5	330,00	12	0,727	1,00	3960,00
6(A-B)	125,00	12	1,920	0,48	723,02
					1140,00
					11304,84

SENTIDO Y					
MURO	LONGITUD (cm)	ESPESOR (cm)	H/L	FAE	Area Total Equivalente (cm ²)
A	1305,00	12	0,184	1,00	15660,00
B	375,00	12	0,573	1,00	4500,00
E	845,00	12	0,254	1,00	10140,00
					2525,00
					30300,00

$$P_x = \frac{L_x}{L_T} W_{total}$$

$$P_x = \frac{1140,00}{3665} (174866,00)$$

$$P_x = 54392,374kg$$

$$V_{mRX} = 0,7(0,5(3,5)(11304,840) + 0,3(54392,374)) \leq 1,5(0,7)(3,5)(11304,840)$$

$$V_{mRX} = 30166,141kg \leq 41545,287kg$$

$$V_{RX} = 30,166t > Vu_{BASAL} = 28,853t$$

$$V_{mRY} = 0,7(0,5(3,5)(30300,00) + 0,3(120473,847)) \leq 1,5(0,7)(3,5)(30300,00)$$

$$V_{mRY} = 73248,854kg \leq 111352,50kg$$

$$V_{mRY} = 73,249t > Vu_{BASAL} = 28,854t$$

Por lo tanto los muros son adecuados y se concluye la revisión de los muros ante cargas horizontales.

MAMPOSTERÍA CONFINADA

Los muros deben cumplir los siguientes requisitos:

- Castillos en los extremos de los muros e intersecciones de los mismos y a una separación no mayor de 1.5H.

$$1.5H = 1.5(2.40) = 3.6$$

- Dalas en todos los extremos horizontales de muros y en pretilas mayores de 50 cm y con un $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$.
- Castillos y dalas con un espesor mínimo del ancho del muro.

$$A_s = 0.2 \frac{f'c}{f_y} t^2$$

$$f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$t = 12 \text{ cm}$$

$$A_s = 0.2 \frac{150}{4200} (12)^2$$

$$A_s = 1.03 \text{ cm}^2$$

Se proponen 4 varillas #3 $A_s = 2.85 \text{ cm}^2$

- Se anclará el refuerzo longitudinal de los castillos.

Refuerzo transversal de los castillos y dalas

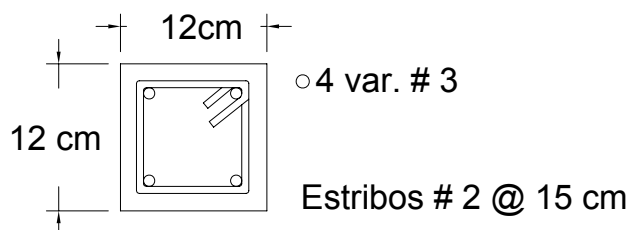
$$A_{sc} = \frac{1000s}{f_y h c}$$

Proponiendo estribos # 2 en dos ramas
 $A_s = (0.32)2 = 0.64$

$$s \leq \begin{cases} 1.5t & 1.5(12) = 18 \text{ cm} \\ 20 \text{ cm} \end{cases}$$

$$h c = 12 \text{ (dimension del castillo)}$$

$$A_{sc} = \frac{1000(18.0)}{2530(12.0)} = 0.593 \text{ cm}$$



- Se colocarán elementos de refuerzo en el perímetro de todas las aberturas que excedan una $\frac{1}{4}$ parte de la longitud del muro ó aberturas mayores de 60 cm o la separación entre castillos.
- El espesor de los muros no será menor que 10 cm. y la relación altura libre y espesor no excederá de 30 cm.

$$\frac{H}{t} \leq 30cm; \quad \frac{240}{12} \leq 30; \quad 20 \leq 30$$

$$t = 12cm > 10cm$$

Por lo tanto se cumple con todos los requisitos de muros confinados

Revisión de castillos ante carga axial

- Se revisará que en aquellos castillos que recibirán trabes cumplan con:

$$P_{RO} > Pu$$

$$P_{RO} = F_R [f''c(Ag) + fy(As)]$$

$$Pu = \text{Reacción de la trabe por el factor de carga } (F_c = 1.4)$$

$$As = 2.85cm^2$$

$$Ag = t(t) = 12(12) = 144cm^2$$

$$F_R = 0.8$$

$$f''c = 0.8(0.85)(150) = 102 \text{ kg/cm}^2$$

P_{RO} será igual:

$$P_{RO} = 0.8 [(102)(144) + (2.85)(4200)]$$

$$P_{RO} = 21326.4kg = 21.326t$$

Verificando que $P_{RO} > P_u$ en castillos que soportan traves

PLANTA ALTA		
CASTILLOS	$P_{RO}(kg)$	$P_u(kg)$
T-1	21326.4	2942.80
T-2	21326.4	2406.60
T-3	21326.4	3144.40
T-4	21326.4	3603.60
T-5	21326.4	6378.40
PLANTA BAJA		
CASTILLOS	$P_{RO}(kg)$	$P_u(kg)$
T-7	21326.4	5366.20
T-8	21326.4	13115.20
T-9	21326.4	18148.20
T-10	21326.4	6928.60

Todos los castillos soportan las cargas de aplicadas por las traves, por lo tanto se concluye la revisión de castillos ante carga axial mencionando que son adecuadas las dimensiones propuestas.

CAPITULO 6

“DISEÑO DE CIMENTACIÓN”

DISEÑO DE CIMENTACIÓN

La cimentación es la parte más importante de una construcción, ya que la función de ésta es la de brindar al edificio una base rígida y que sea capaz de transmitir al suelo las acciones que se generen, esto sin que se produzcan fallas o deformaciones excesivas en el terreno. De una buena cimentación depende la estabilidad de una estructura.

Las cimentaciones se clasifican en función de la profundidad de los estratos resistentes del suelo. Se clasifican en cimentaciones superficiales y cimentaciones profundas, para el caso de casa habitación lo más común son las cimentaciones superficiales ya que las cargas que transmiten al suelo suelen ser pequeñas.

Las cimentaciones superficiales se clasifican en: zapatas, retículas y losas de cimentación. Las zapatas a su vez se clasifican en zapatas aisladas, zapatas corridas, zapatas corridas bajo muros y zapatas corridas bajo columnas.

Zapatas corridas

Las zapatas corridas pueden ser bajo muros o bajo columnas, son cimentaciones de gran longitud en comparación con su sección transversal y se utilizan cuando se trata de cimentar un elemento continuo como un muro. En la zapata corrida bajo muro la carga es uniformemente distribuida y no hay transmisión de momentos. Para su diseño se toma un segmento de longitud unitaria. Es por eso que usaremos este tipo de cimentación en nuestro proyecto por ser el más adecuado.

Resumen de cargas actuando en la cimentación

EJE 3 (Interior)

Eje	Tramo	Carga de pretil (t)	Carga de Losa de Azotea (t)	Carga del muro p. alta (t)	Carga de Losa de entresuelo (t)	Carga del muro P. Baja (t)	Carga sobre el cimiento (t)	Carga sobre el cimiento (t/m)
3	C-D	0	0	0	1.545	0.560	2.107	4.214
3	D-E	0	0	0	0.585	0.280	0.865	1.730

EJE 4 (Interior)

Eje	Tramo	Carga de pretil (t)	Carga de Losa de Azotea (t)	Carga del muro p. alta (t)	Carga de Losa de entresuelo (t)	Carga del muro P. Baja (t)	Carga sobre el cimiento (t)	Carga sobre el cimiento (t/m)
4	A-B	0	6.542	1.762	7.877	2.234	18.415	8.565
4	B-E	0	5.146	0.755	4.642	1.901	12.444	3.363

EJE 5 (Interior)

Eje	Tramo	Carga de pretil (t)	Carga de Losa de Azotea (t)	Carga del muro p. alta (t)	Carga de Losa de entresuelo (t)	Carga del muro P. Baja (t)	Carga sobre el cimiento (t)	Carga sobre el cimiento (t/m)
5	C-E	0	2.815	1.845	0.722	1.845	5.992	1.816

EJE 6 (Interior)

Eje	Tramo	Carga de pretil (t)	Carga de Losa de Azotea (t)	Carga del muro p. alta (t)	Carga de Losa de entresuelo (t)	Carga del muro P. Baja (t)	Carga sobre el cimiento (t)	Carga sobre el cimiento (t/m)
6	A-B	0	3.888	2.740	1.721	0.699	9.048	7.238
6	C-D	0	0	0	0	0.250	0.250	0.555

EJE A (De lindero)

Eje	Tramo	Carga de pretil (t)	Carga de Losa de Azotea (t)	Carga del muro p. alta (t)	Carga de Losa de entresuelo (t)	Carga del muro P. Baja (t)	Carga sobre el cimiento (t)	Carga sobre el cimiento (t/m)
A	2-8	1.939	10.430	7.298	12.523	7.298	39.488	3.026

EJE B (Interior)

Eje	Tramo	Carga de pretil (t)	Carga de Losa de Azotea (t)	Carga del muro p. alta (t)	Carga de Losa de entresuelo (t)	Carga del muro P. Baja (t)	Carga sobre el cimiento (t)	Carga sobre el cimiento (t/m)
B	2-4	0.111	7.541	2.740	6.883	2.097	19.282	5.211

EJE E (De lindero)

Eje	Tramo	Carga de pretil (t)	Carga de Losa de Azotea (t)	Carga del muro p. alta (t)	Carga de Losa de entresuelo (t)	Carga del muro P. Baja (t)	Carga sobre el cimiento (t)	Carga sobre el cimiento (t/m)
E	3-6	1.255	4.954	4.726	2.763	4.725	18.423	2.180

DISEÑO DE ZAPATA CORRIDA BAJO MURO DE LINDERO

Del estudio de mecánica de suelos se obtuvieron las siguientes propiedades:

$$q_r = 8.0 \frac{t}{m^2}$$

$$\gamma_s = 1.9 \frac{t}{m^3}$$

Se propone construir zapata corrida bajo muro a una profundidad de desplante de: $D_f = 80.0cm$ y un $f'_c = 250 \frac{kg}{cm^2}$

De acuerdo con la transmisión de cargas, en el Eje A, tramo 2-8 $W = 3.026Ton/m$ se concentra la mayor carga para la cimentación de lindero; esta carga será con la que se diseñe la cimentación.

- Descarga total de la cimentación.

$$P_T = P + W_s$$

$$W_s = \left(\frac{\gamma_c + \gamma_s}{2} \right) BLD_f$$

- Se realiza un predimensionamiento con un valor de B aproximado.

$$B = 1.20 \left(\frac{P}{q_r} \right) = 1.20 \left(\frac{3.026}{8.0} \right) = 0.454m$$

$$B = 0.55m$$

$$W_s = \left(\frac{2.4 + 1.9}{2} \right) (0.55)(1.0)(0.80) = W_s = 0.946t$$

$$P_T = 3.026 + 0.946 = 3.972t$$

- Dimensionamiento de la Zapata

$$A_z = \frac{P_T}{q_r}$$

$$B = \frac{P_T}{q_r}$$

$$A_z = B \times L$$

como

Entonces

$$B = \frac{3.972}{8.0}$$

$$L = 1m$$

entonces

$$B = 0.497 \approx 0.50m$$

$$B = \frac{P_T}{q_r}$$

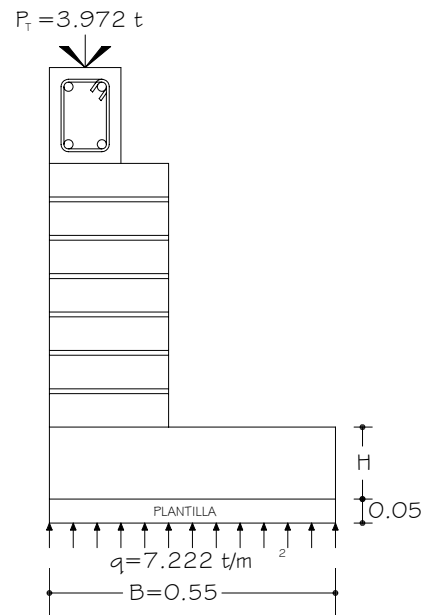
$$B = 55.0cm$$

- Presión de Contacto.

$$q = \frac{P_T}{BL} \leq q_r$$

$$q = \frac{3.972}{(0.55)(1.0)} = 7.222 \text{ t/m}^2 < q_r = 8.0 \text{ t/m}^2$$

∴ Se acepta $B = 0.55m$



- Presión neta ultima.

$$q_{nu} = Fc \left(\frac{P}{BL} \right) = 1.4 \left(\frac{3.026}{(0.55)(1.0)} \right)$$

$$q_{nu} = 7.703 \text{ t/m}^2 = 0.770 \text{ kg/cm}^2$$

Diseño de losa de zapata

- Diseño por cortante

$$d = \frac{q_{nu} \ell}{V_{CR} + q_{nu}} \quad f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$$

$$V_{CR} = 0.5 F_R \sqrt{f'c} = 0.5(0.8)\sqrt{200}$$

$$V_{CR} = 5.657 \text{ kg/cm}^2$$

$$\ell = B - C = 0.55 - 0.25$$

$$\ell = 0.30 \text{ m}$$

$$d = \frac{q_{nu} \ell}{V_{CR} + q_{nu}} = \frac{(0.770)(30.0)}{5.657 + 0.770}$$

$$d = 3.594 < d_{\min} \approx 10.0 \text{ cm} = d = 10.0 \text{ cm}$$

$$H = d + \text{recubrimiento}$$

$$H = 15.0 \text{ cm}$$

Revisión del peso real

	h(m)	B(m)	$\gamma(\text{t/m}^3)$	W(t/m)
W plantilla	0,05	0,55	2,2	0,061
W losa	0,15	0,55	2,4	0,198
W muro	0,6	0,25	1,5	0,225
W relleno	0,6	0,3	1,9	0,342
			Σ	0,826

$$W_{\text{real}} = 0.826 \text{ t/m} < W_s = 0.946 \text{ t/m}$$

Por lo tanto se acepta la zapata

Revisión por flexión

- Cálculo en el sentido transversal de la zapata

$$Mu = \frac{q_{nu} l^2}{2} = \frac{(7.70)(0.30)^2}{2}$$

$$Mu = 0.347 \text{Ton} - m$$

$$\rho = \frac{f''c}{fy} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2Mu}{F_R b d^2 f''c}} \right] = \frac{170}{4200} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2(0.347 \times 10^5)}{0.9(100)(10)^2(170)}} \right]$$

$$\rho = 0.000928$$

$$\rho_{\min} = \frac{0.7\sqrt{f''c}}{fy} = \frac{0.7\sqrt{250}}{4200} = 0.00263$$

$$\rho_{\max} = 0.75\rho_b = 0.75(0.020) = 0.015$$

$$\rho_{\min} > \rho$$

∴ Se utilizara $\rho_{\min} = 0.00263$

$$As = \rho b d = (0.00263)(100)(10)$$

$$As = 2.630 \text{cm}^2$$

Proponiendo varillas # 3 $a_0 = 0.71 \text{cm}^2$.

$$s = \frac{100(0.71)}{2.630}$$

$$s = 26.99 \text{cm}$$

Se usarán varillas No 3 @ 25cm c.a.c.

