

6.Comparación de los procedimientos constructivos tradicionales y prefabricados de las naves industriales

6.1 Comparación de los elementos principales

La optimización de las naves industriales en relación de los techos de estructuras metálicas podría darse si en lugar de construir las armaduras tradicionales se procediera a la fabricación en serie de marcos metálicos prefabricados sistematizando su longitud para naves de 20, 25 y 30 metros de largo y así en lugar de usar armaduras tradicionales usaríamos marcos metálicos de sección variable como elementos principales de carga.

Esta sistematización en la prefabricación lograría eficientizar y hacer más económico el marco ya que se podría prefabricar en serie, la columna y el hombro principal del marco así como los elementos que se añadirían, de tal manera que podría abatir los costos contra el sistema tradicional y la columna de concreto.

La sección variable del marco permite bajar los costos porque aumentarían los peraltes, en los lugares donde los momentos flexionantes son mayores y reduciría las secciones donde los momentos son menores.

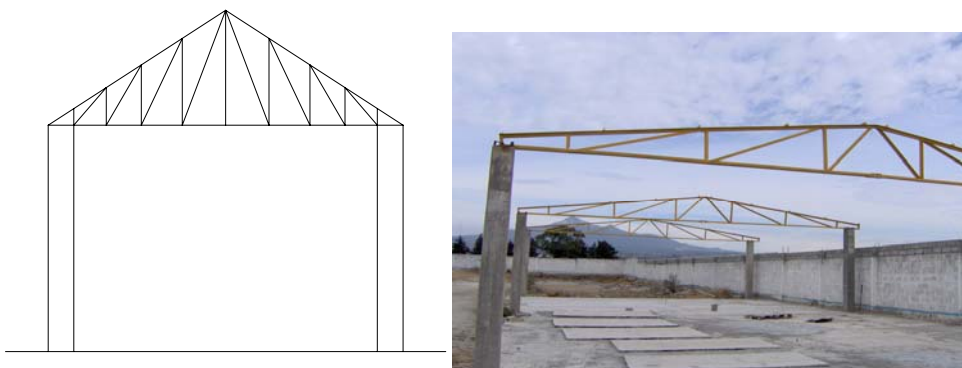


Fig. 6.1

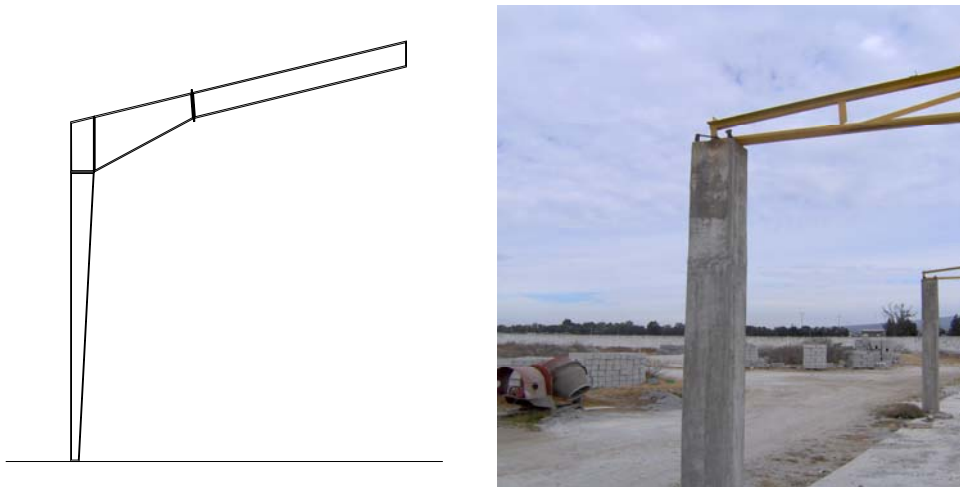


Fig. 6.2

Por lo que se refiere a la fabricación de las zapatas con los sistemas tradicionales se tienen que fabricar en obra, esto es después de hacer la excavación colocar y cortar el acero de la base de la zapata y el acero vertical del dado de la misma, se procede a cimbrar la zapata y después a colarla teniendo que fabricar el concreto en obra (procedimiento tradicional).

En cambio si se fabrica la zapata en planta, ya colada se transporta a la obra después de obtener la excavación de la misma, al llegar a la obra se nivela y se coloca e inmediatamente después proceder a colocar el marco metálico sin tener que esperarme un tiempo como se hace en el procedimiento tradicional.

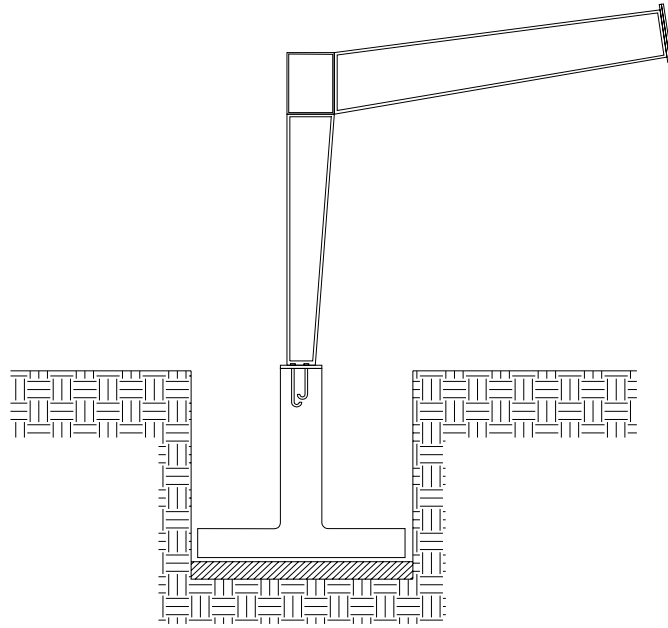


Fig. 6.3

6.2 Comparación de los elementos secundarios

En el caso de los muros de contención tradicionales que en este caso también servirían como cimientos, después de haberlos estudiado se tendrían que hacer con piedra braza asentada con mortero, sistema tradicional, en cambio se propone los muros de contención prefabricados de 50 cm de longitud .

