

MEMORIA DE CÁLCULO





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

CRITERIO ESTRUCTURAL



Se empleará un sistema de cimentación en base a mampostería de piedra braza, pegada con mezcla de mortero-arena, dado que la estructura principal consiste en muros de carga de tabique de barro rojo recocido; y columnas de concreto armado las cuales serán cimentadas con zapatas aisladas de concreto armado; las cubiertas serán construidas con losas macizas de concreto armado con espesor no menor a 10cm.; y cubierta de lámina galvanizada con estructura de acero (P.T.R.) a 2 aguas. En los claros donde lo requiera se manejarán traveses de concreto armado, cuyas dimensiones y especificaciones de armado serán determinadas por cálculo estructural; además de pergolado exterior a base de estructura de acero (Ángulo) recubierto de tablavento en sus 4 caras.

Especificaciones ACI-318-71
Diseño elástico Concreto $F'c=200\text{Kg/cm}^2$

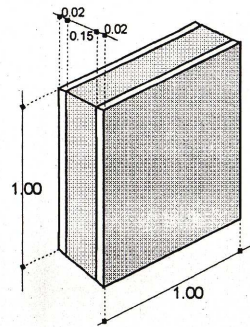


MATERIALES:	PESO:
-Concreto armado.....	2400Kg/m ³
-Tabique de barro rojo recocido.....	240Kg/m ²
-Mezcla de mortero-arena.....	1650Kg/m ³
-Mampostería de piedra braza.....	2200Kg/m ³
-Tierra suelta seca.....	1200Kg/m ³
-Tierra compactada.....	1400Kg/m ³
-Vidrio.....	1800Kg/m ³
-Lámina galvanizada Pintro cal. 24.....	4.88Kg/m ²
-Canaleja de lamina galvanizada lisa.....	4.88Kg/m ²
-Monten de 3"- 1 3/4" calibre 16.....	2.15Kg/ml
-P.T.R. 2".....	5.54Kg/ml
-Ángulo de 1 1/2".....	2.68Kg/ml
-Ángulo de 1".....	1.73Kg/ml
-Tablavento (Durock).....	14.60Kg/m ²
-Falso plafón (Panel Rey).....	7.40Kg/m ²

CARGA VIVA: Se estima según reglamento de construcciones para el D.F. en vigencia, para centros comerciales y lugares de reunión pública una carga viva de 300Kg/m².

ANÁLISIS DE CARGAS:

A) MUROS DE TABIQUE DE BARRO ROJO RECOCIDO DE 14CM DE ESPESOR APLANADO CON MEZCLA DE MORTERO-ARENA EN AMBAS CARAS.



Muro de tabique de barro:
 $0.15 \times 1.00 \times 1.00 \times 1600 = 240 \text{Kg/m}^2$
Aplanado de mezcla:
 $(0.02 \times 1.00 \times 1.00) 2 \times 1650 = 66 \text{Kg/m}^2$

CARGA TOTAL DE MURO = 306Kg/m²

B) LOSA DE CONCRETO ARMADO PARA AZOTEA

W losa:
 $0.10 \times 1.00 \times 1.00 \times 2400 = 240 \text{Kg/m}^2$

W Plafond y mortero:
 $0.05 \times 1.00 \times 1.00 \times 900 = 45 \text{Kg/m}^2$

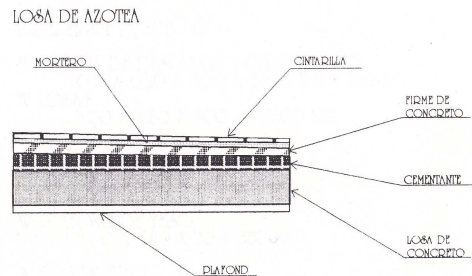
W Firme de concreto:
 $0.05 \times 1.00 \times 1.00 \times 2200 = 110 \text{Kg/m}^2$

W Cementante:
 $0.15 \times 1.00 \times 1.00 \times 1100 = 165 \text{Kg/m}^2$

W Cintarilla:
 $0.01 \times 1.00 \times 1.00 \times 1500 = 15 \text{Kg/m}^2$

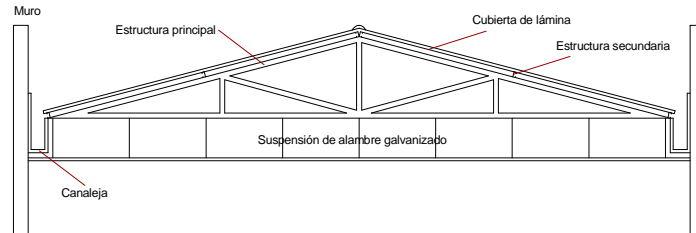
W viva: $= 100 \text{Kg/m}^2$

CARGA TOTAL DE LOSA = 675Kg/m²



C) CUBIERTA DE LÁMINA GALVANIZADA CON ESTRUCTURA DE ACERO A DOS AGUAS

(Área tributaria de 13.12m²)