• **Cálculo en el sentido longitudinal de la zapata**

Como la Zapata solo se flexiona en su lado corto en el lado largo únicamente se colocara acero por temperatura A_{st}

Como la zapata esta en contacto directo con el terreno se debe multiplicar por un factor igual a 1.5 (NTC de concreto 5.7)

$$A_{st} = \frac{660x_1}{f_y(100 + x_1)}(100)(1.5)$$

$$A_{st} = \frac{660(10)}{4200(10 + 100)}(100)(1.5)$$

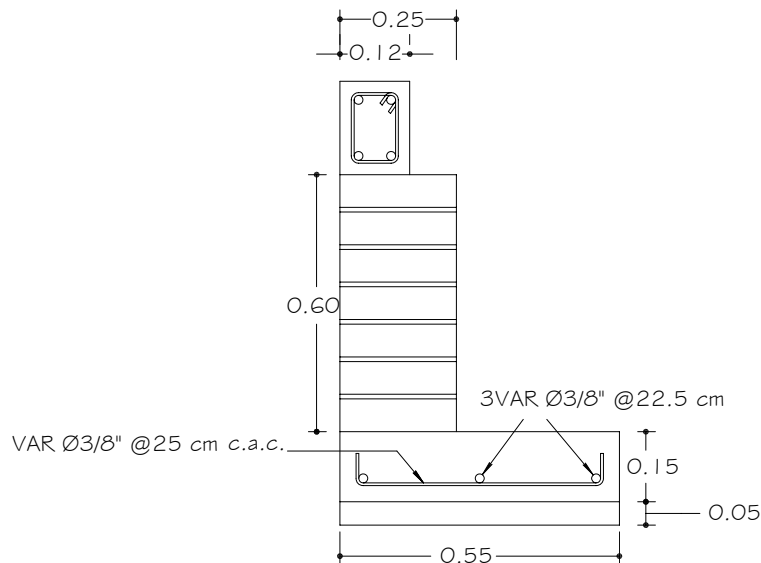
$$A_{st} = 2.142cm^2$$

Se proponen varillas # 3 $a_0 = 0.71cm^2$

$$s = \frac{(100)(0.71)}{2.14}$$

$$s = 33.17cm \approx 30.0cm$$

Se usarán varillas No 3 @ 30cm c.a.c.



DISEÑO DE ZAPATA CORRIDA BAJO MURO INTERIOR

$$q_r = 8.0 \text{ t/m}^2$$

$$\gamma_s = 1.9 \text{ t/m}^3$$

$$D_f = 80.0 \text{ cm}$$

$$f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$$

De acuerdo con la transmisión de cargas, en el Eje 4, tramo A-B $W = 8.565 \text{ t/m}$ se concentra la mayor carga para la cimentación interior; esta carga será con la que se diseñe la cimentación.

- Descarga total de la cimentación.

$$P_T = P + W_s$$

$$W_s = \left(\frac{\gamma_c + \gamma_s}{2} \right) B L D_f$$

- Se realiza un predimensionamiento con un valor de B aproximado.

$$B = 1.20 \left(\frac{P}{q_r} \right) = 1.20 \left(\frac{8.565}{8.0} \right) = 1.285 \text{ m}$$

$$B = 1.30 \text{ m}$$

$$W_s = \left(\frac{2.4 + 1.9}{2} \right) (1.30)(1.00)(0.80) = W_s = 2.236 \text{ t}$$

$$P_T = 8.565 + 2.236 = 10.801 \text{ t}$$

- Dimensionamiento de la Zapata

$$A_z = \frac{P_T}{q_r}$$

$$B = \frac{P_T}{q_r}$$

$$A_z = B \times L$$

como

Entonces

$$L = 1m$$

entonces

$$B = \frac{P_T}{q_r}$$

$$B = \frac{10.801}{8.0}$$

$$B = 1.351 \approx 1.35m$$

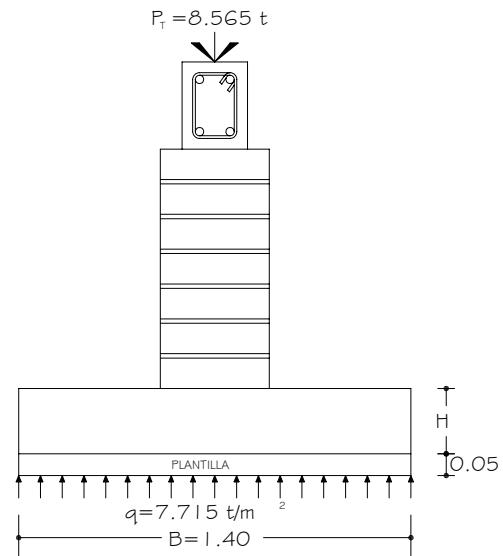
$$B = 1.40m$$

- Presión de Contacto.

$$q = \frac{P_T}{BL} \leq q_r$$

$$q = \frac{10.801}{(1.4)(1.0)} = 7.715 \text{ t/m}^2 < q_r = 8.0 \text{ t/m}^2$$

∴ Se acepta $B = 1.40m$



- Presión neta última.

$$q_{nu} = Fc \left(\frac{P}{BL} \right) = 1.4 \left(\frac{8.565}{(1.40)(1.0)} \right)$$

$$q_{nu} = 8.564 \text{ t/m}^2 = 0.856 \text{ kg/cm}^2$$

Diseño de losa de zapata

- Diseño por cortante

$$d = \frac{q_{nu} \ell}{V_{CR} + q_{nu}} \quad f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$$

$$V_{CR} = 0.5 F_R \sqrt{f'c} = 0.5(0.8)\sqrt{200}$$

$$V_{CR} = 5.657 \text{ kg/cm}^2$$

$$\ell = \frac{B - C}{2} = \frac{1.4 - 0.25}{2}$$

$$\ell = 0.575 \text{ m}$$

$$d = \frac{q_{nu} \ell}{V_{CR} + q_{nu}} = \frac{(0.856)(57.5)}{5.657 + 0.856}$$

$$d = 7.557 < d_{\min} \approx 10.0 \text{ cm} = d = 10.0 \text{ cm}$$

$$H = d + \text{recubrimiento}$$

$$H = 15.0 \text{ cm}$$

Revisión del peso real

	h(m)	B(m)	$\gamma(\text{t/m}^3)$	W(t/m)
W plantilla	0,05	1.40	2,2	0,154
W losa	0,15	1.40	2,4	0,504
W muro	0,6	0,25	1,5	0,225
W relleno	0,6	1.15	1,9	1.311
			Σ	2.194

$$W_{\text{real}} = 2.194 \text{ t/m} < W_s = 2.236 \text{ t/m}$$

Por lo tanto se acepta la zapata

Revisión por flexión

- Cálculo en el sentido transversal de la zapata

$$Mu = \frac{q_{nu} l^2}{2} = \frac{(8.565)(0.575)^2}{2}$$

$$Mu = 1.416 \text{Ton} - m$$

$$\rho = \frac{f''c}{fy} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2Mu}{F_R b d^2 f''c}} \right] = \frac{170}{4200} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2(1.416 \times 10^5)}{0.9(100)(10)^2(170)}} \right]$$

$$\rho = 0.00394$$

$$\rho_{\min} = \frac{0.7\sqrt{f''c}}{fy} = \frac{0.7\sqrt{250}}{4200} = 0.00263$$

$$\rho_{\max} = 0.75\rho_b = 0.75(0.020) = 0.015$$

$$\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$$

∴ Se utilizara $\rho = 0.004900$

$$As = \rho b d = (0.004900)(100)(10)$$

$$As = 4.9 \text{cm}^2$$

Proponiendo varillas # 4 $a_0 = 1.27 \text{cm}^2$.

$$s = \frac{100(1.27)}{4.9}$$

$$s = 25.92 \text{cm}$$

Se usarán varillas No 4 @ 25cm c.a.c.

• **Cálculo en el sentido longitudinal de la zapata**

Como la Zapata solo se flexiona en su lado corto en el lado largo únicamente se colocara acero por temperatura A_{st}

Como la zapata esta en contacto directo con el terreno se debe multiplicar por un factor igual a 1.5 (NTC de concreto 5.7)

$$A_{st} = \frac{660x_1}{f_y(100 + x_1)}(100)(1.5)$$

$$A_{st} = \frac{660(10)}{4200(100 + 10)}(100)(1.5)$$

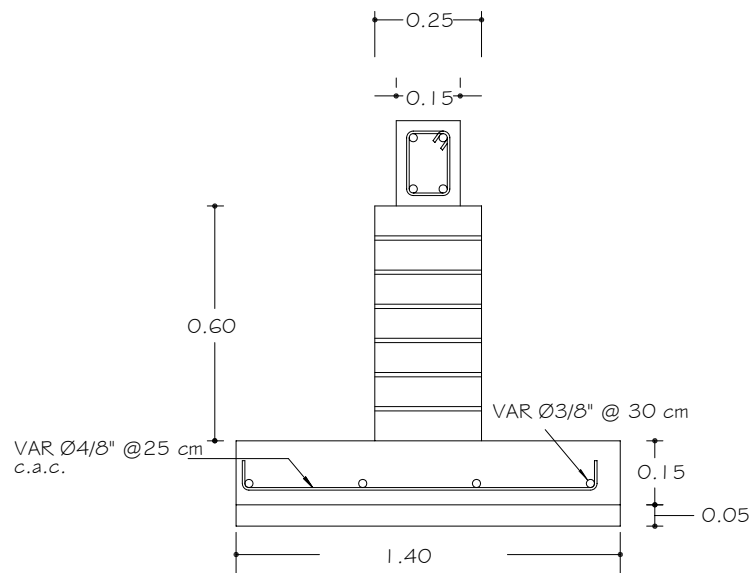
$$A_{st} = 2.142cm^2$$

Se proponen varillas # 3 $a_0 = 0.71cm^2$

$$s = \frac{(100)(0.71)}{2.14}$$

$$s = 33.17cm \approx 30.0cm$$

Se usarán varillas No 3 @ 30cm c.a.c.



Por economía se diseñará otra zapata corrida interior para una carga menor de tal manera que sus dimensiones resulten menores y de esta forma economizar la cimentación. Para este análisis usaremos la carga transmitida en el Eje 3, tramo C-D
 $W = 4.214t/m$

- Descarga total de la cimentación.

$$P_T = P + W_s$$

$$W_s = \left(\frac{\gamma_c + \gamma_s}{2} \right) BLD_f$$

- Se realiza un predimensionamiento con un valor de B aproximado.

$$B = 1.20 \left(\frac{P}{q_r} \right) = 1.20 \left(\frac{4.214}{8.0} \right) = 0.63m$$

$$B = 0.65m$$

$$W_s = \left(\frac{2.4 + 1.9}{2} \right) (0.65)(1.0)(0.80) = W_s = 1.118t$$

$$P_T = 4.214 + 1.118 = 5.332t$$

- Dimensionamiento de la Zapata

$$A_z = \frac{P_T}{q_r}$$

$$B = \frac{P_T}{q_r}$$

$$A_z = B \times L$$

como

Entonces

$$B = \frac{5.332}{8.0}$$

$$L = 1m$$

entonces

$$B = 0.667 \approx 0.7m$$

$$B = \frac{P_T}{q_r}$$

$$B = 0.70cm$$

- Presión de Contacto.

$$q = \frac{P_T}{BL} \leq q_r$$

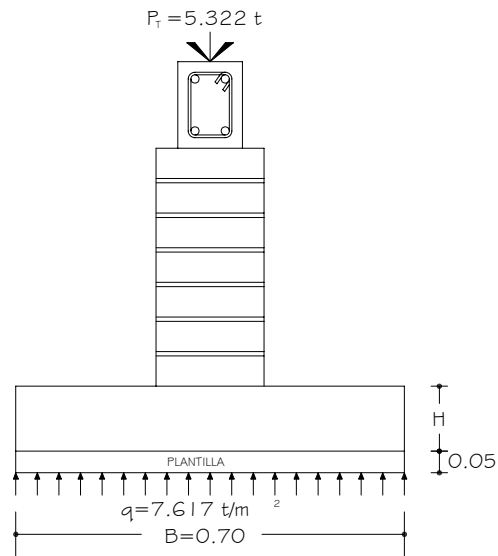
$$q = \frac{5.332}{(0.7)(1.0)} = 7.617 \text{ t/m}^2 < q_r = 8.0 \text{ t/m}^2$$