Estos muros de contención tendrán un doble objetivo servir de cimientos y absorber el empuje de tierras por la diferencia de alturas entre el firme de la nave y el terreno natural.

En la obra una vez hecha la excavación y teniendo ya bien compactado el terreno, se colocarían los muros de contención prefabricados uno junto de otro y con se logra resolver la cimentación del muro externo de la nave y absorber el empuje de tierras.

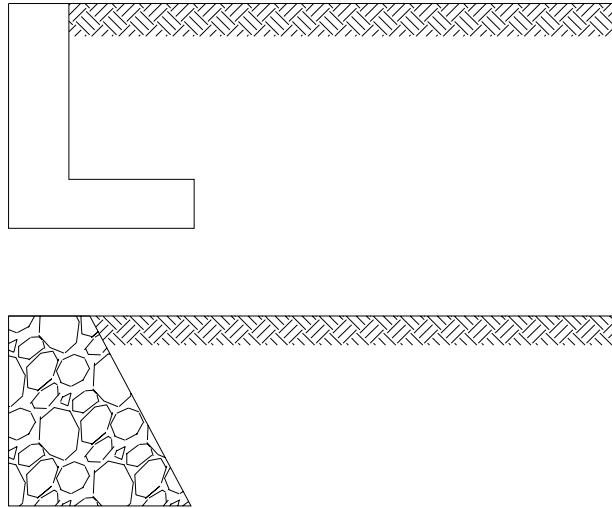


Fig. 6.4

Todo esto permite por un lado obtener gran rapidez en la colocación del prefabricado, pues en el momento que llegan a la obra se empiezan a colocar y se reducen tiempos, también se logra una resistencia a la compresión tres veces mayor de la mampostería tradicional $f'c = 35 \text{ Kg. /cm}^2$ contra la del muro de contención prefabricado de $f'c = 100 \text{ Kg. /cm}^2$. Por lo tanto se obtiene mayor resistencia y rapidez logrando abatir costos.

En el caso del muro extremo de la nave el sistema tradicional sería a base de tabique rojo recocido con columnas a no más de cinco metros para tomar el empuje del viento.

El sistema que se propone sería a base de muros prefabricados que se apoyan en los extremos del marco esto es a cada diez metros

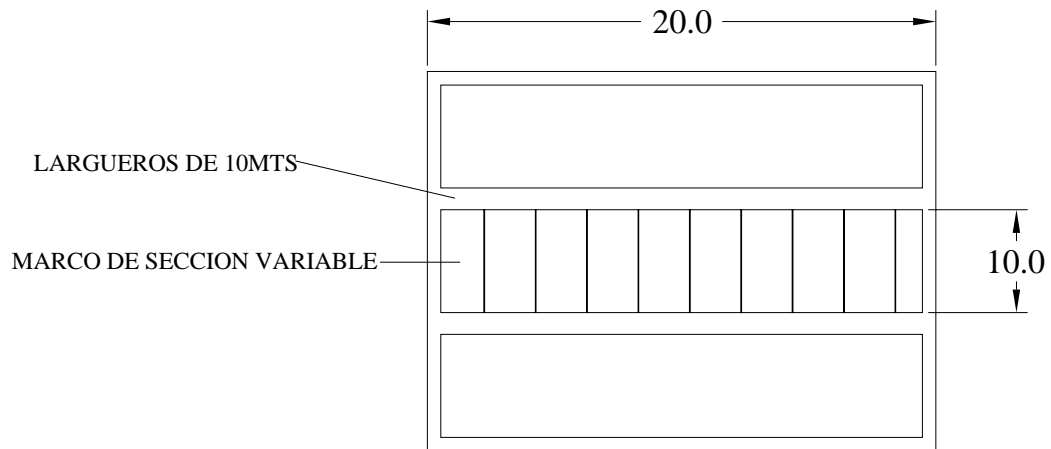


Fig. 6.5

De esta manera nos ahorramos las zapatas y las columnas que absorben el empuje del viento en el sistema tradicional, ya que el muro prefabricado de diez metros de largo directamente le manda este empuje al marco metálico y simplemente en el momento en que llegan a la obra los muros prefabricados se van colocando en una guía metálica, que sirve para encausar el muro y evitar su movimiento.

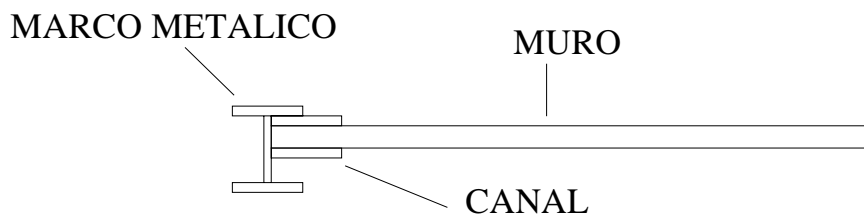


Fig. 6.6

Una vez colocado el primer muro se colocan sucesivamente los demás muros y en menos de una hora queda colocado un tramo de barda de diez metros de largo. Si el muro tiene una altura de 1.20 metros, si se colocan cuatro muros tendremos una altura en el extremo de la nave de 4.80 metros, de la otra forma con el sistema tradicional

seria mucho mas lento y necesariamente tendria que usar una zapata y una columna intermedia para absorber el empuje del viento.



