

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA

CONSIDERACIONES SOBRE LA TERRAZA TIPO
"SANTA ELENA", DE LADRILLO DE BARRO
Y CONCRETO ARMADO

TESIS

Presentada a la Junta Directiva de la

Facultad de Ingeniería

de la

Universidad de San Carlos de Guatemala

por

GUILLERMO CHANG VALLADARES

en el acto de su investidura de

INGENIERO CIVIL

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Biblioteca Central

Sección de Tesis

Guatemala, abril de 1969.

TESIS DE REFERENCIA
NO
PUEDE SACAR DE LA BIBLIOTECA
BIBLIOTECA CENTRAL - USAC.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Biblioteca Central

DEDICO ESTE ACTO

A mis padres:

Guillermo Chang S.

Zoila Valladares de Chang

A mis hermanos:

Mario René

Zoila Aída

César Augusto

TESIS DE REFERENCIA

NO

SE PUEDE SACAR DE LA BIBLIOTECA
BIBLIOTECA CENTRAL - USAC.

DL
08
T(51)

JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERIA
DE LA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Decano:	Ing. Amando Vides Tobar
Vocal Primero:	Ing. Marco Antonio Cuevas C.
Vocal Segundo:	Ing. Francisco Ubieto B.
Vocal Tercero:	Ing. Adolfo Behrens
Vocal Cuarto:	Br. Rolando Llovera L.
Vocal Quinto:	Br. Victor H. González W.
Secretario:	Ing. Héctor Centeno B.

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN
GENERAL PRIVADO

Decano:	Ing. Amando Vides Tobar
Vocal Segundo:	Ing. Francisco Ubieto B.
Examinador:	Ing. Julio Rodríguez A.
Examinador:	Ing. Pablo Gutiérrez
Secretario:	Ing. José Massanet P.

CONTENIDO

	Página
I.- Introducción	i
II.- Consideraciones generales	1
III.- Estudios preliminares	3
IV.- Descripción del sistema	7
V.- Diseño	9
VI.- Costos	27
VII.- Ensayos	31
VIII.- Construcción	33
IX.- Comparación con otros sistemas	37
X.- Conclusiones	53

INTRODUCCION

Siendo una realidad que en la época en que vivimos, los costos tanto de la mano de obra como de los materiales de construcción suben cada vez más, es importante realizar investigaciones tendientes a proporcionar una vivienda que cumpla con los requisitos y especificaciones que mandan los códigos de construcción, y que a la vez nos dé costos unitarios más bajos ya que en esa forma se estará contribuyendo a encontrarle solución al problema de la vivienda, sobre todo en lo referente a personas de escasos recursos económicos.

Es aquí donde creo que en lo que se refiere al renglón de techos y cubiertas, la terraza tipo "SANTA ELENA" puede ser de gran ayuda, siendo esta una de las razones que me llevaron a tomarle como punto de tesis.

CONSIDERACIONES GENERALES

La cubierta de una construcción tiene como principal finalidad protegerla contra la acción de los diferentes agentes atmosféricos y los inconvenientes que estos conllevan, por lo que puede considerarse que es el techo el que en mayor grado nos dá la condición de habitabilidad de una vivienda cualquiera.

Los procedimientos en cuanto a la construcción de techos se refiere han variado en múltiples aspectos, ya que por un lado se han creado métodos de trabajo completamente nuevos y por el otro los antiguos o tradicionales han experimentado una amplia sistematización y mecanización tendientes a obtener mayores rendimientos y menores costos unitarios de construcción.

Todo esto lógicamente requiere un estudio constante de parte de los profesionales dedicados a la construcción y se hace necesaria la consulta permanente de literatura técnica al respecto.

Los objetivos del presente trabajo son:

- a) Enumerar los principios bajo los cuales se creó este sistema, los cuales fueron desarrollados por el Ing. René Schlesinger Asesor de esta tesis.
- b) Dar un procedimiento a seguir en la construcción práctica de la terraza.

- c) Efectuar comparaciones con los otros sistemas comúnmente usados en nuestro medio, con un objetivo puramente académico.