∴ Se acepta $B = 0.70m$

- Presión neta ultima.

$$q_{nu} = Fc \left(\frac{P}{BL} \right) = 1.4 \left(\frac{4.214}{(0.7)(1.0)} \right)$$

$$q_{nu} = 8.428 \text{ t/m}^2 = 0.843 \text{ kg/cm}^2$$



Diseño de losa de zapata

- Diseño por cortante

$$d = \frac{q_{nu} \ell}{V_{CR} + q_{nu}} \quad f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$$

$$V_{CR} = 0.5 F_R \sqrt{f'c} = 0.5(0.8)\sqrt{200}$$

$$V_{CR} = 5.657 \text{ kg/cm}^2$$

$$\ell = \frac{B - C}{2} = \frac{0.7 - 0.25}{2}$$

$$\ell = 0.225m$$

$$d = \frac{q_{nu} \ell}{V_{CR} + q_{nu}} = \frac{(0.843)(22.5)}{5.657 + 0.843}$$

$$d = 2.92 < d_{\min} \approx 10.0\text{cm} = d = 10.0\text{cm}$$

$$H = d + \text{recubrimiento}$$

$$H = 15.0\text{cm}$$

Revisión del peso real

	h(m)	B(m)	$\gamma(\text{t/m}^3)$	W(t/m)
W plantilla	0,05	0.70	2,2	0,077
W losa	0,15	0.70	2,4	0,252
W muro	0,6	0,25	1,5	0,225
W relleno	0,6	0,45	1,9	0,513
			Σ	1.067

$$W_{\text{real}} = 1.067 \text{ t/m} < W_s = 1.118 \text{ t/m}$$

Por lo tanto se acepta la zapata

Revisión por flexión

- Calculo en el sentido transversal de la zapata

$$M_u = \frac{q_{nu}(\ell)^2}{2} = \frac{(8.428)(0.225)^2}{2}$$

$$M_u = 0.213 \text{Ton} - m$$

$$\rho = \frac{f''c}{f_y} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2M_u}{F_R b d^2 f''c}} \right] = \frac{170}{4200} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2(0.213 \times 10^5)}{0.9(100)(10)^2(170)}} \right]$$

$$\rho = 0.000567$$

$$\rho_{\min} = \frac{0.7\sqrt{f'c}}{f_y} = \frac{0.7\sqrt{250}}{4200} = 0.00263$$

$$\rho_{\max} = 0.75\rho_b = 0.75(0.020) = 0.015$$

$$\rho_{\min} > \rho$$

∴ Se utilizará $\rho_{\min} = 0.00263$

$$A_s = \rho b d$$

$$A_s = (0.00263)(100)(10)$$

$$A_s = 2.63\text{cm}^2$$

Proponiendo varillas # 3 $a_0 = 0.71\text{cm}^2$.

$$s = \frac{100(0.71)}{2.63}$$

$$s = 26.996\text{cm}$$

Se usarán varillas No 3 @ 25cm c.a.c.

- **Cálculo en el sentido longitudinal de la zapata**

Como la Zapata solo se flexiona en su lado corto en el lado largo únicamente se colocara acero por temperatura A_{st}

Como la zapata esta en contacto directo con el terreno se debe multiplicar por un factor igual a 1.5 (NTC de concreto 5.7)

$$A_{st} = \frac{660x_1}{f_y(100 + x_1)}(100)(1.5)$$

$$A_{st} = \frac{660(10)}{4200(10 + 100)}(100)(1.5)$$

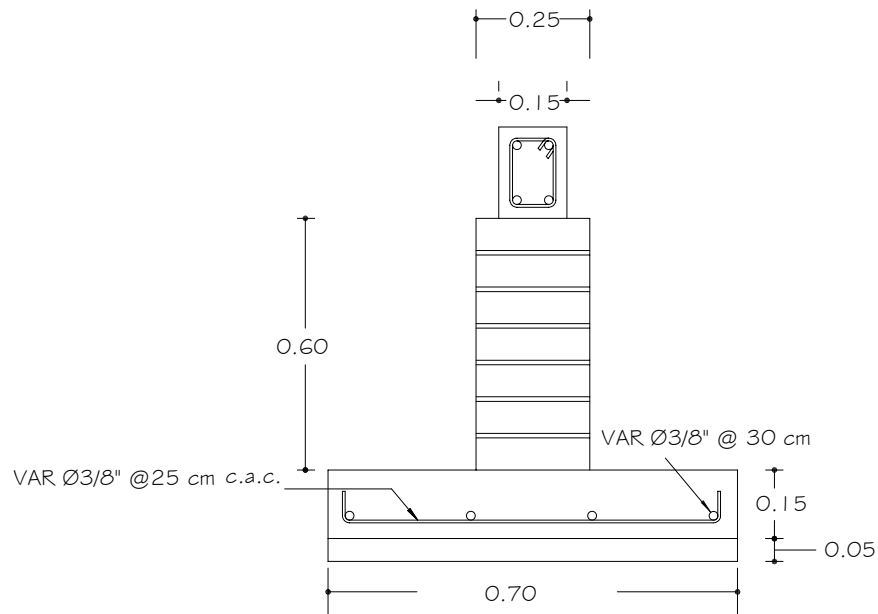
$$A_{st} = 2.142 \text{ cm}^2$$

Se proponen varillas # 3 $a_0 = 0.71 \text{ cm}^2$

$$s = \frac{(100)(0.71)}{2.14}$$

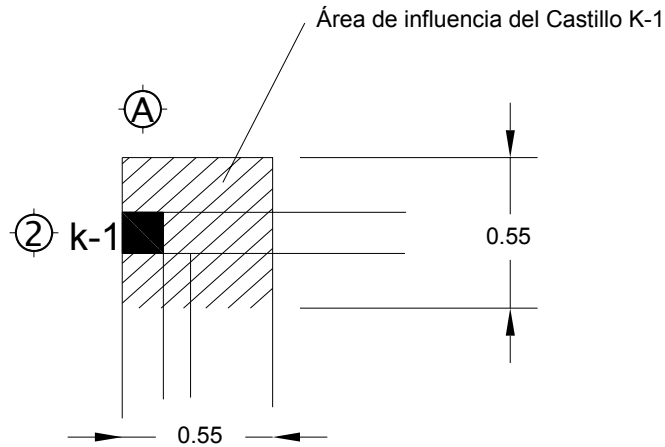
$$s = 33.17 \text{ cm} \approx 30.0 \text{ cm}$$

Se usarán varillas No 3 @ 30cm c.a.c.



AMPLIACIÓN DE CIMENTACIÓN BAJO CASTILLOS SOPORTANDO UNA CARGA PUNTUAL

Diseño de la ampliación requerida para la zapata corrida de lindero del eje A/2 a la cual baja una carga puntual de 3.833 toneladas a través del castillo K-1.



A) Cálculo de la descarga total en el tramo de área de influencia.

$$P_T = 3.026(0.55) + 3.833$$

$$P_T = 5.4973t$$

B) Área de la ampliación.

$$A_z = \frac{P_T}{q_r}$$

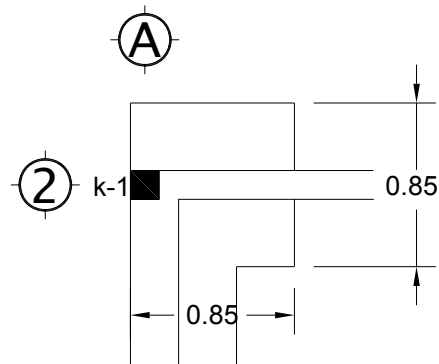
$$A_z = \frac{5.497}{8.0}$$

$$A_z = 0.687m^2$$

$$A_z = B^2$$

$$B^2 = 0.687$$

$$B = 0.829 \approx 0.85m$$

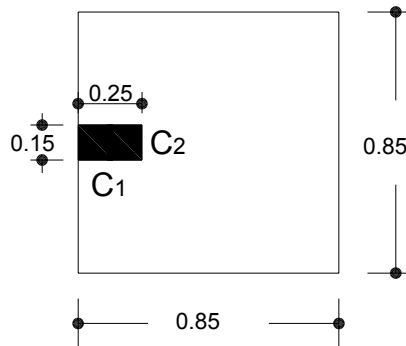


Se toma la ampliación y se calcula como una zapata aislada.

1. Cálculo de la descarga total de la cimentación

$$P = 3.833 \text{ t}$$

$$P_T = P + W_s$$



$$W_s = 0.2(3.833) = 0.767 \text{ t}$$

$$P_T = 3.833 + 0.767 = 4.6 \text{ t}$$

2. Cálculo de presión de contacto

$$q = \frac{P_T}{A_z} < q_r$$

$$q = \frac{4.600}{0.723} = 6.362 \text{ t/cm}^2$$

$q < q_r$ por lo tanto se acepta la dimensión de la zapata

3. Cálculo de presión neta última.

Por ser solamente $CM + CV$ $FC = 1.4$

$$q_{nu} = F.C. \frac{P}{A_z}$$

$$q_{nu} = 1.4 \frac{3.833}{0.723}$$

$$q_{nu} = 7.422 \text{ t/m}^2$$

4. Cálculo de peralte necesario para resistir cortante como viga ancha.

$$d = \frac{q_{nu} \ell}{V_{CR} + q_{nu}} \quad f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$$

$$V_{CR} = 0.5 F_R \sqrt{f'c} = 0.5(0.8)\sqrt{200}$$

(NTC 2.5.1.2)

$$V_{CR} = 5.657 \text{ kg/cm}^2$$

$$\ell = B - C = 0.85 - 0.25$$

$$\ell = 0.60 \text{ m}$$

$$d = \frac{q_{nu} \ell}{V_{CR} + q_{nu}} = \frac{(0.742)(60)}{5.657 + 0.742}$$

$$d = 6.957 < d_{\min} \approx 10.0 \text{ cm} = d = 10.0 \text{ cm}$$

$$H = d + \text{recubrimiento}$$

$$H = 15.0 \text{ cm}$$

5. Cálculo del peralte requerido por penetración.

$$[q_{nu} + 4V_{CR}]d^2 + [(q_{nu} + 2V_{CR})(C_1 + C_2)]d + q_{nu}C_1C_2 - Pu = 0$$

$$V_{CR} = F_R \sqrt{f'c} = 0.8\sqrt{200} = 11.314 \text{ kg/cm}^2$$

ó

$$V_{CR} = F_R (0.5 + \gamma) \sqrt{f'c} = 0.8(0.5 + \frac{15}{25})\sqrt{200} = 12.445 \text{ kg/cm}^2$$

$$\gamma = \frac{C_2(\text{dim. menor})}{C_1(\text{dim. mayor})}$$

Rige el menor de los V_{CR} por lo tanto $V_{CR} = 11.314 \text{ kg/cm}^2$

$$P_u = F_c(P) = 1.4 (3.833) = 5.366t = 5366 \text{ kg}$$

$$[0.742 + 4(11.314)]d^2 + [(0.742 + 2(11.314))(15 + 25)]d + 0.742(15)(25) - 5366 = 0$$

$$46d^2 + 905.862d - 5087.75 = 0$$

Resolviendo la ecuación obtenemos $d_1 = 4.56 \text{ cm}$
 $d_2 = -24.25 \text{ cm}$

$d = 4.56 \text{ cm}$ pero $d_{\min} = 10 \text{ cm}$ por lo tanto $d = 10 \text{ cm}$

$H = d + \text{recubrimiento} = 10 + 5 = 15 \text{ cm}$
 $H = 15 \text{ cm}$

6. Diseño por flexión.

$$M_u = \frac{q_{nu} l^2}{2}$$

$$M_u = \frac{(7.422)(0.60)^2}{2}$$

$$M_u = 1.333 \text{ Ton} - m$$

$$\rho = \frac{f''c}{f_y} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2M_u}{F_R b d^2 f''c}} \right] = \frac{170}{4200} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2(1.333 \times 10^5)}{0.9(100)(10)^2(170)}} \right]$$

$$\rho = 0.00370$$

$$\rho_{\min} = \frac{0.7\sqrt{f''c}}{f_y} = \frac{0.7\sqrt{250}}{4200} = 0.00263$$

$$\rho_{\max} = 0.75\rho_b = 0.75(0.020) = 0.015$$

$$\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max} \therefore \text{Se acepta}$$

Se utilizará $\rho = 0.00370$

Área de acero de refuerzo

$$A_s = \rho b d$$

$$A_s = (0.00370)(100)(10)$$

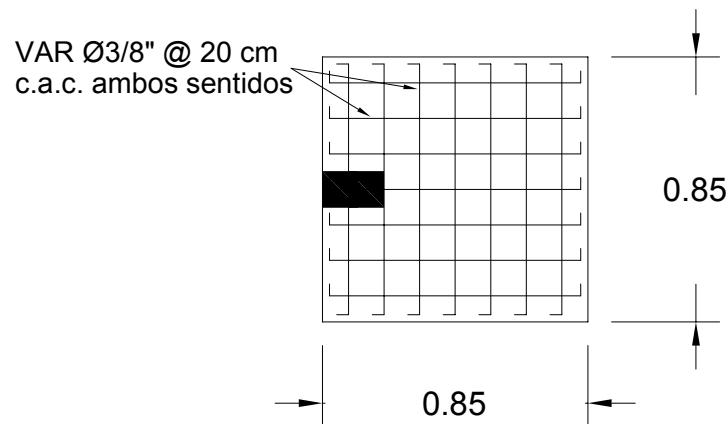
$$A_s = 3.700 \text{ cm}^2$$

Proponiendo varillas # 3 $a_0 = 0.71 \text{ cm}^2$

$$s = \frac{100(0.71)}{3.700}$$

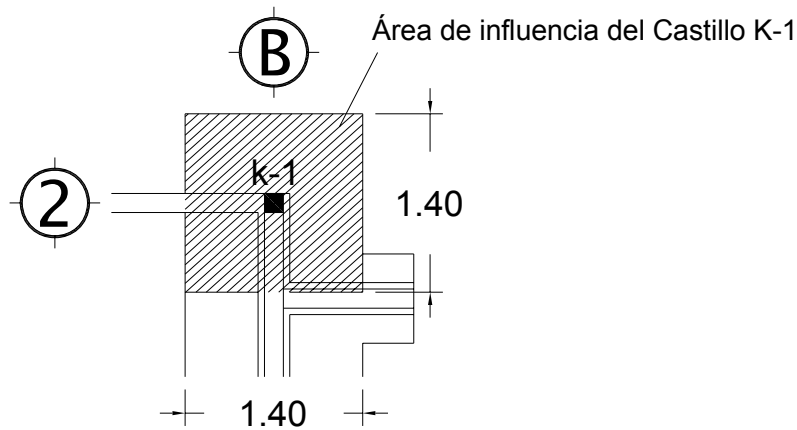
$$s = 19.189 \text{ cm}$$

Se usarán varillas No 3 @ 20 cm c.a.c. en ambos sentidos



De igual manera utilizando este criterio de diseño se analizó cada una de las zapatas en donde se recibía castillos con una carga puntual y a continuación se muestran las ampliaciones correspondientes.