Fig. 6

6.2 Tablas y Gráficas

Costo de muro de tabique con el sistema tradicional 10 m * 3 m

| | | | COSTO |
|------------------|----------|--------------------------------|--------------|
| Cimiento | | | |
| | | 199.3 ml * 10 | \$ 1,993.00 |
| Cadena | | | |
| | armex | 98/6 * 10 | \$ 163.30 |
| | concreto | 0.12 * 0.20 * 1 * 1213.84 * 10 | \$ 291.32 |
| | cimbra | (.20+.20 * 1041.12 * 10) | \$ 138.91 |
| | | 30 usos | |
| Muro tabique | | 10 * 3 * 155.13 | \$ 4,653.90 |
| Zapata y Columna | | | \$ 3,030.07 |
| | | TOTAL | \$ 10,270.50 |

| |
|----|
| 10 |
| 3 |

Tiempo de barda con el sistema tradicional 6 días

Mano de Obra barda con el sistema tradicional

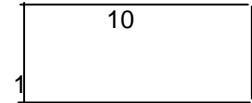
| | UNIDAD | PRECIO UNITARIO | CANTIDAD | DIAS | COSTO |
|---------|--------|-----------------|----------|------|-------------|
| Oficial | jor | \$ 250.00 | 2 | 6 | \$ 3,000.00 |
| Peón | jor | \$ 150.00 | 2 | 6 | \$ 1,800.00 |
| TOTAL | | | | | \$ 4,800.00 |

COSTO TOTAL \$ 15,070.50

Costo muro prefabricado 10 m * 1 m

\$ 300.00 m2 300 * 3 * 10

| COSTO |
|-------------|
| \$ 9,000.00 |



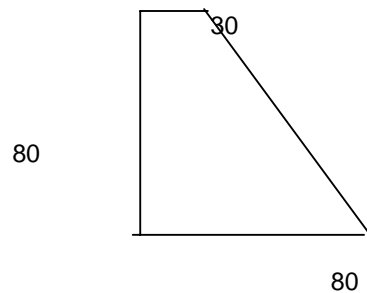
Tiempo muro prefabricado

1 día

Mano de obra muro prefabricado

| | UNIDAD | PRECIO UNITARIO | CANTIDAD | DIAS | COSTO |
|-------------|--------|-----------------|----------|-------------|-----------|
| Oficial | jor | \$ 250.00 | 1 | 1 | \$ 250.00 |
| Peón | jor | \$ 150.00 | 1 | 1 | \$ 150.00 |
| TOTAL | | | | | \$ 400.00 |
| COSTO TOTAL | | | | \$ 9,400.00 | |

Costo de muro de contención con el sistema tradicional 0.30 * 0.80 * 0.80 m



Area $(0.30+0.80) / 2 * 0.80$

0.44 m2

m3

0.44 * 10

4.4 m3

| PRECIO UNITARIO | CANTIDAD | COSTO |
|-----------------|----------|-------------|
| \$ 737.92 | 4.4 | \$ 3,246.85 |

Tiempo de muro de contención con el sistema tradicional

6 días

Mano de Obra muro de contención con el sistema tradicional

| | UNIDAD | PRECIO UNITARIO | CANTIDAD | DIAS | COSTO |
|---------|--------|-----------------|----------|------|-------------|
| Oficial | jor | \$ 250.00 | 1 | 6 | \$ 1,500.00 |
| Peón | jor | \$ 150.00 | 1 | 6 | \$ 900.00 |
| TOTAL | | | | | \$ 2,400.00 |

COSTO TOTAL \$ 5,646.85

Costo muro de contención prefabricado 0.60 * 0.80 m

| PRECIO UNITARIO | CANTIDAD | COSTO |
|-----------------|----------|-------------|
| \$ 130.00 | 20 | \$ 2,600.00 |

Tiempo muro de contención prefabricado

1 día

Mano de Obra muro de contención prefabricado

| | UNIDAD | PRECIO UNITARIO | CANTIDAD | DIAS | COSTO |
|---------|--------|-----------------|----------|------|-----------|
| Oficial | jor | \$ 250.00 | 1 | 1 | \$ 250.00 |
| Peón | jor | \$ 150.00 | 1 | 1 | \$ 150.00 |
| TOTAL | | | | | \$ 400.00 |

COSTO TOTAL \$ 3,000.00

Análisis de costos de una zapata de 1.30 x 1.30
 peralte mayor 40cm peralte menor 10cm
 ZAPATA

- acero, varilla 1/2 a cada 15 cm en ambos sentidos
- dado 40 x 40 1m altura 4 varillas 3/4
- columna 15 x 40 con 4 varillas de 5/8
- e 3/8 e 20

Zapata 18 x 1.50 = 27 x 996 = 26.89

Zapata .1(.16+1.69+.27) = .212

1.30 x .10 = .17

Dado .40 x 1.00 = .16

Columna 15 x 40 x 3 = .18

m³ concreto F¹ c = 200 k/cm²

| | UNIDAD | PRECIO UNITARIO | CANTIDAD | COSTO |
|------------|----------------|-----------------|----------|-------------|
| Oficial | jor | \$ 317.98 | 0.25 | \$ 79.49 |
| Peón | jor | \$ 204.42 | 1.917 | \$ 391.87 |
| Agua | m ³ | \$ 40.00 | 0.222 | \$ 8.88 |
| Cemento | ton | \$ 1,500.00 | 0.397 | \$ 595.50 |
| Arena | m ³ | \$ 70.00 | 0.524 | \$ 36.68 |
| Grava | m ³ | \$ 120.00 | 0.586 | \$ 70.32 |
| Rev. ISACO | m ³ | \$ 30.20 | 1.03 | \$ 31.10 |
| | | | TOTAL | \$ 1,213.84 |

Ton Acero 1/2

| | UNIDAD | PRECIO UNITARIO | CANTIDAD | COSTO |
|-------------|--------|-----------------|----------|--------------|
| Herrero | jor | \$ 317.98 | 8.334 | \$ 2,650.04 |
| Ayudante | jor | \$ 204.42 | 8.334 | \$ 1,703.63 |
| Alambre | Kg. | \$ 13.50 | 30 | \$ 405.00 |
| varilla 1/2 | ton | \$ 7,800.00 | 1.07 | \$ 8,346.00 |
| | | | | \$ 13,104.67 |