W Lámina galvanizada pintor calibre 24:

$$4.88 \times 13.12 = 64.07\text{Kg}$$

W Estructura secundaria (Monten 3" – 1 3/4"):

$$2.15 \times 15.18 = 32.63\text{Kg}$$

W Estructura principal (PTR 2"):

$$5.54 \times 16.78 = 92.96\text{Kg}$$

W Falso plafón (Panel rey) con suspensión:

$$7.40 \times 13.12 = 97.08\text{Kg}$$

W Canaleja de lámina galvanizada lisa calibre 24:

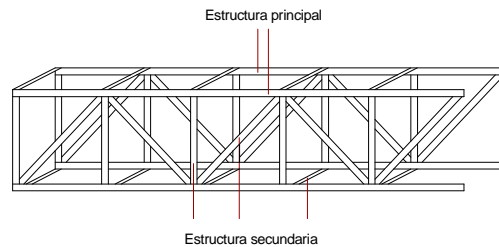
$$4.88 \times 2.53 \times 2 = 24.71\text{Kg}$$

CARGA SUBTOTAL DE CUBIERTA = 311.45Kg / 13.12m²

CARGA TOTAL DE CUBIERTA = 23.73Kg/m²

D) PERGOLADO A BASE DE ARMADURA DE ACERO RECUBIERTA CON TABLACEMENTO

(Analizando 3.00m)



W Estructura principal (Ángulo 1 1/2"):

$$2.68 \times 3 \times 4 = 32.16\text{Kg}$$

W Estructura secundaria (Ángulo 1"):

$$1.73 \times 0.85 \times 10 = 14.70\text{Kg}$$

$$1.73 \times 0.60 \times 10 = 10.38\text{Kg}$$

$$1.73 \times 0.30 \times 10 = 5.19\text{Kg}$$

W Tablavento (Durock):

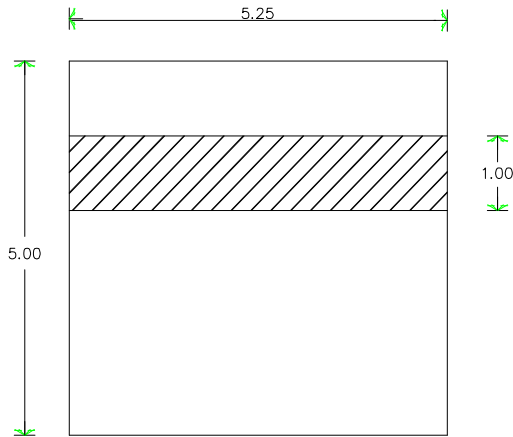
$$14.60 \times 5.40 = 78.84\text{Kg}$$

CARGA SUBTOTAL DE PERGOLADO = 141.27Kg / 3.00m

CARGA TOTAL DE PERGOLADO = 47.09Kg/m

CÁLCULO DE LOSA MACIZA (SALA EXPULSIÓN):

$\delta = \frac{5.25}{5.00} = 1.05 < 1.50$. ∴ será armada en ambos sentidos



Simbología:

- Q = Constante de diseño
Q = 15
- j = Constante de cálculo
j = 0.87
- fs = Esfuerzo permisible del acero
fs = 2100
- f'c = Esfuerzo permisible del concreto
f'c = 200

Repartiendo W:

$$l = 5.00 \quad l^4 = 625.00$$

$$L = 5.25 \quad L^4 = 759.70$$

Claro corto:

$$Wl = \frac{W L^4}{L^4 + l^4} = \frac{600 (5.25)^4}{754.70 + 625.00} = 330.37 \text{Kg}$$

Claro largo:

$$WL = \frac{W l^4}{L^4 + l^4} = \frac{600 (5.00)^4}{754.70 + 625.00} = 271.80 \text{Kg}$$

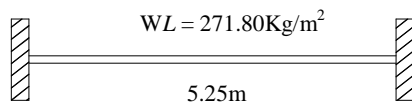
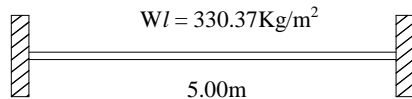
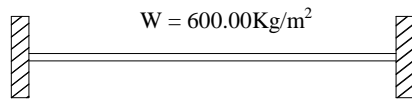
Momentos:

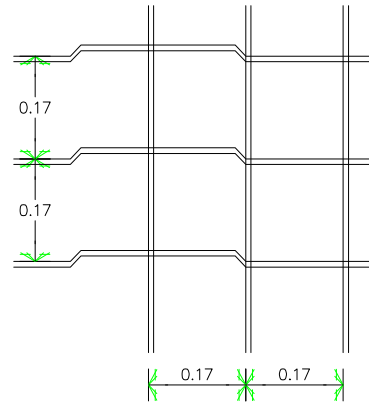
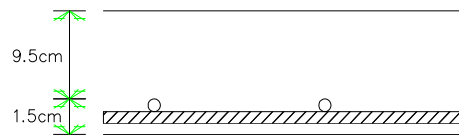
$$M_{\text{cent}} = \frac{Wl^2}{24} = \frac{330.37(5.00)^2}{24} = 344.13 \text{Kg/m}$$

$$M_{\text{emp}} = \frac{Wl^2}{12} = \frac{330.37(5.00)^2}{12} = 688.27 \text{Kg/m}$$

$$M_{\text{cent}} = \frac{WL^2}{24} = \frac{271.80(5.25)^2}{24} = 312.14 \text{Kg/m}$$

$$M_{\text{emp}} = \frac{WL^2}{12} = \frac{271.80(5.25)^2}{12} = 624.29 \text{Kg/m}$$