Diseño de la ampliación requerida para la zapata corrida interior del eje B/2 a la cual baja una carga de 3.833 Ton a través del castillo K-1



A) Cálculo de la descarga total en el tramo de área de influencia.

$$P_T = 5.211(0.55) + 3.833$$

$$P_T = 6.699t$$

B) Área de la ampliación.

$$A_z = \frac{P_T}{q_r}$$

$$A_z = B^2$$

$$A_z = \frac{6.699}{8.0}$$

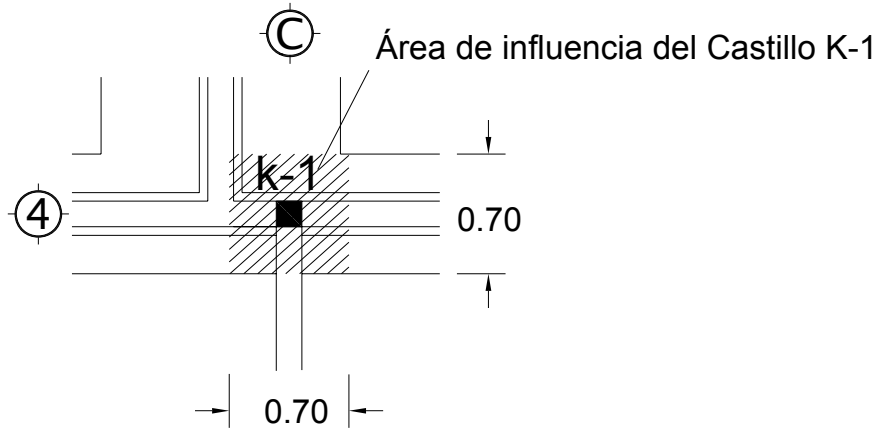
$$B^2 = 0.837$$

$$A_z = 0.837m^2$$

$$B = 0.915 \approx 1.00m$$

Como las dimensiones del área de influencia que soportan la carga transmitida por el castillo son mayores que las requeridas para soportar la carga que éste transmite, por lo tanto no se requiere una ampliación en la zapata corrida interior.

Diseño de la ampliación requerida para la zapata corrida de linderero del eje 4/C a la cual baja una carga de 2.112 Ton a través del castillo K-1.



A) Calculo de la descarga total en el tramo de área de influencia.

$$P_T = 3.363(0.55) + 2.112$$

$$P_T = 3.962 \text{Ton}$$

B) Área de la ampliación.

$$A_z = \frac{P_T}{q_r}$$

$$A_z = B^2$$

$$A_z = \frac{3.962}{8.0}$$

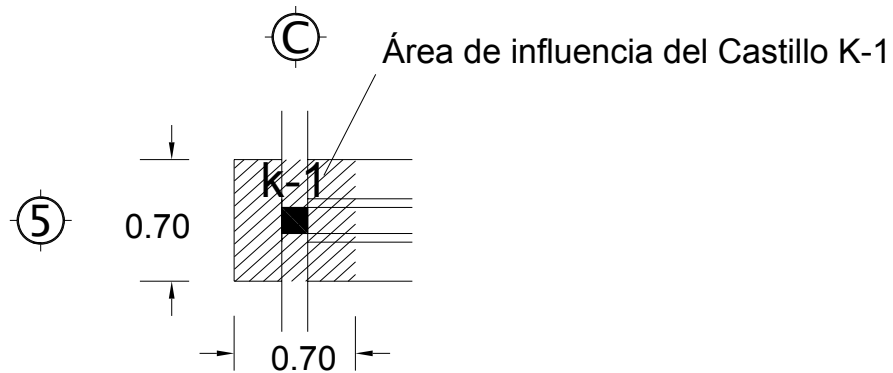
$$B^2 = 0.495$$

$$A_z = 0.495 \text{m}^2$$

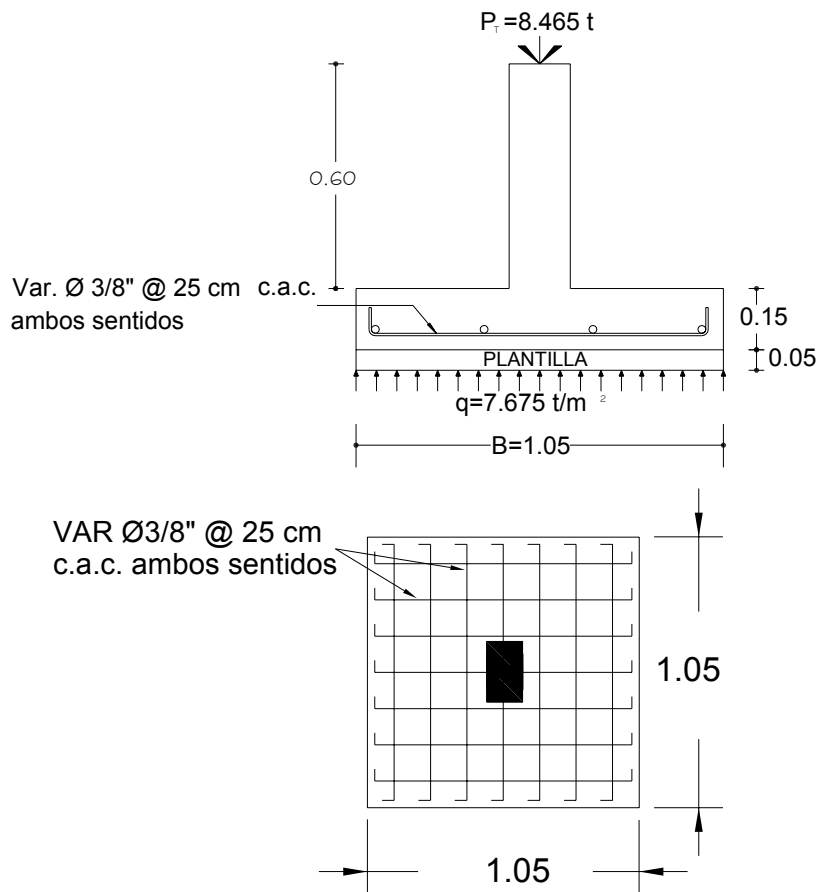
$$B = 0.704 \approx 0.70 \text{m}$$

Como las dimensiones del área de influencia que soportan la carga transmitida por el castillo son iguales que las requeridas para soportar la carga que éste transmite por lo tanto no se requiere una ampliación en la zapata corrida interior.

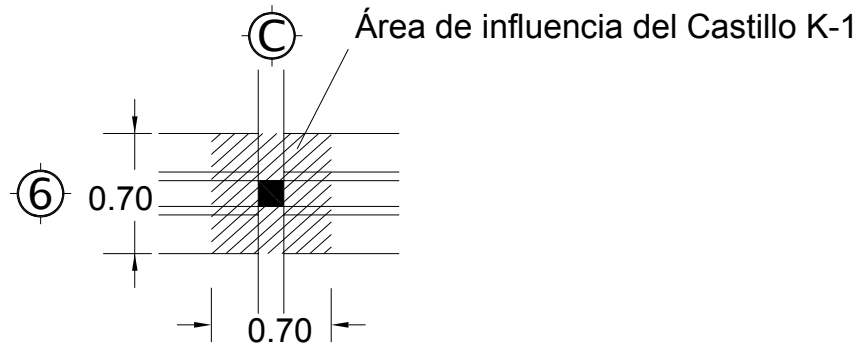
Diseño de la ampliación requerida para la zapata corrida interior del eje 5/C a la cual baja una carga de 7.054 Ton a través del castillo K-1.



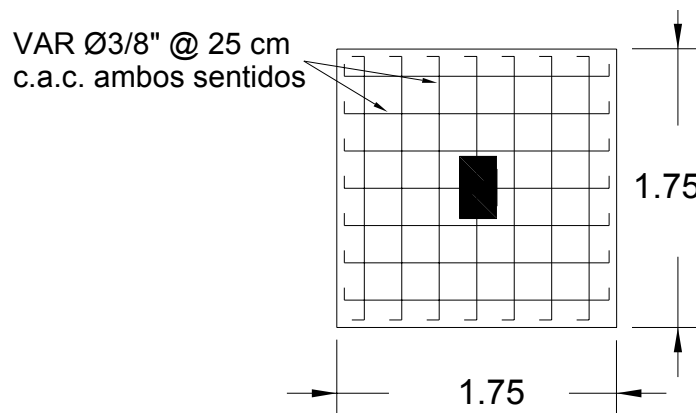
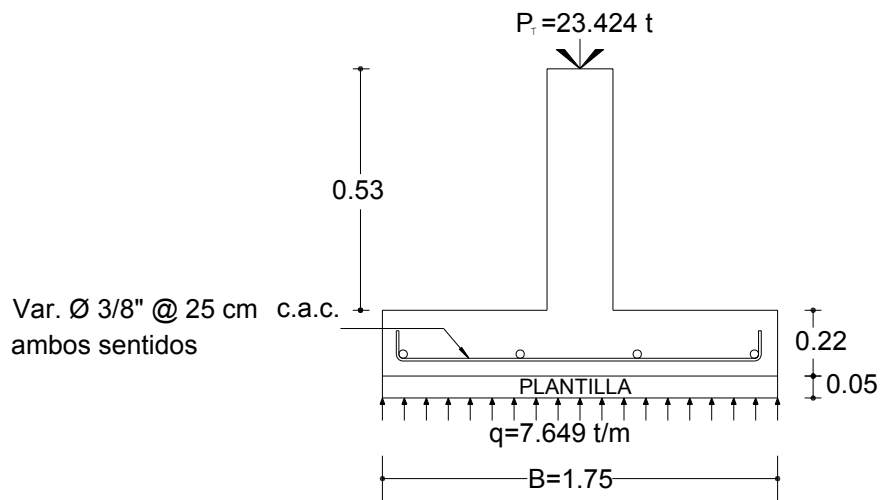
Después de realizar el análisis de la zapata, se obtuvieron las nuevas dimensiones y refuerzo necesarios para soportar la carga puntual que se muestran a continuación.



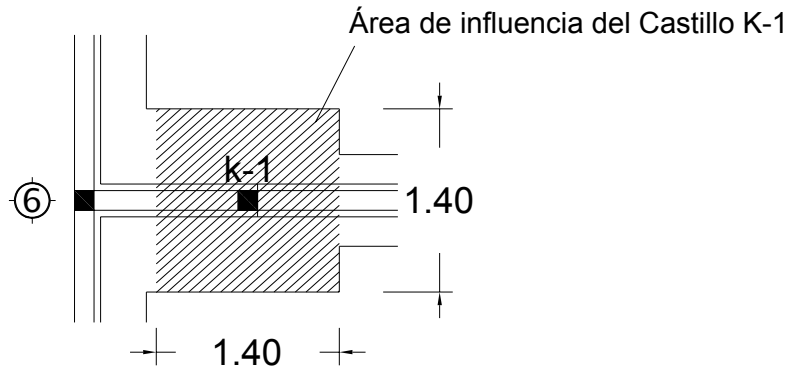
Diseño de la ampliación requerida para la zapata corrida interior del eje 6/C a la cual baja una carga de 19.52 Ton a través del castillo K-1.



Después de realizar el análisis de la zapata, se obtuvieron las nuevas dimensiones y refuerzo necesarios para soportar la carga puntual que se muestran a continuación.



Diseño de la ampliación requerida para la zapata corrida interior del eje 6/A-B a la cual baja una carga de 9.177 Ton a través del castillo K-1.