Ton. Acero 5/8

| | | | |
|-------------|-----|-------------|-------|
| Herrero | jor | \$ 317.98 | 6.667 |
| Ayudante | jor | \$ 204.42 | 6.667 |
| Alambre | Kg. | \$ 13.50 | 30 |
| Varilla 5/8 | ton | \$ 7,800.00 | 1.08 |

$$4.60 \times 4 \text{ } 0 \text{ } 18.40 \times 1.56 = 28.70$$

Ton. Acero 3/4

| | | | |
|-------------|--|--|-------|
| Herrero | | | 6.667 |
| Ayudante | | | 6.667 |
| Alambre | | | 30 |
| Varilla 5/8 | | | 1.08 |

$$1.65 \times 4 = 6.60 \times 2.25 = 14.85$$

Ton. Acero 3/8

| | PRECIO UNITARIO | CANTIDAD | COSTO |
|-------------|-----------------|----------|--------------|
| Herrero | \$ 317.98 | 8.334 | \$ 2,650.04 |
| Ayudante | \$ 204.42 | 8.334 | \$ 1,703.63 |
| Alambre | \$ 13.50 | 30 | \$ 405.00 |
| Varilla 5/8 | \$ 7,800.00 | 1.06 | \$ 8,268.00 |
| | | | \$ 13,026.67 |

1.80 x 6 = 10.80

1.30 x 16 = 20.80

31.60 x .557 = 17.60

CIMBRA COMUN DUELA

| | | PRECIO UNITARIO | CANTIDAD | COSTO |
|-----------------|-----|-----------------|----------|----------|
| Barrote | PT | \$ 3.03 | 0.96 | \$ 2.90 |
| Polín | PT | \$ 6.06 | 1.89 | \$ 11.45 |
| Tabla | PT | \$ 27.58 | 0.37 | \$ 10.20 |
| Duela | PT | \$ 38.50 | 1.48 | \$ 56.98 |
| Clavo 2" | Kg. | \$ 15.00 | 0.225 | \$ 3.83 |
| Diesel | LT | \$ 5.65 | 0.5 | \$ 2.82 |
| Alambre rec. | Kg. | \$ 13.50 | 0.1 | \$ 1.35 |
| Carpintero | jor | \$ 317.98 | 0.2353 | \$ 74.82 |
| ayud.carpintero | jor | \$ 204.42 | 0.2353 | \$ 48.10 |

| |
|-------------|
| \$ 212.45 |
| * 4.90 |
| \$ 1,041.12 |

Cimbra dado

1.6

Cimbra columna

3.3

H =3.00

4.9

Zapata dado y columna de 3.00 m

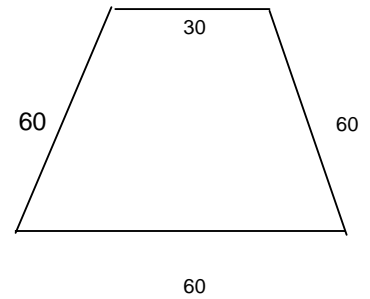
| | | UNIDAD | CANTIDAD | COSTO | TOTAL |
|----------|-----|----------------|----------|--------------|-------------|
| Varilla | 3/8 | ton | 0.017 | \$ 13,026.67 | \$ 221.45 |
| | 1/2 | ton | 0.026 | \$ 13,104.67 | \$ 304.72 |
| | 5/8 | ton | 0.028 | \$ 13,104.67 | \$ 366.93 |
| | 3/4 | ton | 0.014 | \$ 13,104.67 | \$ 183.46 |
| Cimbra | | m ² | 4.9 | \$ 212.47 | \$ 1,041.12 |
| Concreto | | m ² | 0.722 | \$ 1,213.84 | \$ 876.39 |
| | | | | TOTAL | \$ 3,030.07 |

Análisis de costos Muro tabique rojo común 14 cm
Mortero Cemento Arena 1-5 m2

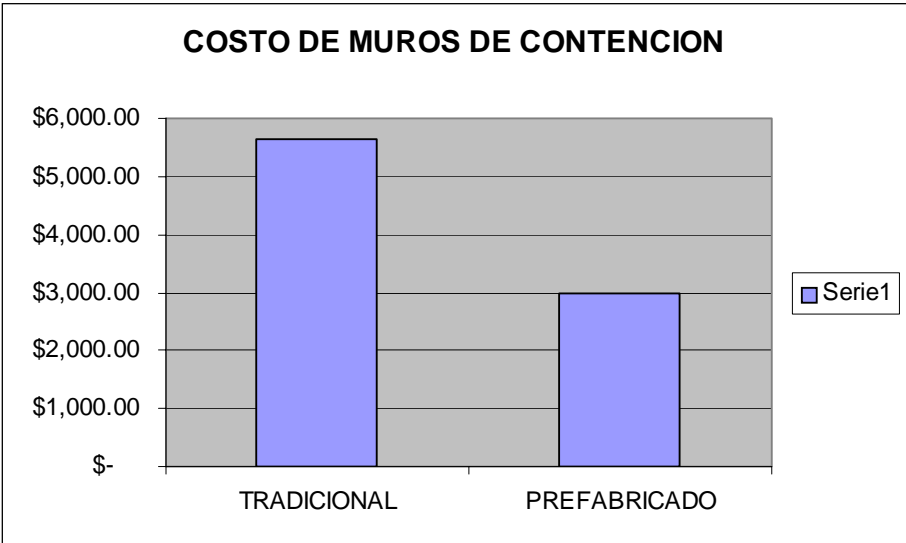
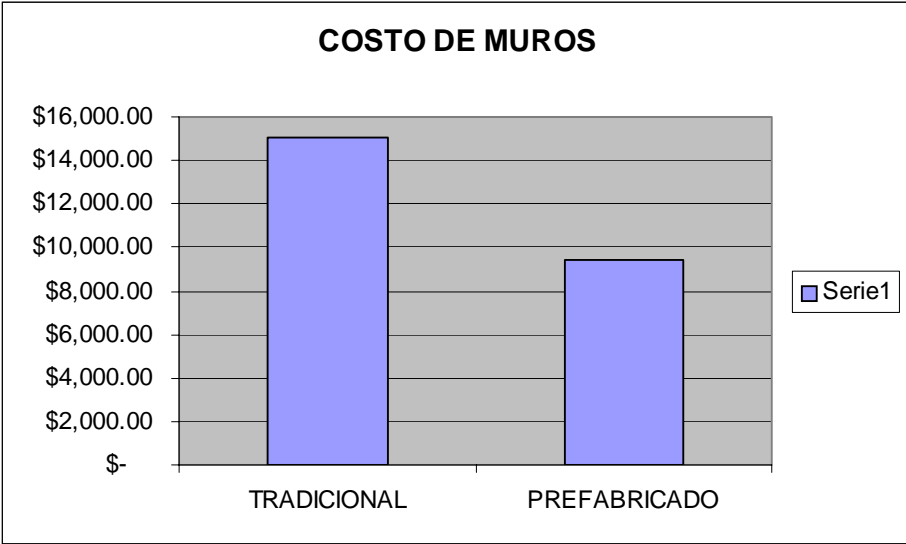
| | UNIDAD | PRECIO UNITARIO | CANTIDAD | COSTO | |
|-----------|----------------|-----------------|----------|----------|-----------|
| Oficiales | jor | \$ 317.98 | 1334 | \$ 42.41 | |
| Ayudantes | jor | \$ 204.42 | 1334 | \$ 27.26 | |
| Agua | m ³ | \$ 40.00 | 0196 | \$ 0.78 | |
| Cemento | ton | \$ 1,500.00 | 0086 | \$ 12.90 | |
| Arena | m ³ | \$ 70.00 | 0374 | \$ 2.61 | |
| Tabla | p/t | \$ 27.58 | 0374 | \$ 2.61 | |
| Tab. Rojo | mil | \$ 1,000.00 | 062 | \$ 62.00 | |
| | | | | m2 | \$ 155.13 |