Peralte:

$$d = \frac{\sqrt{M}}{Q_b} = \frac{\sqrt{68.827}}{15(100)}$$

$$d = 6.77 \text{ cm} \therefore h = 6.77 + 1.5 = 8.27 \text{ cm}$$

Revisando:

$$h = \frac{P}{180} = \frac{2(5.00 + 5.25)}{180} = 0.11 \text{ m} \Rightarrow \underline{h = 11 \text{ cm}}$$

Area de acero (claro corto):

$$A_s = \frac{W}{F_s \cdot j \cdot d} = \frac{68.827}{2,100 \cdot 0.87(9.5)} = 3.96 \text{ cm}^2 \therefore 6 \text{ vs } 3/8'' \emptyset$$

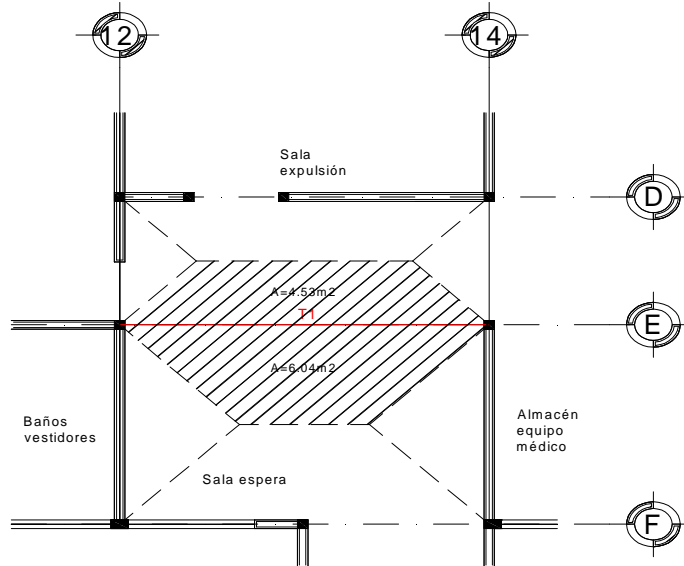
$$@ = \frac{100}{6} = \frac{68.827}{2,100 \cdot 0.87(9.5)} = 16.66 \text{ cm} \therefore \underline{@ = 17 \text{ cm}}$$

Area de acero (claro largo):

$$A_s = \frac{W}{F_s \cdot j \cdot d} = \frac{62.429}{2,100 \cdot 0.87(9.5)} = 3.60 \text{ cm}^2 \therefore 6 \text{ vs } 3/8'' \emptyset$$

$$@ = \frac{100}{6} = \frac{68.827}{2,100 \cdot 0.87(9.5)} = 16.66 \text{ cm} \therefore \underline{@ = 17 \text{ cm}}$$

CÁLCULO DE TRABE DE CONCRETO T1 (EJE "E"- ENTRE EJES "12-14") :



Cargas soportadas:

W losa:
 $10.57\text{m}^2 (675.00\text{Kg/m}^2) = 7,134.75\text{Kg}$

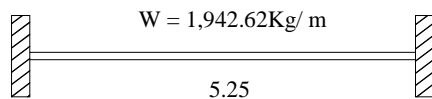
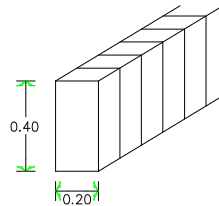
W muro de tabique aplanado a 2 caras:
 $6.72\text{m}^2 (306.00\text{Kg/m}^2) = 2,056.00\text{Kg}$

Wpp trabe:
 $0.40\text{m} \times 0.20\text{m} \times 5.25\text{m} (2,400\text{Kg/m}^3) = 1,008.00\text{Kg}$

P = 10,198.75Kg

$W = \frac{P}{l} \Rightarrow \frac{10,198.75}{5.25}$

$\therefore W = 1,942.61\text{Kg/m}$



Momentos:

$M_{\text{emp}} = \frac{WL^2}{12} = \frac{1,942.61(5.25)^2}{12} = 4,461.93\text{Kg}$