A) Cálculo de la descarga total en el tramo de área de influencia.

$$P_T = 7.238(0.55) + 9.177$$

$$P_T = 13.158t$$

B) Área de la ampliación.

$$A_z = \frac{P_T}{q_r}$$

$$A_z = B^2$$

$$A_z = \frac{13.158}{8.0}$$

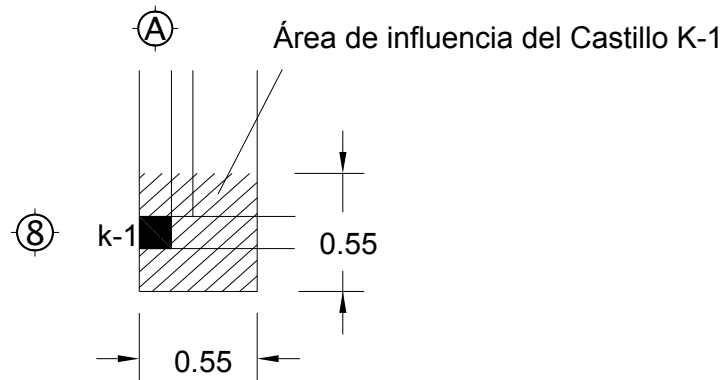
$$B^2 = 1.645$$

$$A_z = 1.645m^2$$

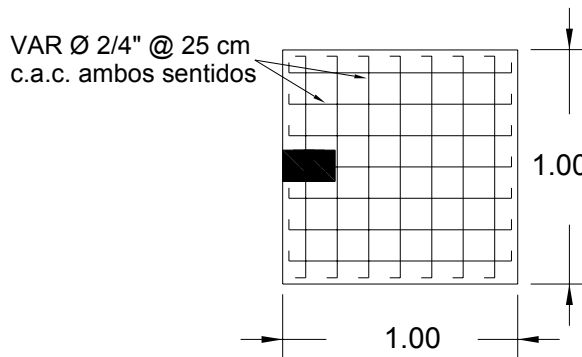
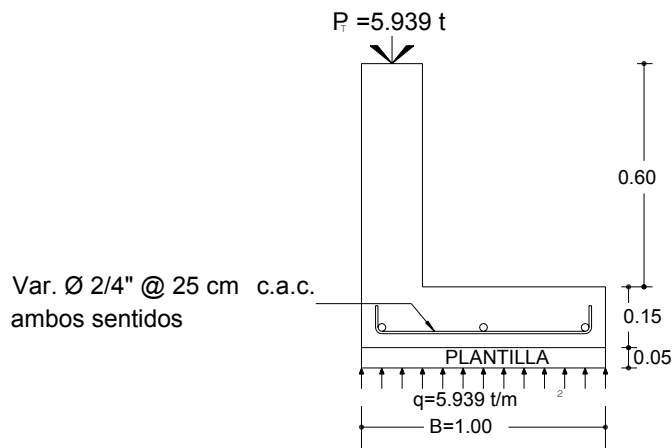
$$B = 1.28 \approx 1.30m$$

Como las dimensiones del área de influencia que soportan la carga transmitida por el castillo son mayores que las requeridas para soportar la carga que éste transmite por lo tanto no se requiere una ampliación en la zapata corrida interior.

Diseño de la ampliación requerida para la zapata corrida de lindero del eje 8/A a la cual baja una carga de 4.949 Ton a través del castillo K-1.



Después de realizar el análisis de la zapata, se obtuvieron las nuevas dimensiones y refuerzo necesarios para soportar la carga puntual que se muestran a continuación.



DISEÑO DE ZAPATA AISLADA

Datos de diseño

$$\begin{aligned}
 P_E &= 12.15 \text{ t} \\
 M_x &= 0.857 \text{ t-m} \\
 M_y &= 2.118 \text{ t-m} \\
 C_x &= 0.50 \text{ m} \\
 C_y &= 0.50 \text{ m} \\
 D_f &= 0.80 \text{ m} \\
 q_r &= 8 \text{ t-m}
 \end{aligned}$$

1) Descarga total

$$P_T = P_E + W_S + P_{EQUIVALENTE}$$

$$\begin{aligned}
 P_{EQUIVALENTE} &= 1.5 (M_y + M_x) \\
 P_{EQUIVALENTE} &= 1.5 (2.118 + 0.857) = 4.463 \text{ t}
 \end{aligned}$$

$$W_S = 0.3 (P_E) = 0.3 (12.15) = 3.646 \text{ t}$$

$$P_T = 12.15 + 3.429 + 4.463 = 20.042 \text{ t}$$

2) Dimensionamiento de la zapata

$$A_z = \frac{P_T}{q_r} \quad A_z = \frac{20.042}{8.00} = 2.505 \text{ m}^2$$

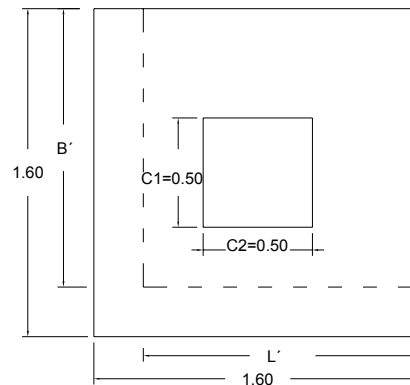
$$A_z = B \times L$$

$$\begin{aligned}
 \text{Se propone } B &= 1.60 \text{ m} \\
 L &= 1.60 \text{ m}
 \end{aligned}$$

3) Presión de contacto

$$q = \frac{P + W_S}{B'L'}$$

$$\begin{aligned}
 L' &= L - 2e_x \\
 B' &= L - 2e_y
 \end{aligned}$$



$$e_x = \frac{M_x}{P + W_s} = \frac{0.857}{12.15 + 3.646} = 0.054 \text{ m}$$

$$e_y = \frac{M_y}{P + W_s} = \frac{2.118}{12.15 + 3.646} = 0.134 \text{ m}$$

$$L' = 1.60 - 2(0.054) = 1.492 \text{ m}$$

$$B' = 1.60 - 2(0.134) = 1.332 \text{ m}$$

$$q = \frac{12.15 + 3.646}{1.332(1.492)} = 7.948 \text{ t/m}^2$$

$q < q_r$ Por lo tanto se aceptan las dimensiones

4) Presión neta última

$$q_{nu} = F.C. \cdot \frac{P}{B'L'} = 1.4 \left(\frac{12.15}{1.332(1.492)} \right) = 8.559 \text{ t/m}^2 = 0.856 \text{ Kg/cm}^2$$

F.C. = 1.4 (cargas gravitacionales)

5) Peralte requerido por cortante como viga ancha

$$d = \frac{q_{nu}(l)}{q_{nu} + V_{CR}} \quad l_1 = l_2 = \frac{L - C_x}{2} = \frac{B - C_y}{2} = \frac{1.60 - 0.50}{2} = 0.55 \text{ m}$$

$$V_{CR} = 0.5 F_R \sqrt{f^* c} = 0.5(0.8)\sqrt{200} = 5.657 \text{ kg/cm}^2$$

$$d = \frac{0.856(55)}{0.856 + 5.657} = 7.229 \text{ cm}$$

6) Peralte requerido por cortante por penetración

$$[q_{nu} + 4V_{CR}]d^2 + [(q_{nu} + 2V_{CR})(C_x + C_y)]d + q_{nu} C_x C_y - Pu = 0$$

$$V_{CR} = F_R \sqrt{f^* c} = 0.8\sqrt{200} = 11.314 \text{ kg/cm}^2$$

ó

$$V_{CR} = F_R \left(0.5 + \gamma\right) \sqrt{f^* c} = 0.8 \left(0.5 + \frac{50}{50}\right) \sqrt{200} = 16.971 \text{ kg/cm}$$

$$\gamma = \frac{C_2(\text{diam.menor})}{C_1(\text{diam.mayor})}$$

Rige el menor de los V_{CR} por lo tanto $V_{CR} = 11.314 \text{ kg/cm}^2$

$$P_u = F_c(P) = 1.4 (12.15) = 17.01 \text{ t} = 17010 \text{ kg}$$

$$[0.856 + 4(11.314)]d^2 + [(0.856 + 2(11.314))(50 + 50)]d + 0.856(50)(50) - 17010 = 0$$

$$46.112d^2 + 2263.656d - 14870 = 0$$

Resolviendo la ecuación obtenemos $d_1 = 5.867 \text{ cm}$
 $d_2 = -54.958 \text{ cm}$

$d = 5.867 \text{ cm}$ pero $d_{\min} = 10 \text{ cm}$ por lo tanto $d = 10 \text{ cm}$

Peralte $H = d + \text{recubrimiento} = 10 + 10 = 20 \text{ cm}$
 $H = 20 \text{ cm}$

Para verificar que el peralte obtenido es adecuado se revisara que $V_U < V_{CR}$

Revisión de la transmisión de momentos

$$V_U = P_u - q_{nu}A_f$$

$$A_f = (C_x + d)(C_y + d) = (50 + 10)(50 + 10) = 3600 \text{ cm}^2$$

$$V_U = 17010 - 0.856(3600) = 13928.4 \text{ kg}$$

Momentos de presión de contacto

Sentido X

$$M_{ux} = F_c M_x = 1.4 (0.857) = 1.2 \text{ Ton-m} = 1.2 \times 10^5 \text{ kg-cm}$$

$$0.2 V_u d = 0.2 (13928.4) (10) = 27856.8 \text{ kg-cm} = 0.278568 \times 10^5 \text{ kg-cm}$$

$M_{ux} > 0.2 V_u d$ por lo tanto sí hay transmisión de momento

Sentido Y

$$M_{uy} = F_c M_y = 1.4 (2.118) = 2.965 \text{ t-m} = 2.965 \times 10^5 \text{ Kg-cm}$$

$$0.2 Vu d = 0.2 (13928.4) (10) = 27856.8 \text{ kg-cm} = 0.278568 \times 10^5 \text{ kg-cm}$$

Muy > 0.2 Vu d por lo tanto si hay transmisión de momento

Como sí hay transmisión de momento en ambos sentidos, usaremos la siguiente expresión

$$vu = \frac{Vu}{b_0 d} + \frac{\alpha_x M_x C_{AB}}{J_{Cx}} + \frac{\alpha_y M_y C_{CD}}{J_{Cy}}$$

$$b_0 = 2[(Cx + d) + (Cy + d)] = 2[(50 + 10) + (50 + 10)] = 240 \text{ cm}$$

$$\alpha_x = 1 - \frac{1}{1 + 0.67 \sqrt{\frac{Cx + d}{Cy + d}}} = 1 - \frac{1}{1 + 0.67 \sqrt{\frac{50 + 10}{50 + 10}}} = 0.401$$

$$\alpha_y = 1 - \frac{1}{1 + 0.67 \sqrt{\frac{Cy + d}{Cx + d}}} = 1 - \frac{1}{1 + 0.67 \sqrt{\frac{50 + 10}{50 + 10}}} = 0.401$$

$$C_{AB} = \frac{Cx + d}{2} = \frac{50 + 10}{2} = 30 \text{ cm}$$

$$C_{CD} = \frac{Cy + d}{2} = \frac{50 + 10}{2} = 30 \text{ cm}$$

$$J_{Cx} = \frac{d(Cx + d)^3}{6} + \frac{(Cx + d)d^2}{6} + \frac{d(Cy + d)(Cx + d)^2}{2}$$

$$J_{Cx} = \frac{10(60)^3}{6} + \frac{(60)10^2}{6} + \frac{10(60)(60)^2}{2} = 1441000 \text{ cm}^4$$

$$J_{Cy} = \frac{d(Cy + d)^3}{6} + \frac{(Cy + d)d^2}{6} + \frac{d(Cx + d)(Cy + d)^2}{2}$$

$$J_{Cy} = \frac{10(60)^3}{6} + \frac{(60)10^2}{6} + \frac{10(60)(60)^2}{2} = 1441000 \text{ cm}^4$$

$$vu = \frac{13928.4}{240(10)} + \frac{0.401(0.857 \times 10^5)(30)}{1441000} + \frac{0.401(2.118 \times 10^5)(30)}{1441000} = 8.287 \text{ kg/cm}^2$$

Comparando $v_u = 8.287 \text{ kg/cm}^2 < V_{CR} = 11.314 \text{ kg/cm}^2$

Por lo tanto se acepta el peralte

Comparación del W_{real} con el W_s

	h(m)	B(m)	L(m)	$\gamma(\text{t/m})$	W(t)
W plantilla	0,05	1.60	1.60	2,2	0.282
W losa	0,20	1.60	1.60	2,4	1.230
W dado	0,55	0.50	0.50	2.4	0.330
W relleno	0,55	0.55	4.20	1,3	2.414
				Σ	4.256

$W_{\text{real}} = 4.256 \text{ t} > W_s = 3.646 \text{ t}$

Debido a que peso real es mayor que peso supuesto se revisará la presión de contacto con el peso real.

$$q = \frac{12.15 + 4.256}{1.332(1.492)} = 8.255 \text{ t/m}^2$$

$q / q_r = 8.255/8.000 = 1.03$ tomando un intervalo aceptable de variación del $\pm 10 \%$, se acepta la zapata.