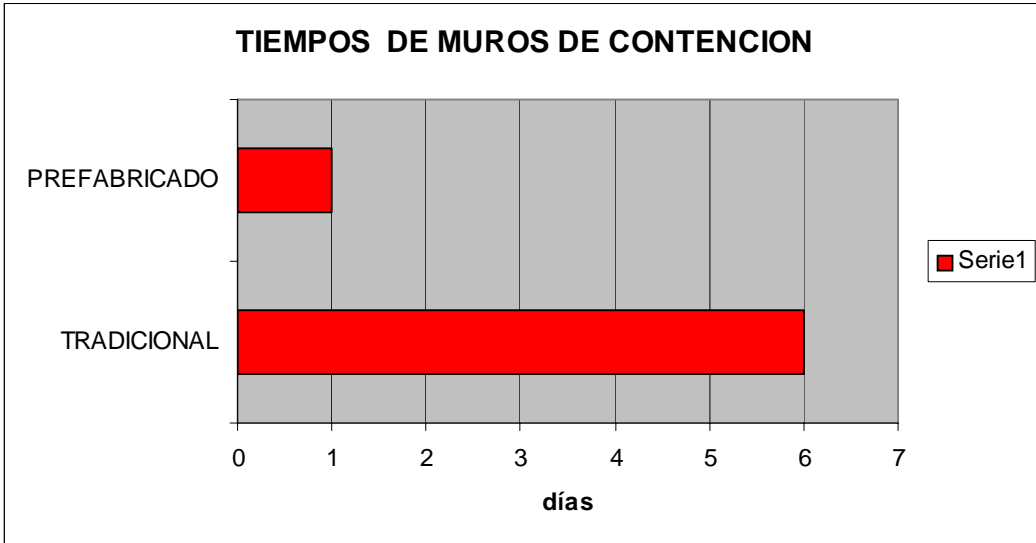
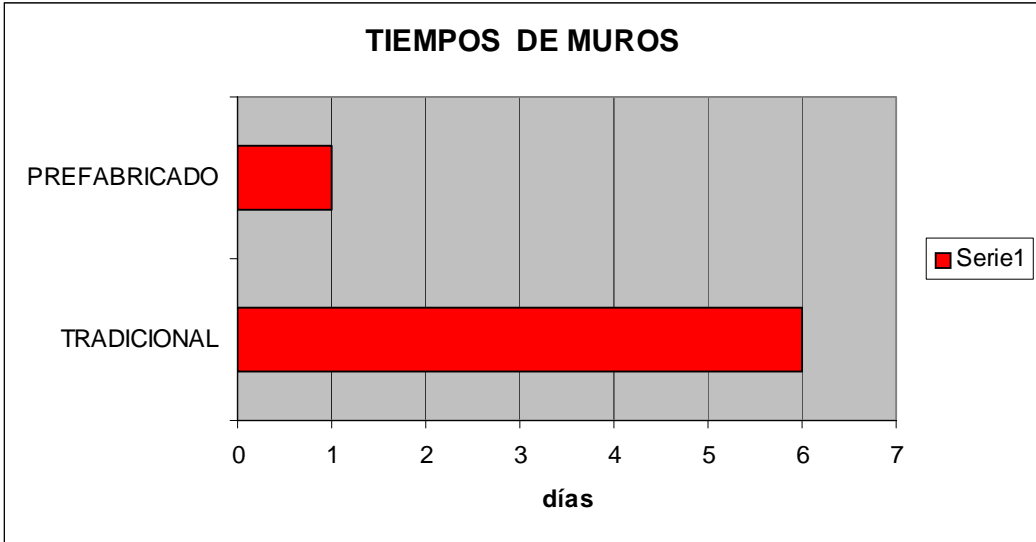
Análisis de costos Mampostería de Piedra y asentado
Mortero Cemento Arena 1-5 m3

| | | |
|------|-------------------|-----------|
| Area | $(.3+.6)/2 * .60$ | 0.27 m2 |
| ML | $0.27*737.92$ | 199.23 ML |



| | UNIDAD | PRECIO UNITARIO | CANTIDAD | COSTO |
|-----------|----------------------|-----------------|----------|--------------|
| Oficiales | jor | \$ 317.98 | 0.4878 | \$ 155.11 |
| Ayudantes | jor | \$ 204.42 | 0.4878 | \$ 99.71 |
| Agua | m ³ | \$ 40.20 | 0.732 | \$ 2.92 |
| Cemento | tonelada | \$ 1,500.00 | 0.882 | \$ 132.30 |
| Arena | m ² | \$ 70.00 | 0.378 | \$ 26.46 |
| Piedra | brazo m ³ | \$ 214.28 | 1.5 | \$ 321.42 |
| | | | | \$ 737.92 m3 |