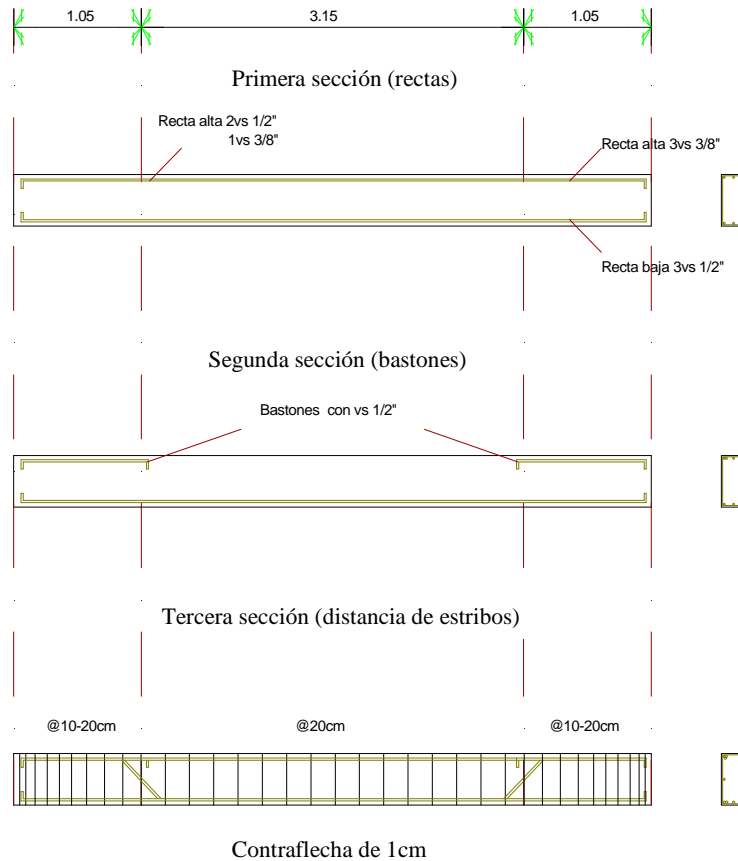
$M_{\text{cent}} = \frac{WL^2}{24} = \frac{1,942.61(5.25)^2}{24} = 2,230.96\text{Kg}$

Base:

$b = \frac{l}{24} \Rightarrow \frac{525}{24} = 21.80\text{cm} \therefore \mathbf{b = 20cm}$

Peralte:

$d = 2.72 \sqrt{\frac{M}{b}} \Rightarrow 2.72 \sqrt{\frac{4,461.93}{20}} = 40.62\text{cm} \therefore \mathbf{d = 40cm}$



Área de acero en el empotramiento:

$$As_{emp} = \frac{W}{F_s * j d} = \frac{446,193}{2,100 * 0.87(40)} = \underline{6.10cm^2} \therefore 3vs 1/2''\emptyset$$

$$3vs 3/8''\emptyset$$

Área de acero en el centro:

$$As = 1/2 As_{emp} = \underline{3.05cm^2} \therefore 2vs 1/2''\emptyset$$

$$1vs 3/8''\emptyset$$

Área de acero de los estribos:

As e = 1% del área principal de acero de refuerzo

$$As e = 0.01 (6.10) = \underline{0.61cm^2} \therefore vs 5/16''\emptyset$$

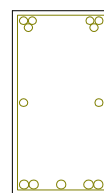
Separación de los estribos:

Centro:
@ ≤ b ∴ **@20cm**

Extremo:
@ ≤ $\frac{b}{2}$ ∴ **@10cm**

Contraflecha:

$$\Delta = \frac{L}{360} = \underline{0.01m}$$

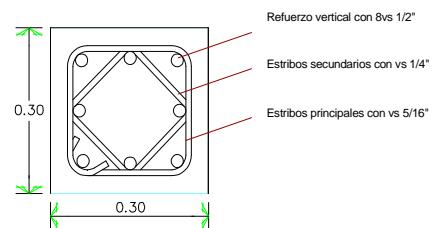
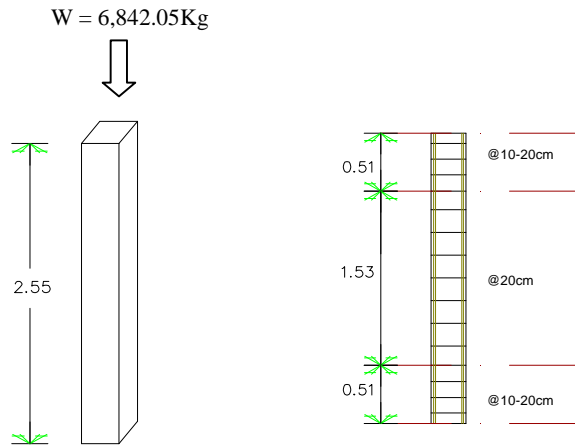
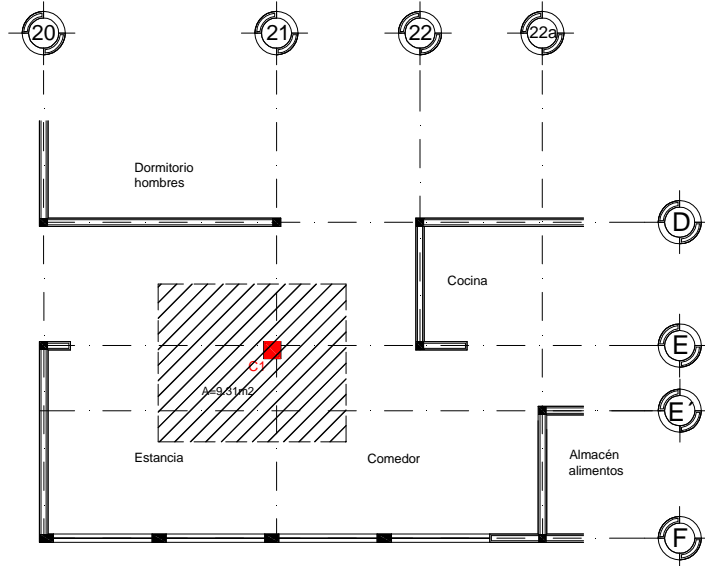