7) Diseño por flexión

$$Mu = \frac{q_{nu} l^2}{2} = \frac{8.559(0.55)^2}{2}$$

$$Mu = 1.295 \text{ t} - m$$

$$\rho = \frac{f''c}{fy} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2Mu}{F_R bd^2 f''c}} \right] = \frac{170}{4200} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2(1.295 \times 10^5)}{0.9(100)(10)^2 (170)}} \right]$$

$$\rho = 0.003585$$

$$\rho_{\min} = \frac{0.7\sqrt{f'c}}{f_y} = \frac{0.7\sqrt{250}}{4200} = 0.00263$$

$$\rho_{\max} = 0.75\rho_b = 0.75(0.020) = 0.015$$

$$\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$$

∴ Se utilizará $\rho = 0.003585$

$$A_s = \rho b d$$

$$A_s = (0.003585)(100)(10)$$

$$A_s = 3.585\text{cm}^2$$

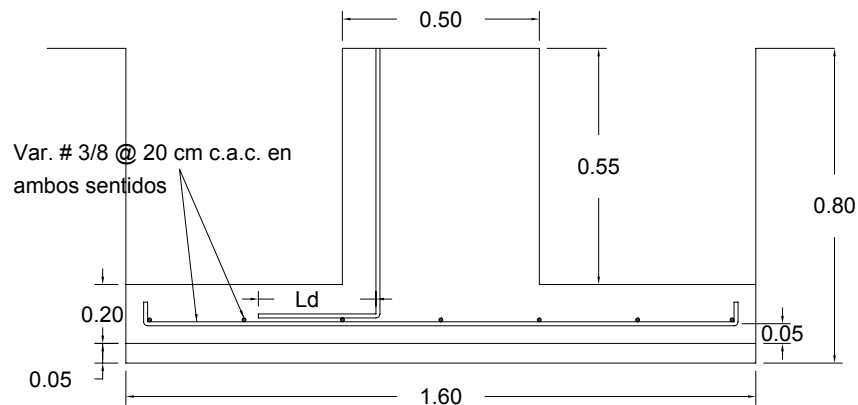
Proponiendo varillas # 3 $a_0 = 0.71\text{cm}^2$.

$$s = \frac{100(0.71)}{3.585}$$

$$s = 19.80\text{cm}$$

Se usarán varillas No 3 @ 20 cm c.a.c. en ambos sentidos

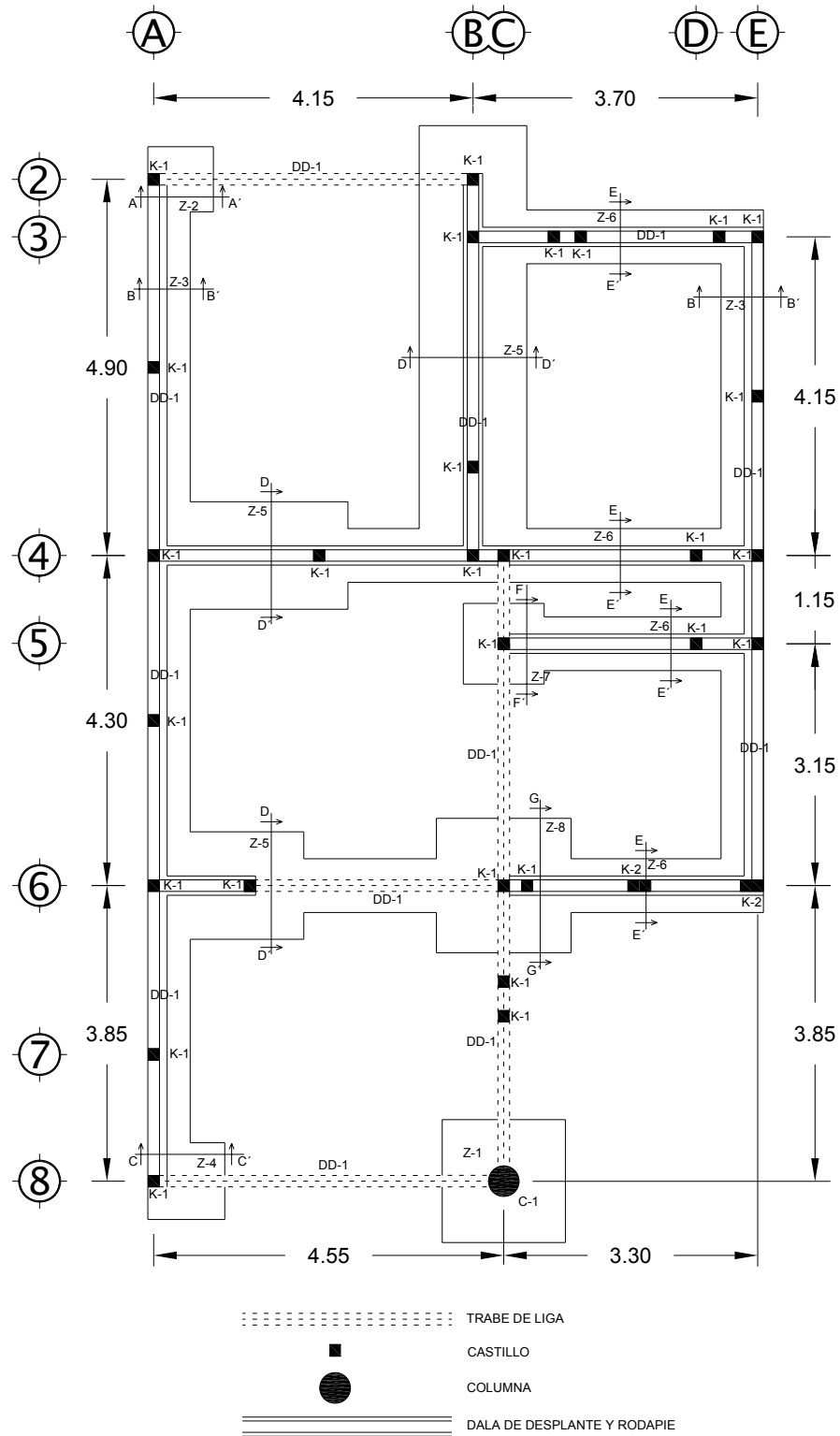
No se requiere acero por temperatura en el lecho superior debido a que el peralte es menor que 30 cm.



CAPITULO 7

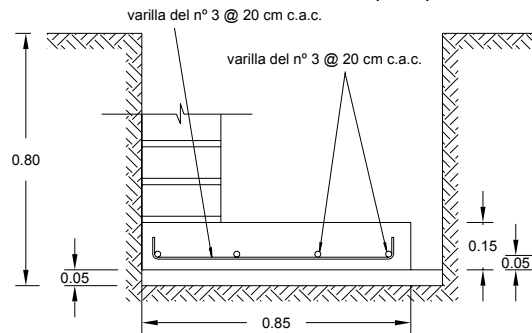
“PLANOS ESTRUCTURALES”

PLANO DE CIMENTACIÓN

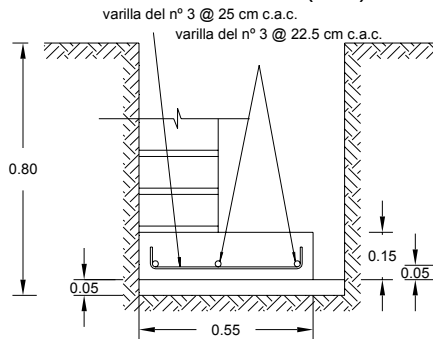


Detalles de secciones de cimentación

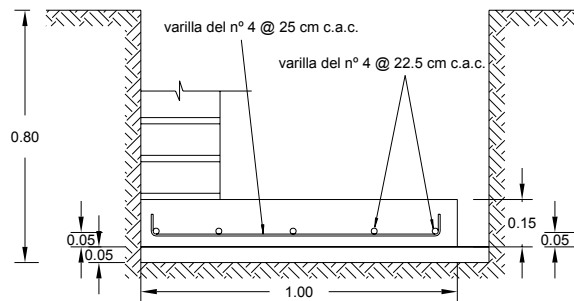
SECCIÓN A-A' (Z-2)



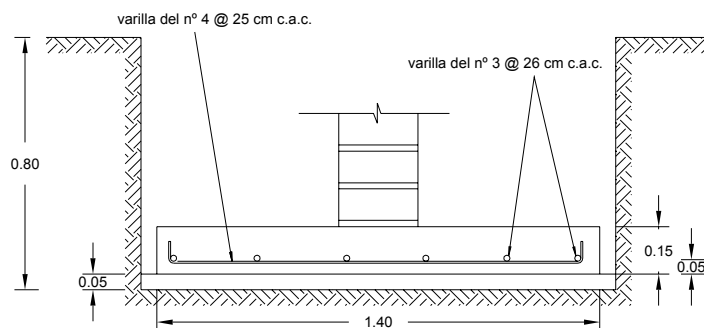
SECCIÓN B-B' (Z-3)



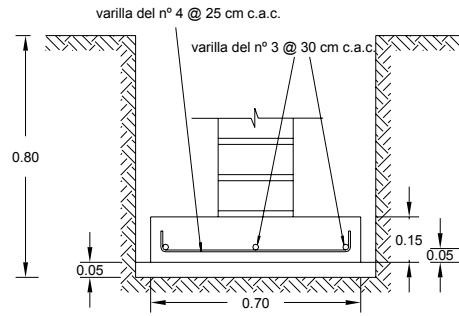
SECCIÓN C-C' (Z-4)



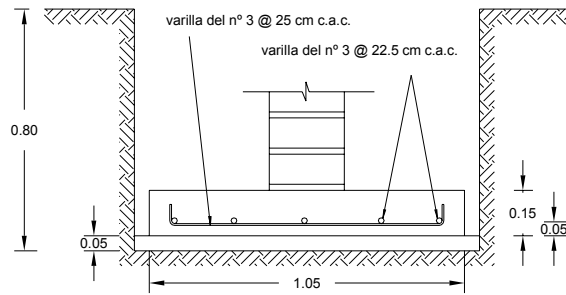
SECCIÓN D-D' (Z-5)



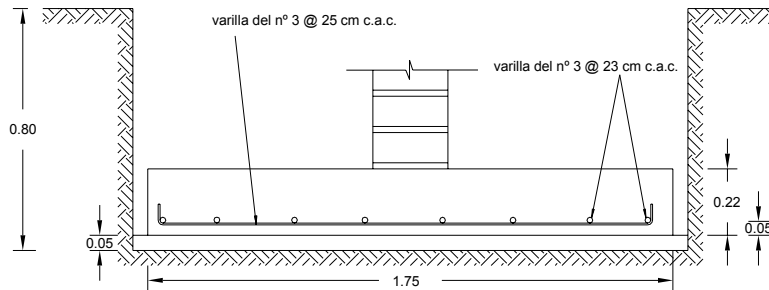
SECCIÓN E-E' (Z-6)



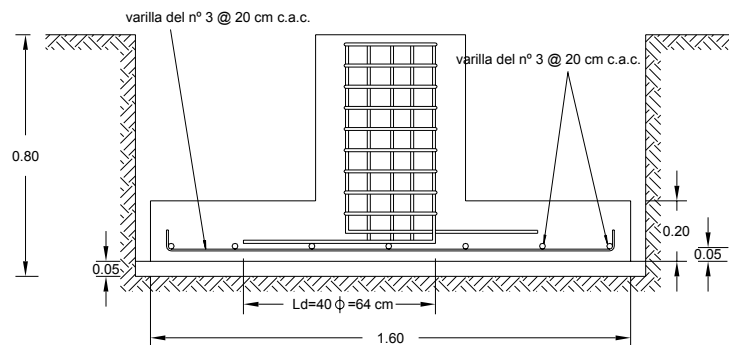
SECCIÓN F-F' (Z-7)



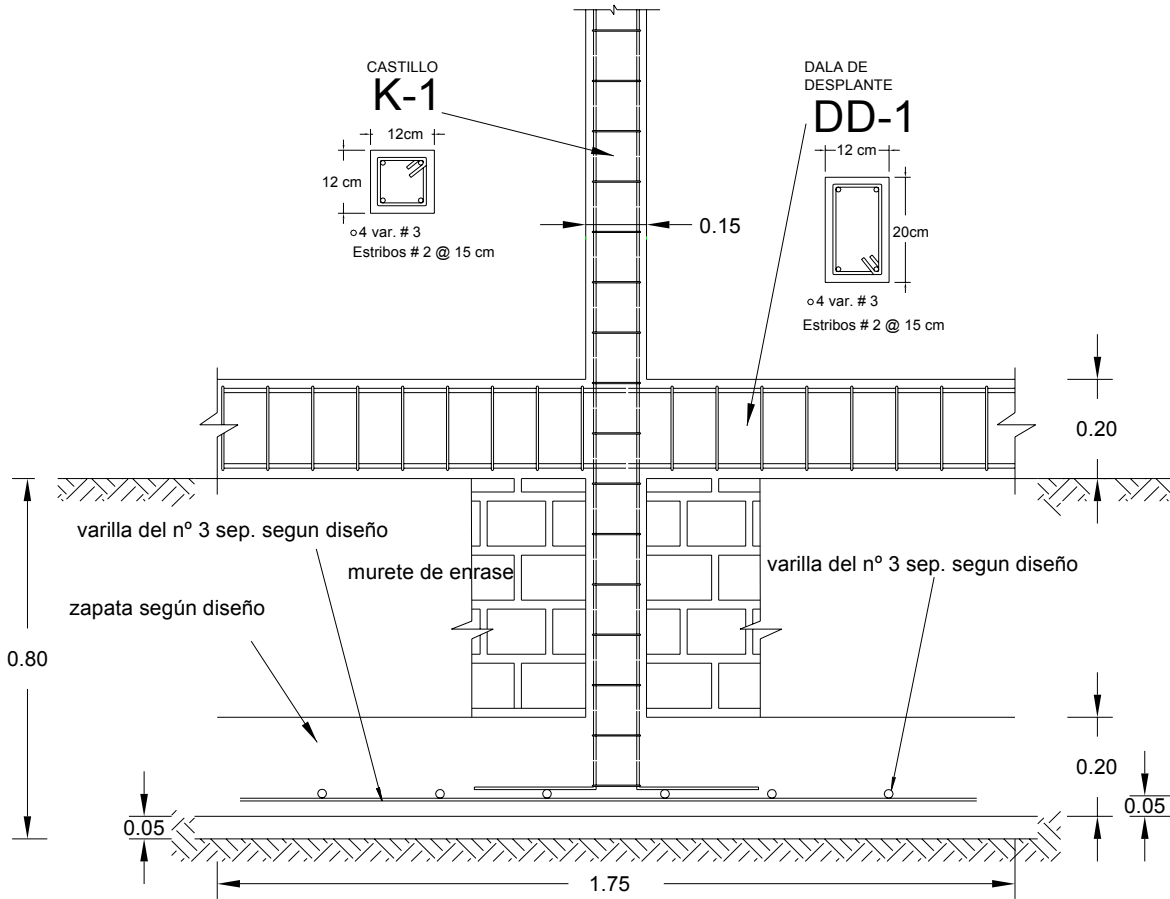
SECCIÓN G-G' (Z-8)