Costo de zapata con el sistema tradicional de 1.30 * 1.30

| | | UNIDAD | CANTIDAD | COSTO | |
|----------|-----|----------------|----------|--------------|-------------|
| Varilla | 3/8 | ton | 0.017 | \$ 13,026.67 | \$ 110.73 |
| | 1/2 | ton | 0.026 | \$ 13,104.67 | \$ 152.36 |
| | 5/8 | ton | 0.028 | \$ 13,104.67 | \$ 183.47 |
| | 3/4 | ton | 0.014 | \$ 13,104.67 | \$ 91.73 |
| Cimbra | | m ² | 4.9 | \$ 212.47 | \$ 520.56 |
| Concreto | | m ² | 0.722 | \$ 1,213.84 | \$ 438.20 |
| | | | | TOTAL | \$ 1,500.00 |

Tiempo de una zapata con el sistema tradicional

3 días

Mano de Obra de zapata

| | UNIDAD | PRECIO UNITARIO | CANTIDAD | DIAS | COSTO |
|---------|--------|-----------------|----------|-------|-------------|
| Oficial | jor | \$ 250.00 | 1 | 3 | \$ 750.00 |
| Peón | jor | \$ 150.00 | 1 | 3 | \$ 450.00 |
| | | | | TOTAL | \$ 1,200.00 |

| | |
|-------------|-------------|
| COSTO TOTAL | \$ 2,700.00 |
|-------------|-------------|

Costo de zapata prefabricada de 1.30 * 1.30

Costo por pza \$ 1,390.00

Tiempo de una zapata prefabricada 1 día

Mano de Obra de zapata prefabricada

| | UNIDAD | PRECIO UNITARIO | CANTIDAD | DIAS | COSTO |
|---------|--------|-----------------|----------|------|-----------|
| Oficial | jor | \$ 250.00 | 1 | 1 | \$ 250.00 |
| Peón | jor | \$ 150.00 | 1 | 1 | \$ 150.00 |
| | | | | | |
| TOTAL | | | | | \$ 400.00 |

COSTO TOTAL \$ 1,790.00

Costo del marco con el sistema tradicional incluye
armadura de 20 m y dos columnas de 0.30 * 0.30 * 6 m

Costo armadura \$ 44,000.00

Costo de 2 columnas \$ 3,000.00

Tiempo de marco con el sistema tradicional 4 días

Mano de Obra del marco

| | UNIDAD | PRECIO UNITARIO | CANTIDAD | DIAS | COSTO |
|---------|--------|-----------------|----------|------|-------------|
| Oficial | jor | \$ 250.00 | 1 | 4 | \$ 1,000.00 |
| Peón | jor | \$ 150.00 | 1 | 4 | \$ 600.00 |
| | | | | | |
| TOTAL | | | | | \$ 1,600.00 |

COSTO TOTAL \$ 48,600.00

Costo del marco prefabricado metálico de 20 m incluye
 cabeza, hombro y columnas

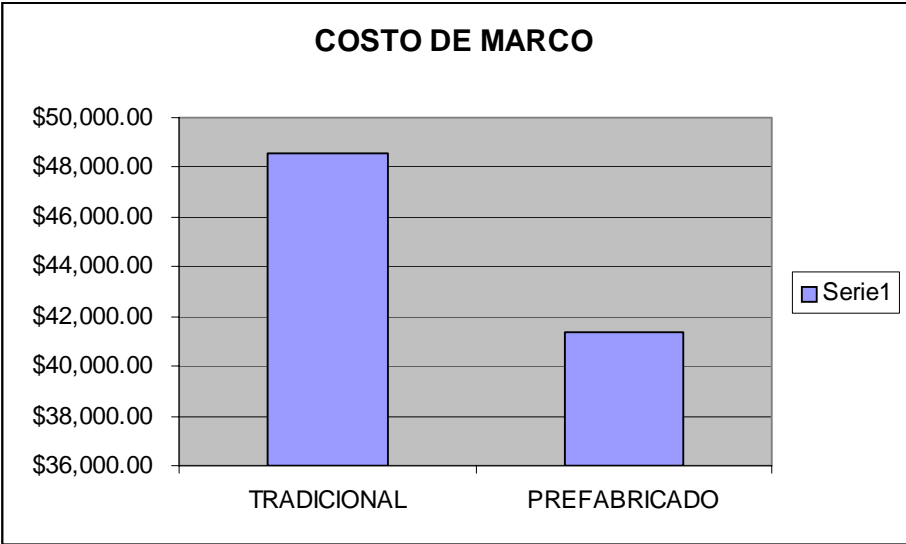
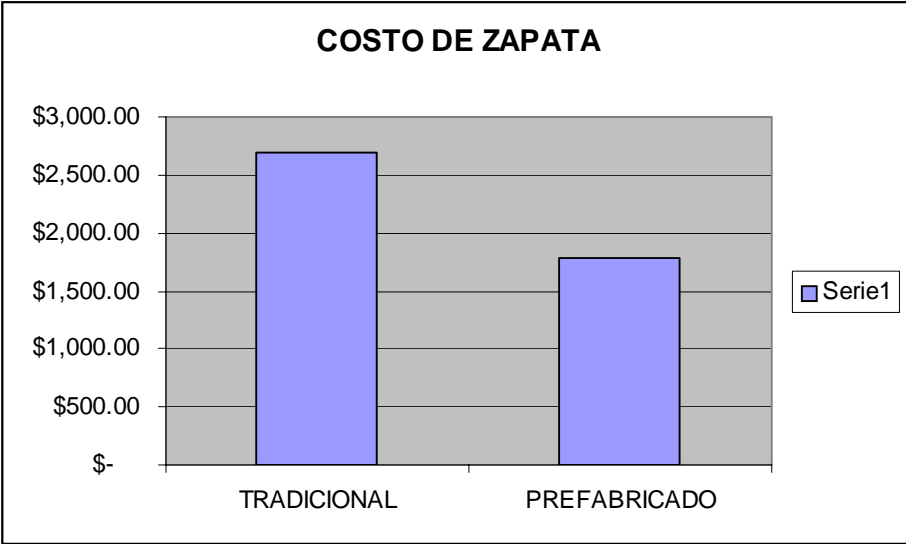
Costo pza \$ 41,000.00