Acero de Temperatura 4vs de 3/8", 2vs de 1/2"

Acero de Refuerzo 2vs de 3/8"

Acero de carga 5vs de 1/2"

CÁLCULO DE COLUMNA DE CONCRETO C1 (ENTRE EJES “E-21”) :



Cargas soportadas:

W losa:
 $9.31 \text{ m}^2 (675.00 \text{ Kg/m}^2) = 6,290.05 \text{ Kg}$

W trabes:
 $0.25 \text{ m} * 0.15 * 6.15 \text{ m} (2,400 \text{ Kg/m}^3) = 552.00 \text{ Kg}$

P = 6,842.05 Kg

$P = 0.8 \phi [0.85 f'c (Ag - Ast) + fy Ast]$

Área de concreto:

$Ag = \frac{P}{0.4712 f'c + 0.056 fy}$

$Ag = \frac{6842.05}{0.4712 (200) + 0.056 (2100)} \Rightarrow \underline{Ag = 32.30 \text{ cm}^2}$

$l = \sqrt{Ag} \Rightarrow \sqrt{32.30} \Rightarrow l = 5.68 \therefore \underline{l = 30 \text{ cm}}$

Relación de esbeltez:

$\lambda = \frac{KL}{r} \leq 60$

$\lambda = \frac{10L}{3b} \leq 60 \Rightarrow \lambda = \frac{10(255)}{3(30)} = \frac{2,550}{90} = 28.33 \therefore \underline{\lambda < 60 \text{ si cumple}}$

Área de acero de refuerzo vertical:

$Ast = 0.01 Ag$

$Ast = 0.01 (30 \times 30) \Rightarrow \underline{Ast = 9 \text{ cm}^2} \therefore 8 \text{ vs } 1/2" \phi$

Área de acero de refuerzo en estribos:

$Ae = 0.10 Ast$

$Ae = 0.10 (9) \Rightarrow \underline{Ast = 0.9 \text{ cm}^2} \therefore \text{Estribos principales con vs } 5/16" \phi$

Estribos secundarios con vs 1/4"

ϕ

Separación de estribos:

De las tres opciones resultantes se considerará la de menor distancia.

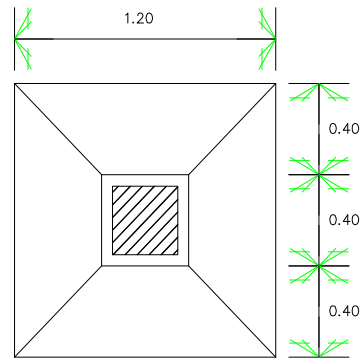
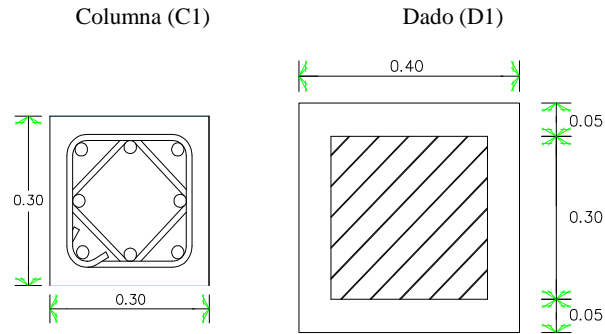
$@ = b \Rightarrow @ = 30 \text{ cm}$

$@ = 48 Ae \Rightarrow @ = 48 (0.49) \Rightarrow @ = 23.52 \text{ cm}$

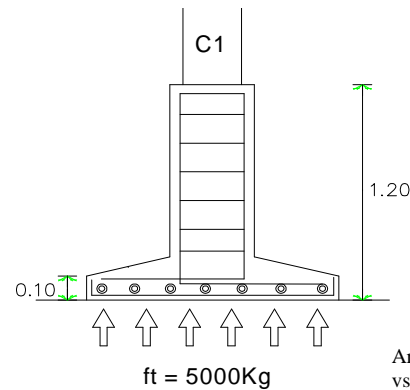
$@ = 16 \phi \Rightarrow @ = 16 (1.27) \Rightarrow @ = 20.32 \text{ cm}$

$\therefore \underline{@ = 20 \text{ cm}}$

CÁLCULO DE ZAPATA AISLADA DE CONCRETO Z1 (ENTRE EJES “E-21”) :