ZAPATA AISLADA Z-1

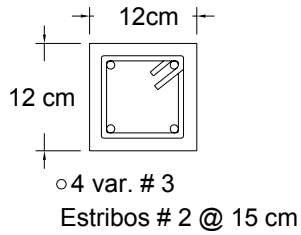


DETALLE DE ANCLAJE DE CASTILLOS Y DALAS DE DESPLANTE

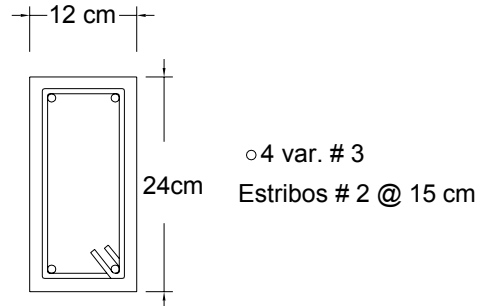


DETALLES DE ARMADO DE CASTILLOS, DALAS Y COLUMNAS

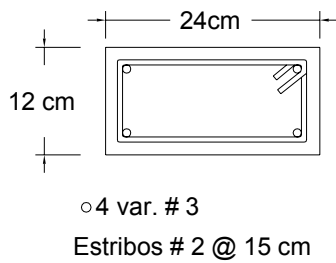
K-1



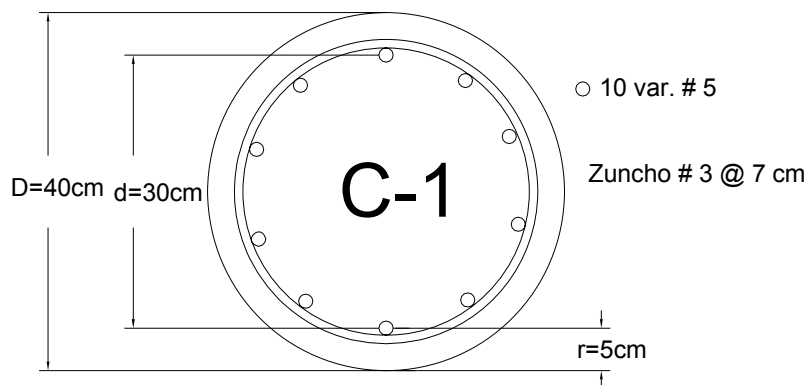
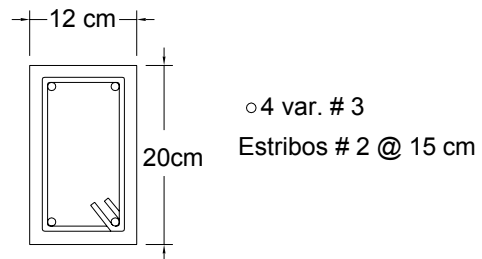
DC-1