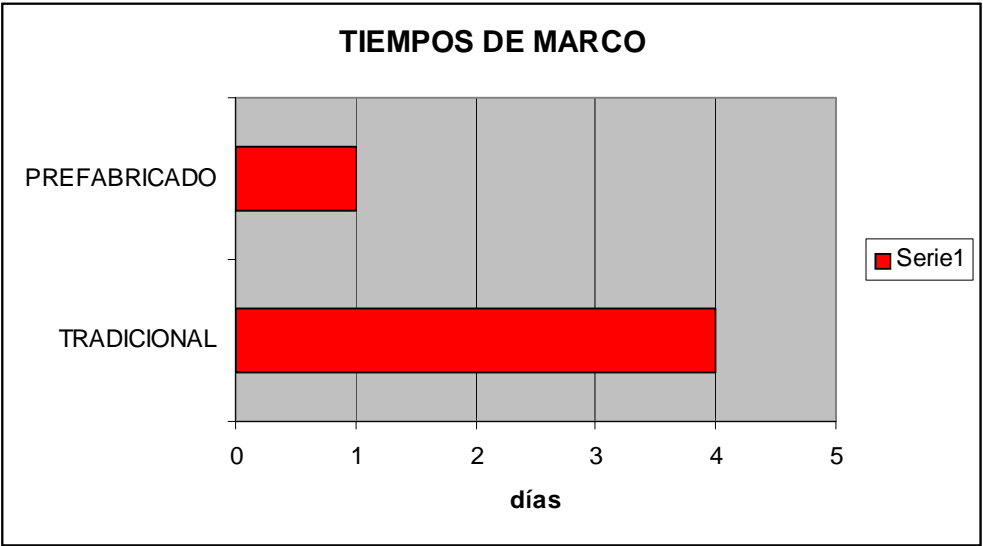
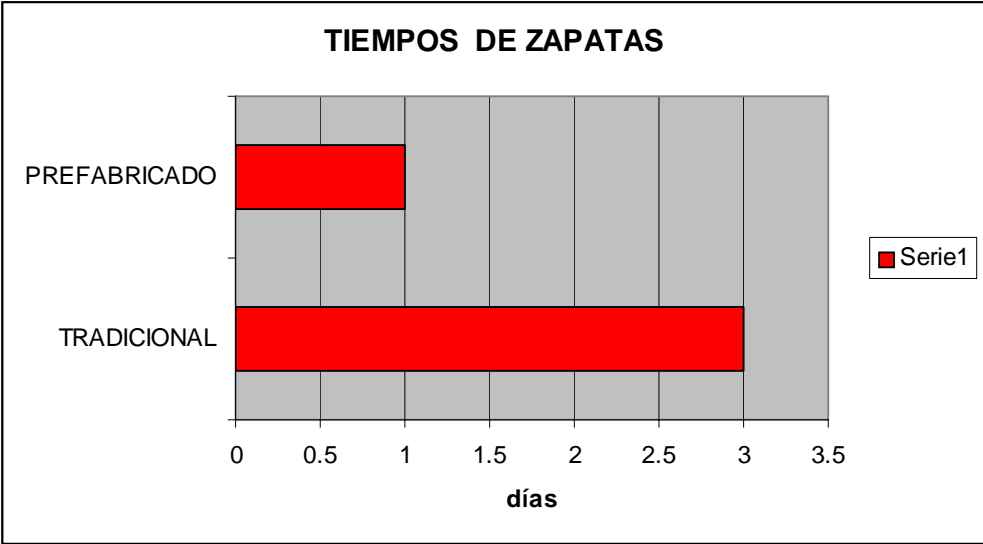
Tiempo del marco prefabricado metálico 1 día

Mano de Obra del marco prefabricado metálico

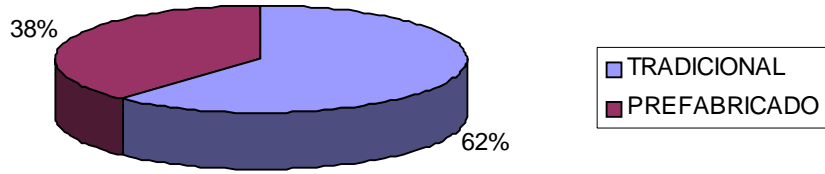
| | UNIDAD | PRECIO UNITARIO | CANTIDAD | DIAS | COSTO |
|---------|--------|-----------------|----------|------|-----------|
| Oficial | jor | \$ 250.00 | 1 | 1 | \$ 250.00 |
| Peon | jor | \$ 150.00 | 1 | 1 | \$ 150.00 |
| TOTAL | | | | | \$ 400.00 |