Armado de Columna con 8vs de 1/2" @ 20cm; estribos principales con vs 5/16" y estribos secundarios con vs de 1/4"



Armado de parrilla con vs de 3/8" @ 20cm

Cargas soportadas:

- W losa = 6,290.05Kg
 - W trabes = 552.00Kg
 - W columna = 550.80Kg
 - Wpp zapata (1.20m*1.20m*0.10m) = 345.60Kg
- P = 7,738.45Kg**

Dado:

$$c = \frac{6}{5} l$$

$$c = \frac{6}{5} (0.30) \Rightarrow c = 0.36 \quad \therefore \underline{c = 40\text{cm}}$$

Base:

$$A = \frac{P}{F_t}$$

$$A = \frac{7,738.45\text{Kg}}{5,000\text{Kg/m}^2} \Rightarrow A = 1.54\text{m}^2$$

$$b = \sqrt{A} \Rightarrow b = \sqrt{1.54} = 1.24 \quad \therefore \underline{b = 1.20\text{m}}$$

Altura de la Base:

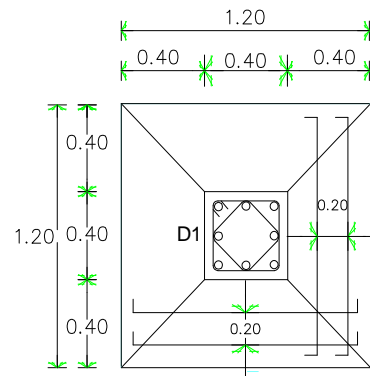
$$d^2 + cd - \frac{W}{2\sqrt{f'c}} = 0$$

$$d^2 + 36d - \frac{7,738.45}{2\sqrt{200}} = 0 \Rightarrow d^2 + 36d - 273.60 = 0$$

Fórmula general:

$$d = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$d = \frac{-36 \pm \sqrt{36^2 - 4(1)(-273.60)}}{2(1)} \Rightarrow d = \frac{-36 \pm \sqrt{1,296.00 + 1,094.40}}{2}$$



Armado de Zapata con vs de 3/8" @ 20cm en ambos sentidos

$$d = \frac{-36 \pm \sqrt{48.90}}{2} \Rightarrow \begin{matrix} d_1 = 6.45 \\ d_2 = 42.45 \end{matrix}$$

$$h = 6.45 + 3 = 9.45 \therefore \mathbf{h = 10cm}$$

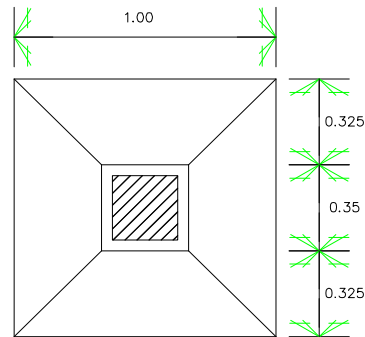
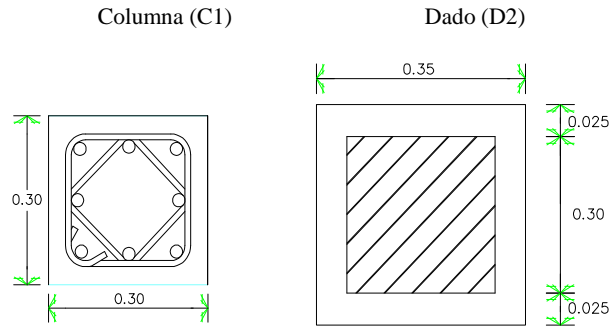
Área de acero:

$$= \frac{W_x^2}{2b^2} = \frac{7,738.45 (0.42)^2}{2 (1.20)^2} \Rightarrow M = 473.98 \text{Kg/m}$$

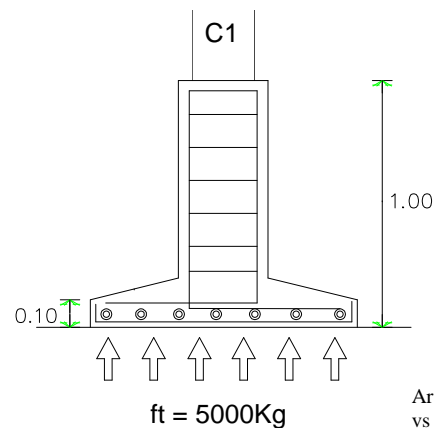
$$A_s = \frac{M}{f_{sjd}} = \frac{47,398}{2100 (0.87) (10)} \Rightarrow \mathbf{A_s = 2.60 \text{cm}^2} \therefore 4 \text{vs } 3/8" \emptyset$$

$$@ = \frac{100}{n} \Rightarrow \frac{100}{4} = 25 \text{cm} \therefore \mathbf{@ 20 \text{cm}}$$

CÁLCULO DE ZAPATA AISLADA DE CONCRETO Z2 (ENTRE EJES “L-14”) :



Armado de Columna con 8vs de 1/2" @ 20cm; estribos principales con vs 5/16" y estribos secundarios con vs de 1/4"