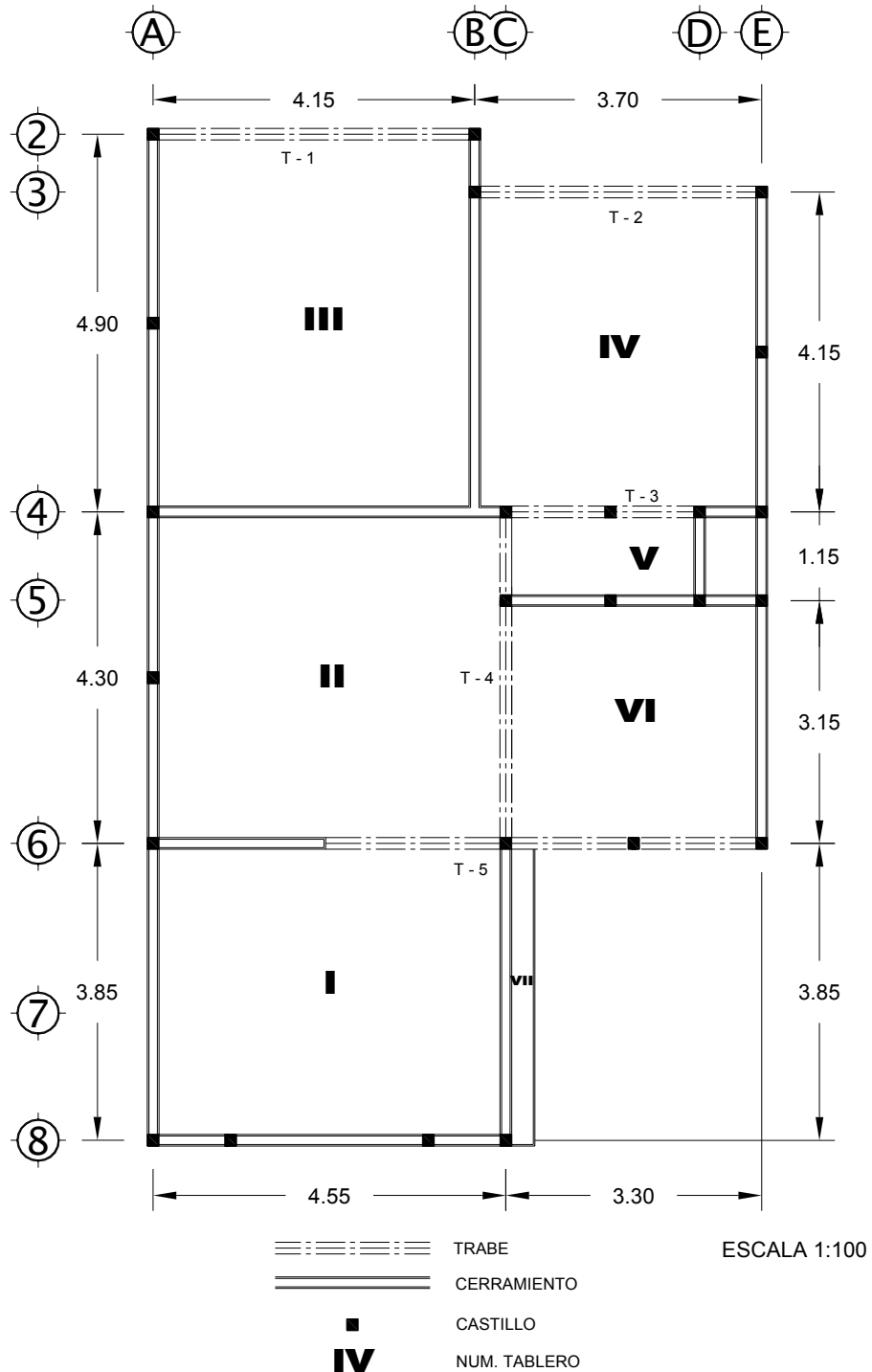
K-2



DD-1

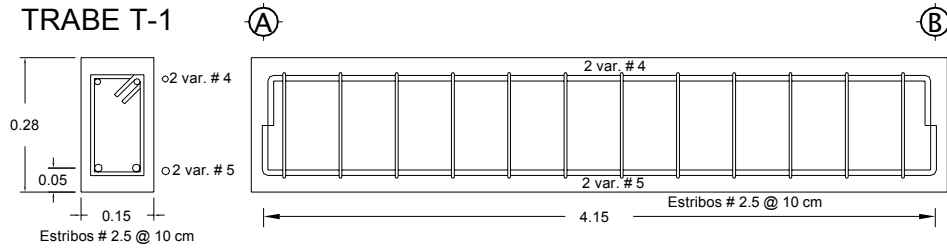


DISTRIBUCIÓN DE TRABES EN PLANTA BAJA

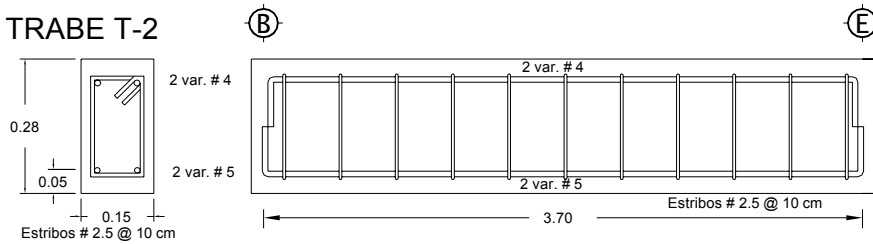


DETALLE DE ARMADO DE TRABES DE PLANTA BAJA

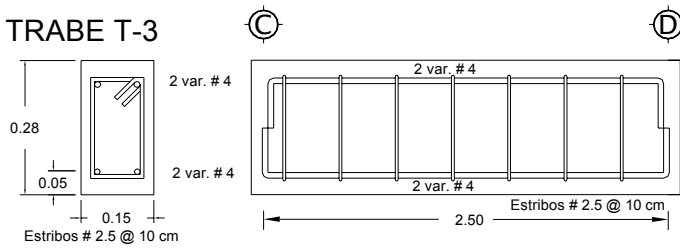
TRABE T-1



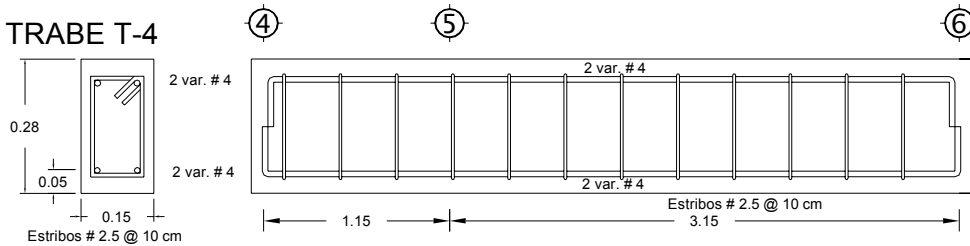
TRABE T-2



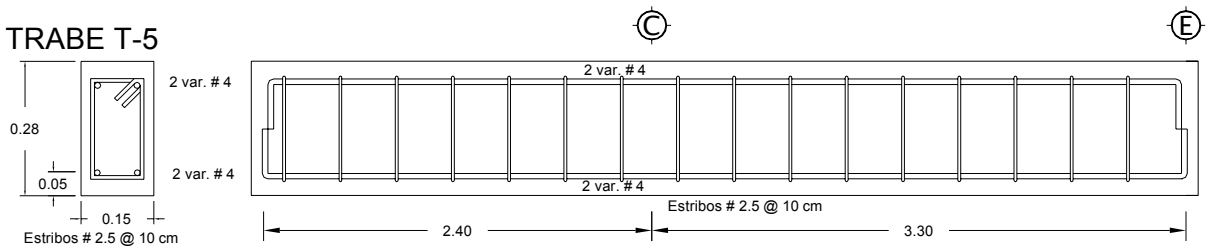
TRABE T-3



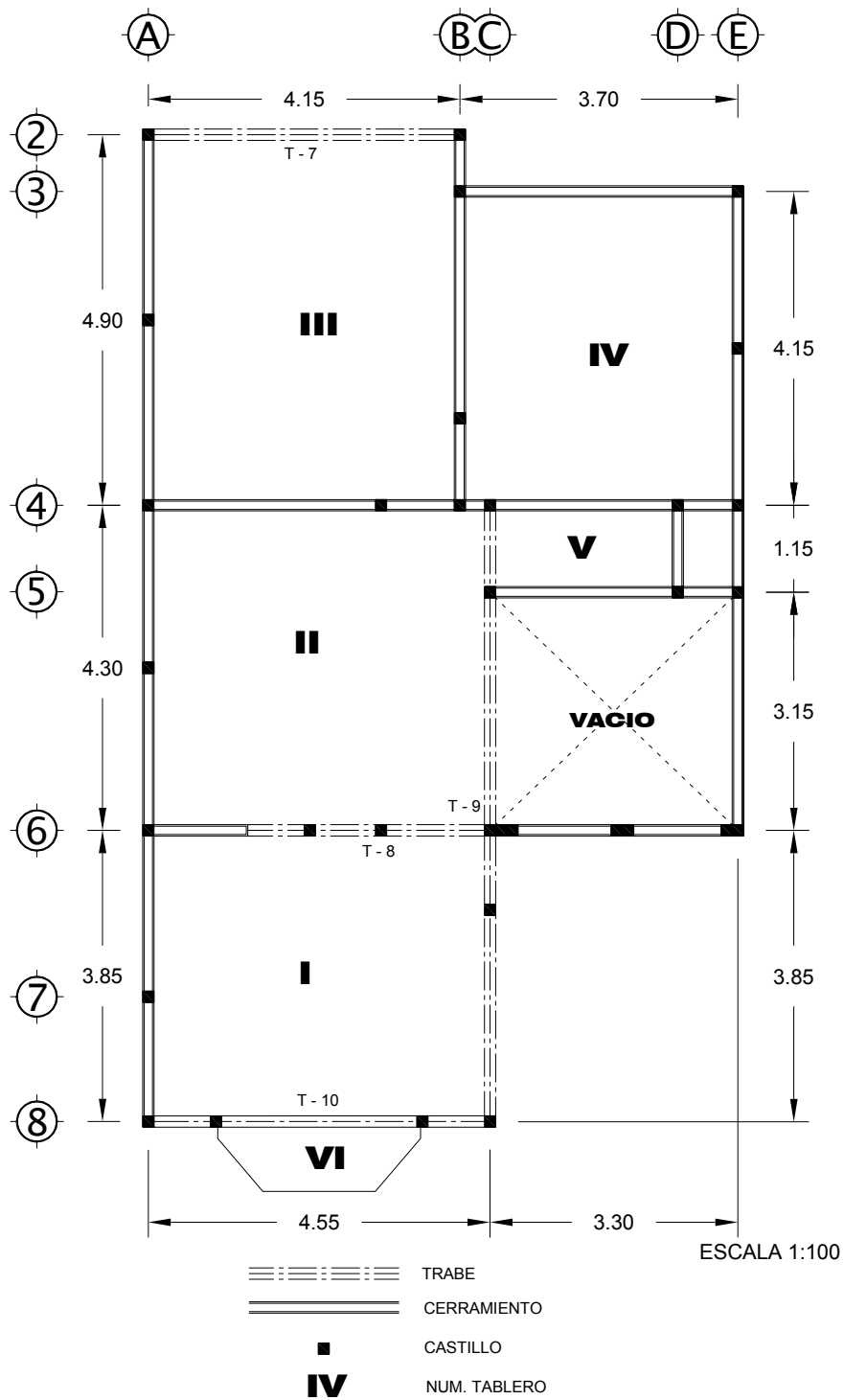
TRABE T-4



TRABE T-5

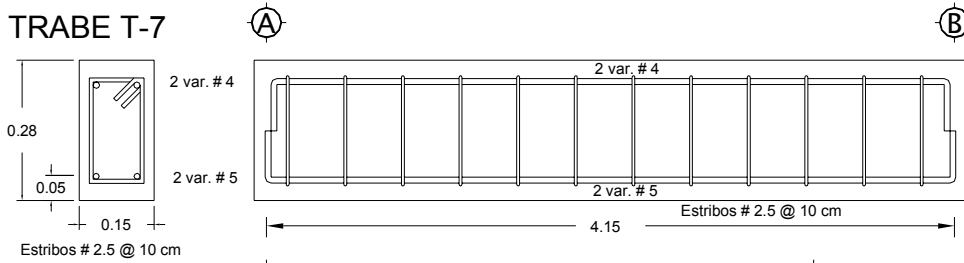


DISTRIBUCIÓN DE TRABES EN PLANTA ALTA

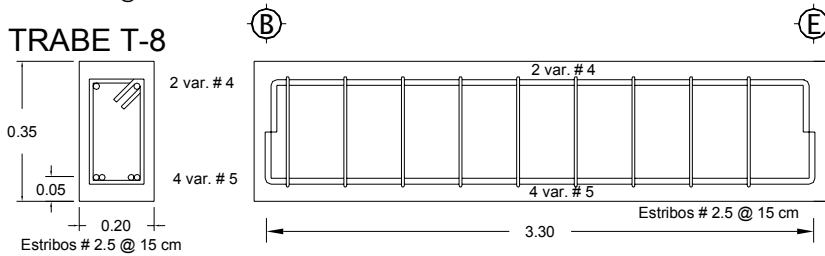


DETALLE DE ARMADO DE TRABES DE PLANTA LTA

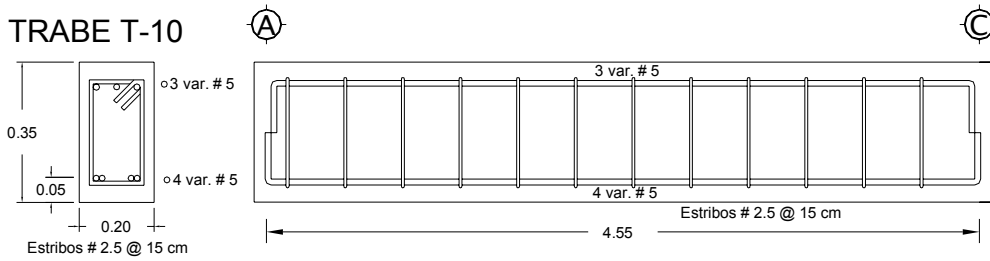
TRABE T-7



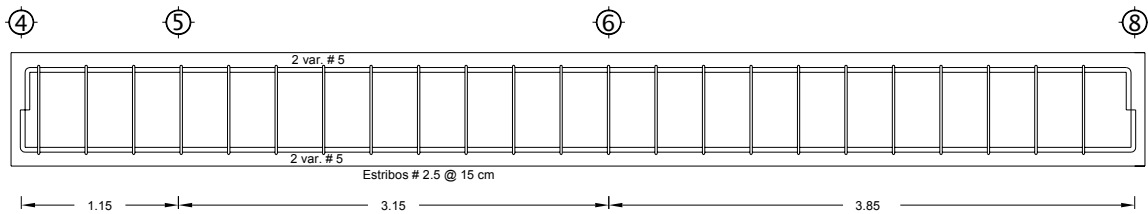
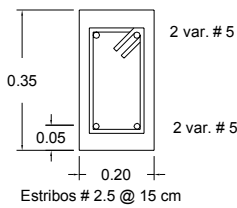
TRABE T-8



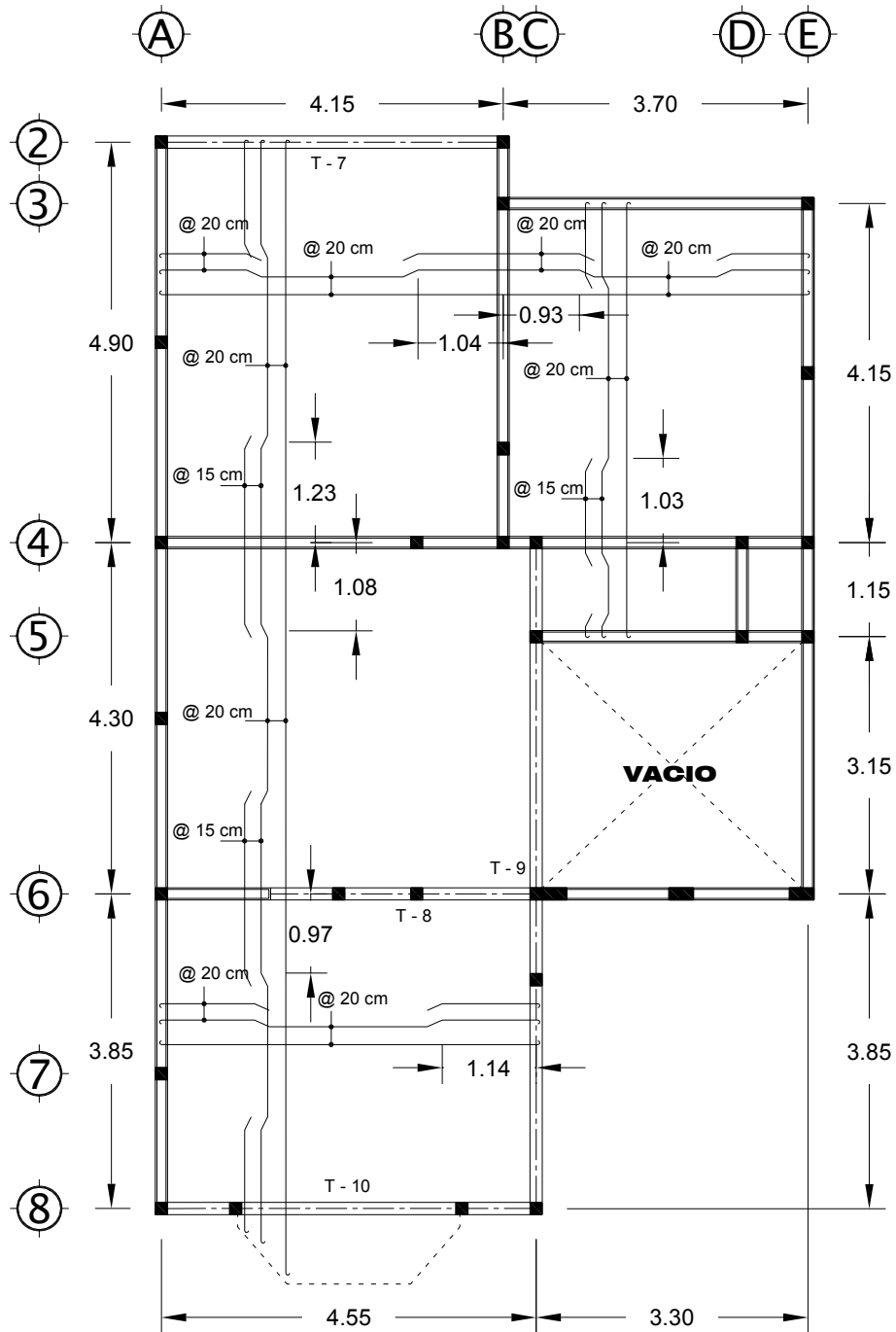
TRABE T-10



TRABE T-9



PLANO ESTRUCTURAL DE LOSA DE ENTREPISO

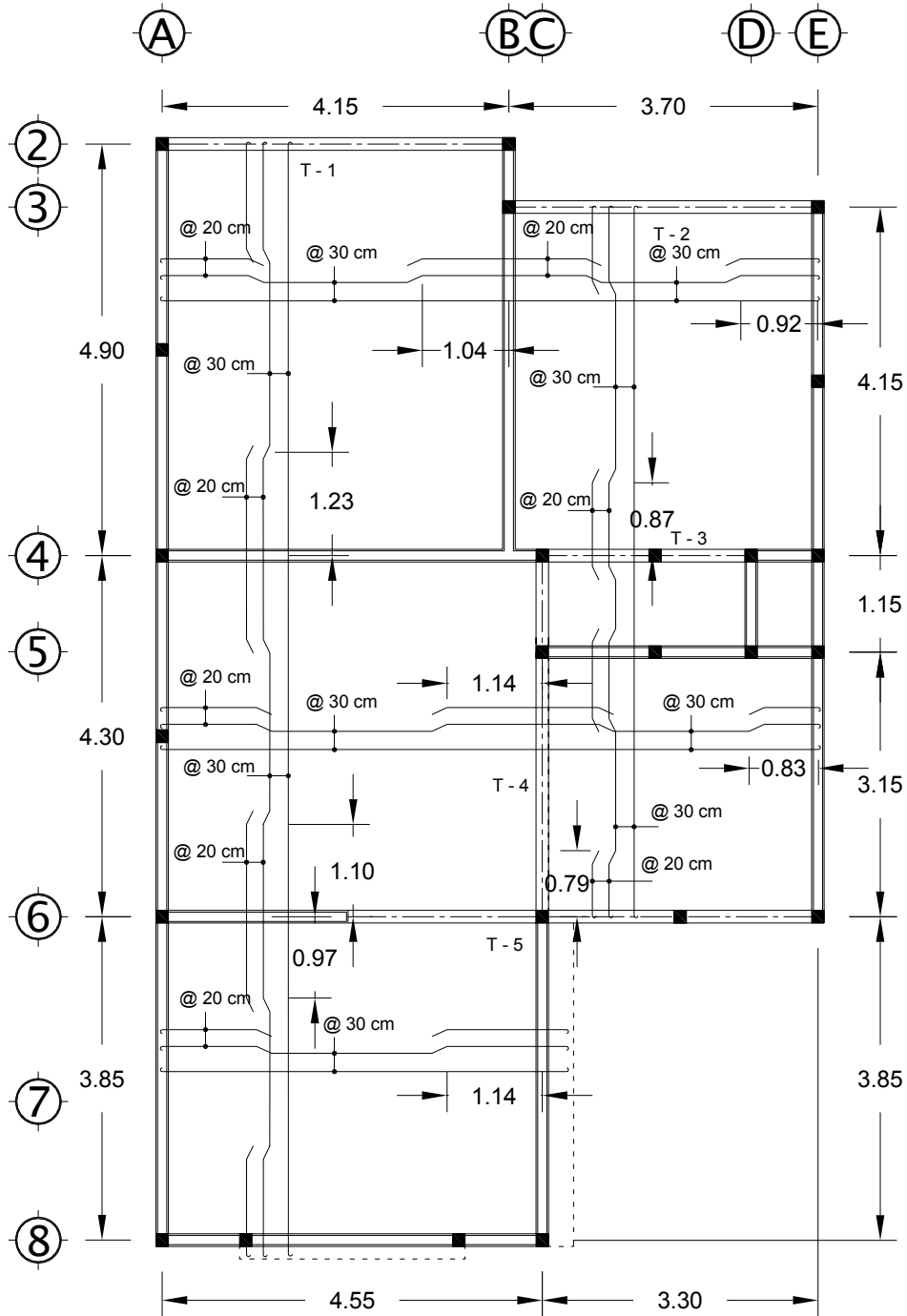


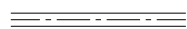


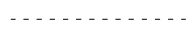
- TRABE
- CERRAMIENTO
- CASTILLO
- LIMITE DE LOSA

LOSA DE CONCRETO $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$
 PERALTE DE LOSA 13 cm
 ARMADA CON VARILLA DE 3/8"



PLANO ESTRUCTURAL DE LOSA DE AZOTEA



-  TRABE
-  CERRAMIENTO
-  CASTILLO
-  LIMITE DE LOSA

LOSA DE CONCRETO $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$

PERALTE DE LOSA 13 cm

ARMADA CON VARILLA DE 3/8"



ESPECIFICACIONES CONSTRUCTIVAS

- **Acero**

El acero utilizado en losas, trabes, columnas, castillos y dalas será de:

$$f_y = 2400 \text{ kg/cm}^2$$

- **Concreto**

Losas: concreto de un $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$

Trabes y columnas: concreto de un $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$

Dalas y castillos: concreto de un $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$

Plantillas: concreto de un $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$

- **Muros de mampostería**

Muros de tabique de barro rojo recocido 6 x 12 x 21 cm

La mampostería se asentará con mortero de cemento:cal:arena (1:1/4:3).

- **Especificaciones generales**

- Todas las acotaciones son en metros.
- Tamaño máximo del agregado será de 3/4 “.
- Los recubrimientos mínimos serán los especificados en los planos.
- Todo el acero de refuerzo deberá estar anclado en sus extremos a escuadra en la longitud que se indica en los planos y detalles constructivos.

CONCLUSIONES

Durante la realización de este trabajo, aclaré muchas ideas respecto al diseño de los elementos estructurales que componen una casa habitación, ya que el estudio de cada uno de ellos en específico, me ayudo a comprender su comportamiento al momento de estar trabajando y al estar cumpliendo cada uno de ellos la función para la que fueron diseñados.

Concluyo mencionando la importancia de realizar un buen cálculo estructural ya que la realización de éste, tiene beneficios que son muy importantes como lo son la realización de una estructura segura para sus habitantes y en la actualidad otro punto muy importante a cuidar, es el de la economía, ya que lo primordial en toda obra es el obtener una estructura segura, de calidad y al menor costo posible. Esto solo se logra con un buen proyecto estructural y con una buena supervisión de obra y por consecuencia obtendremos la optimización de costos en todos los aspectos, además de una obra estable y segura.