COSTO TOTAL \$ 41,400.00

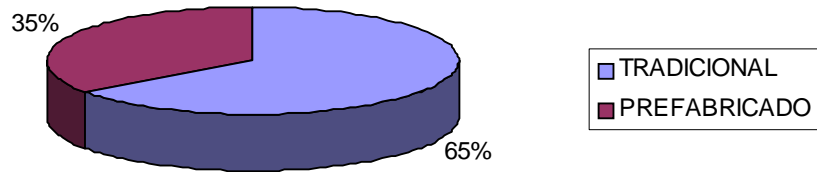




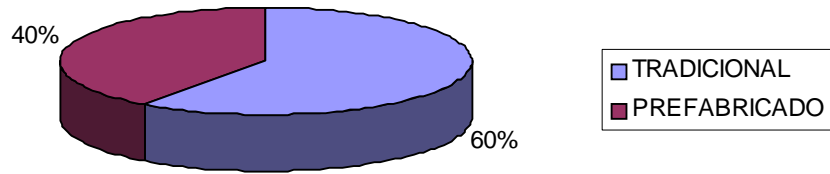
PORCENTAJE DE MUROS



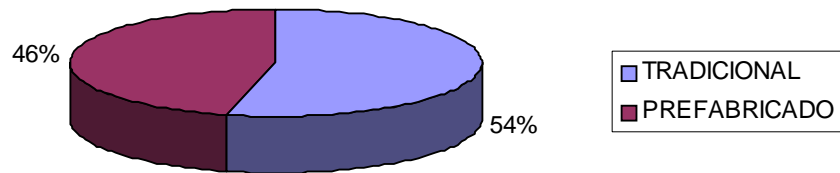
PORCENTAJE MUROS DE CONTENCIÓN



PORCENTAJE DE ZAPATAS

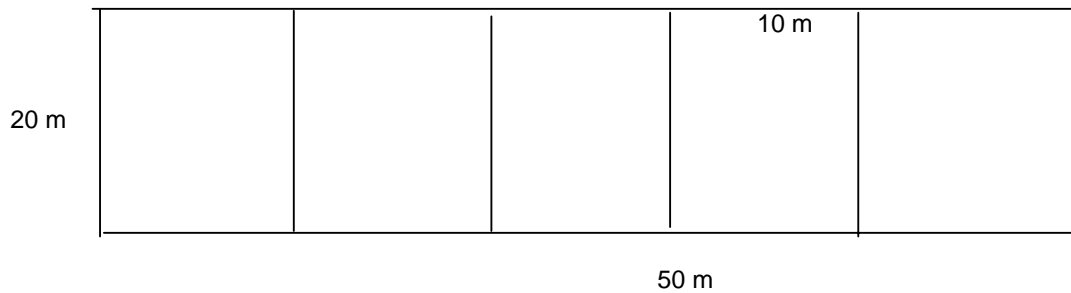


PORCENTAJE DE MARCOS



6.4 Ejemplo comparativo de costos de una nave industrial de 50 m * 20 m

Ejemplo comparativo de costos de una nave industrial de 50 * 20 m con el sistema prefabricado y con el sistema tradicional



SISTEMA TRADICIONAL

| Concepto | Área cubierta 1 Modulo m2 | Cantidad | Precio Unitario | Costo m2 1 Modulo | Costo m2 5 Módulos |
|----------------------|------------------------------|----------|--------------------|----------------------|-----------------------|
| Muro | 200 | 2 | \$ 15,070.50 | \$ 150.71 | \$ 753.53 |
| Muro de C. Zapata | 200 | 2 | \$ 5,646.85 | \$ 56.47 | \$ 282.34 |
| Zapata | 200 | 6 | \$ 2,700.00 | \$ 81.00 | \$ 405.00 |
| Armadura | 200 | 1 | \$ 48,600.00 | \$ 243.00 | \$ 1,215.00 |
| Columnas | 200 | 6 | \$ 4,600.00 | \$ 138.00 | \$ 690.00 |
| | | | | TOTAL m2 | \$ 3,345.87 |

AREA m2 COSTO
1000 \$ 3,345.87

PRECIO TOTAL NAVE \$ 3,345,870.00

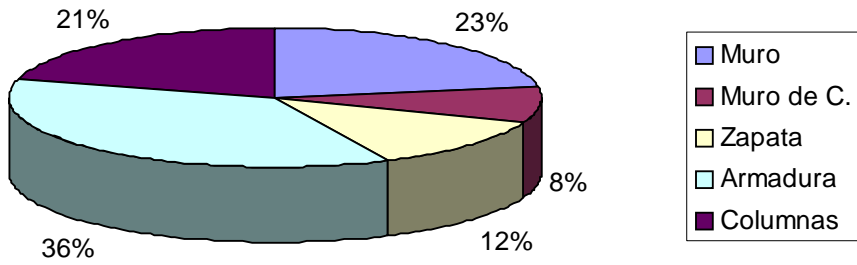
SISTEMA
 PREFABRICADO

| Concepto | Área Cubierta 1 Modulo m2 | Cantidad | Precio Unitario | Costo M2 1 Modulo | Costo M2 5 Módulos |
|------------|------------------------------|----------|--------------------|----------------------|-----------------------|
| Muro | 200 | 2 | \$ 9,400.00 | \$ 94.00 | \$ 470.00 |
| Muro de C. | 200 | 2 | \$ 3,000.00 | \$ 30.00 | \$ 150.00 |
| Zapata | 200 | 2 | \$ 1,790.00 | \$ 17.90 | \$ 89.50 |
| Marco | 200 | 1 | \$ 41,400.00 | \$ 207.00 | \$ 1,035.00 |
| | | | | TOTAL m2 | \$ 1,744.50 |

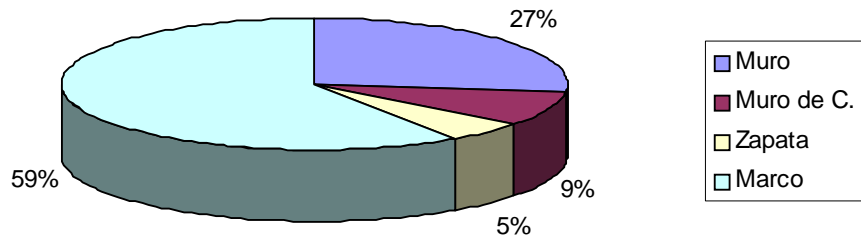
AREA m2 COSTO
 1000 \$ 1,744.50

PRECIO TOTAL NAVE \$ 1,744,500.00

**COSTOS DEL SISTEMA TRADICIONAL PARA UNA
NAVE DE 50 *20 m2**



**COSTOS DEL SISTEMA PREFABRICADO PARA
UNA NAVE DE 50 * 20 m2**



**DIFERENCIA DE COSTOS ENTRE SISTEMAS
PARA UNA NAVE DE 50 * 20 m2**