Armado de parrilla con vs de 3/8" @ 20cm

Cargas soportadas:

$$W \text{ viga} = 686.57\text{Kg}$$

$$W \text{ cubierta} = 78.56\text{Kg}$$

$$W \text{ columna} = 648.00\text{Kg}$$

$$W_{pp} \text{ zapata (1.00m*1.00m*0.10m)} = 240.00\text{Kg}$$

$$P = 1,653.13\text{Kg}$$

Dado:

$$c = \frac{6}{5} l$$

$$c = \frac{6}{5} (0.30) \Rightarrow c = 0.36 \quad \therefore \underline{c = 35\text{cm}}$$

Base:

$$A = \frac{P}{F_t}$$

$$A = \frac{1,653.13\text{Kg}}{5,000\text{Kg/m}^2} \Rightarrow A = 0.33\text{m}^2$$

$$b = \sqrt{A} \Rightarrow b = \sqrt{0.33} = 0.57 \quad \therefore \underline{b = 1.00\text{m}}$$

Altura de la Base:

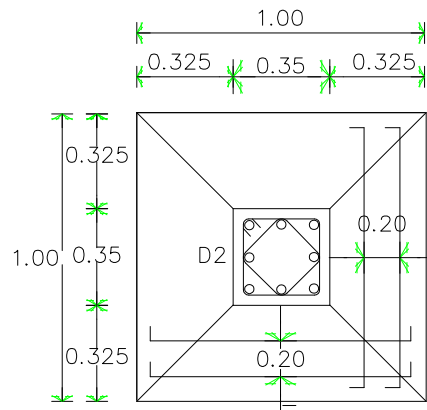
$$d^2 + cd - \frac{W}{2\sqrt{f'c}} = 0$$

$$d^2 + 35d - \frac{1,653.13}{2\sqrt{200}} = 0 \Rightarrow d^2 + 35d - 58.44 = 0$$

Fórmula general:

$$d = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$d = \frac{-35 \pm \sqrt{35^2 - 4(1)(-58.44)}}{2(1)} \Rightarrow d = \frac{-35 \pm \sqrt{1,225.00 + 233.76}}{2}$$



$$d = \frac{-35 \pm \sqrt{38.19}}{2} \Rightarrow \begin{matrix} d_1 = 1.60 \\ d_2 = 36.60 \end{matrix}$$

$$h = 1.60 + 3 = 4.60 \therefore \mathbf{h = 10cm}$$

Área de acero:

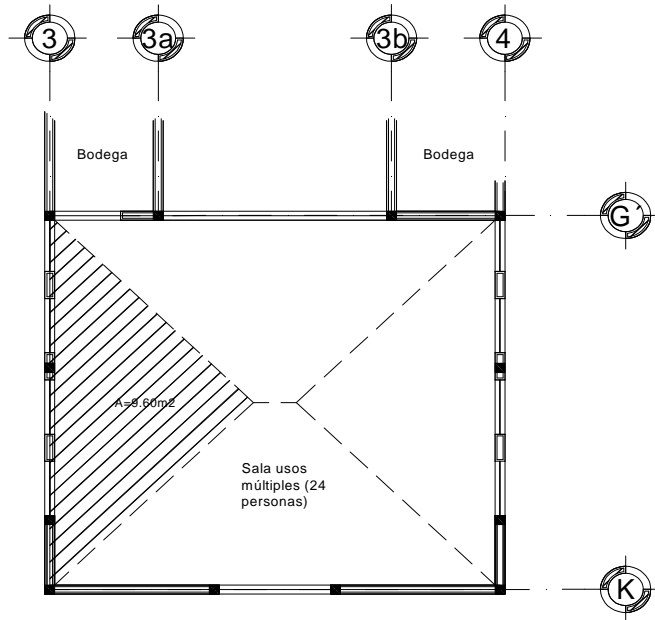
$$= \frac{Wx^2}{2b^2} = \frac{1.653.13 (0.325)^2}{2 (1.00)^2} \Rightarrow M = 87.30 \text{Kg/m}$$

$$A_s = \frac{M}{f_s j d} = \frac{87.30}{2100 (0.87) (10)} \Rightarrow \mathbf{A_s = 4.77 \text{cm}^2} \therefore 4 \text{vs } 1/2'' \text{ } \emptyset$$

$$@ = \frac{100}{n} \Rightarrow \frac{100}{4} = 25 \text{cm} \therefore \mathbf{@ 20cm}$$

Armado de Zapata con vs de 3/8" @ 20cm en ambos sentidos

CÁLCULO DE CIMENTO DE MAMPOSTERÍA C1 (EJE “3” - ENTRE EJES “G’-K”):



Cargas soportadas:

W cubierta de acero:
 $9.60\text{m}^2 (23.73\text{Kg/m}^2) = 227.80\text{Kg}$

W cadenas desplante y cerramiento:
 $0.20\text{m} \times 0.15\text{m} \times 6.20\text{m} (2400\text{Kg/m}^3)(2) = 892.80\text{Kg}$

W muro aplanado a dos caras:
 $4.45\text{m} \times 6.20\text{m} (306\text{Kg/m}^2) = 8,442.54\text{Kg}$

Wpp cemento piedra:
 $\frac{0.30\text{m} + 0.90\text{m}}{2} \times 1.20\text{m} \times 6.20 (2200\text{Kg/m}^3) = 9,820.80\text{Kg}$

W viva:
 $9.60\text{m}^2 (300\text{Kg/m}^2) = 2,880.00\text{Kg}$

P = 22,263.94Kg

Cálculo de área de apoyo:

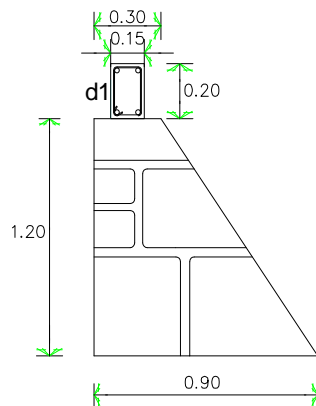
$A = \frac{P}{ft} \Rightarrow \frac{22,263.94\text{Kg}}{5,000\text{Kg/m}^2} = 4.45\text{m}^2$

$b = \frac{A}{L} \Rightarrow \frac{4.45\text{m}^2}{6.20\text{m}} \Rightarrow b = 0.71\text{m} \therefore \underline{b = 0.90\text{m}}$

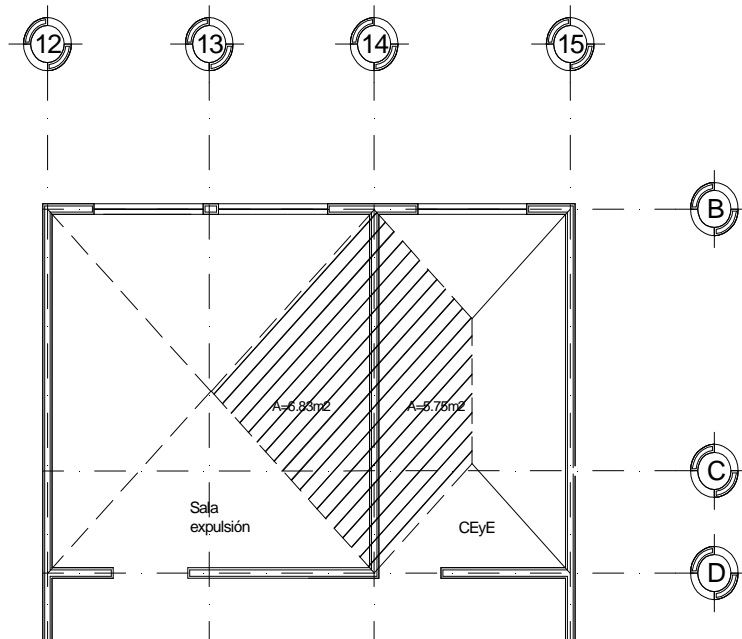
Revisión de muro por aplastamiento:

$f = \frac{P}{A} \Rightarrow \frac{22,263.94}{620 (15)} \Rightarrow f = 2.39 \text{ Kg/cm}^2$

*El esfuerzo de compresión en el tabique es de 10Kg/cm^2 por lo tanto es aceptable.



CÁLCULO DE CIMENTO DE MAMPOSTERÍA C2 (EJE "14" - ENTRE EJES "B-D") :



Cargas soportadas:

W losa:
 $12.58\text{m}^2 (675\text{Kg}/\text{m}^2) = 8,494.23\text{Kg}$

W cadenas desplante y cerramiento:
 $.20\text{m} \times 0.15\text{m} \times 5.24\text{m} (2400\text{Kg}/\text{m}^3)(2) = 754.56\text{Kg}$

W muro aplanado a dos caras:
 $3.46\text{m} \times 5.24\text{m} (306\text{Kg}/\text{m}^2) = 5,547.90\text{Kg}$

Wpp cemento piedra:
 $\frac{0.30\text{m} + 0.90\text{m} \times 1.20\text{m}}{2} * 5.24 (2200\text{Kg}/\text{m}^3) = 8,300.16\text{Kg}$

W viva:
 $12.658\text{m}^2 (300\text{Kg}/\text{m}^2) = 3,774.00\text{Kg}$

P = 26,870.85Kg

Cálculo de área de apoyo:

$A = \frac{P}{ft} \Rightarrow \frac{26,870.85\text{Kg}}{5,000\text{Kg}/\text{m}^2} = 5.37\text{m}^2$

$b = \frac{A}{L} \Rightarrow \frac{5.37\text{m}^2}{5.24\text{m}} \Rightarrow b = 1.02\text{m} \therefore \underline{b = 1.00\text{m}}$

Revisión de muro por aplastamiento:

$f = \frac{P}{A} \Rightarrow \frac{26,870.85}{524 (15)} \Rightarrow f = 3.41 \text{ Kg}/\text{cm}^2$

*El esfuerzo de compresión en el tabique es de $10\text{Kg}/\text{cm}^2$ por lo tanto es aceptable.