Para esto, trataremos de exponer a grandes rasgos en los siguientes capítulos una visión de conjunto del sistema.

ESTUDIOS PRELIMINARES

Estando nuestro país ubicado en una zona esencialmente tropical, en la cual las condiciones imperantes en el medio ambiente pueden llegar a representar incomodidad para los habitantes de una vivienda no protegida adecuadamente contra ellas, es necesario tratar de encontrar una clase de techo o cubierta que cumpliendo con los requisitos de carga especificados para terrazas comunes, nos proporcione además una superficie de bajo coeficiente de transmisión de temperatura, que sea impermeable, económica y durable.

Para poder lograr una economía apreciable, es necesario emplear en la construcción la mayor cantidad de materiales propios de nuestro medio, ya que en esa forma no sólo se bajan los costos sino que además se da impulso a las industrias nacionales productoras de materiales de construcción.

Con miras a lograr esta meta, se hicieron pruebas selectivas con diferentes materiales buscando el que cumpliera en mayor grado con las condiciones de calidad y resistencia que se pretendían alcanzar, siendo dichos requerimientos los siguientes:

1. Que el conjunto de materiales a usarse, posea suficiente capacidad para resistir cargas, de tal manera que sea aceptable para ser usado como techo de una vivienda.

2. Que en su composición se use la menor cantidad de hierro, ya que éste es el material que representa el mayor costo unitario.
3. Que los materiales componentes sean livianos para poder disponer de esa manera de un margen más amplio para la absorción de las cargas vivas exigidas, así como de las cargas muertas adicionales.
4. Que sus partes principales puedan ser construídas tanto en fábrica como en obra, siendo luego fácilmente transportables al lugar en que se necesitan.
5. Que la cantidad de concreto a usarse sea relativamente pequeña, ya que tanto el acarreo de materiales como el precio del cemento representan un factor determinante en el costo.
6. Que en la ejecución del sistema se use poca formaleta (solamente parales) para disminuir tanto la tala de bosques como el costo que representa la madera y la mano de obra de una formaleta corriente.
7. Que el sistema posea un adecuado control de temperatura, de tal manera que tanto el concreto como el hierro no reciban la acción directa de los rayos del sol para evitar las diferentes dilataciones y contracciones que producen los cambios apreciables de temperatura, pues estos pueden producir grietas en la terraza, y éstas a su vez dar origen a filtraciones.
8. Que la terraza en sí tenga un bajo coeficiente

de transmisión de calor.

9. Lograr que tanto el control de temperatura como el material de relleno trabajen como parte integral de la losa, para que de esa manera teniendo mayor peralte se tenga también mayor momento de inercia y por lo tanto mayor rigidez.
10. Que el conjunto de materiales que forman la terraza, tengan una larga vida útil, para poder ser usados en operaciones bancarias a largo plazo, ya que este es el método usado actualmente en la mayoría de los proyectos de vivienda.
11. Que el proceso de construcción sea sencillo y rápido para disminuir los costos de mano de obra.
12. Evitar en lo posible el uso de equipo y maquinaria especiales.

Para lograr que estos requisitos se cumplieran en grado aceptable, era necesario crear un sistema especial con los materiales adecuados.

Se pensó en usar el sistema de viguetas y blocks de relleno, siendo los materiales escogidos los siguientes:

- a) Ladrillo de barro
- b) Concreto
- c) Hierro

Para solucionar el problema del control de temperatura, se pensó en la tradicional terraza española de mezcla de cal con arena amarilla y ladrillo de barro, siendo ésta ayudada en su función aislante por los es

pacios de aire que debido a su forma proporcionan los materiales de relleno escogidos.

DESCRIPCION DEL SISTEMA

Consiste principalmente en un conjunto formado por viguetas compuestas de ladrillo de barro y concreto, complementadas con blocks de relleno también de barro, a manera de formar una superficie plana.

En la figura número 1 puede verse de frente y de lado una vigueta llamada tipo A-9 de 20x25x9 cms. de alto, dichas medidas pueden variar en sus tres dimensiones y están elaboradas en ladrillo moldeado al vacío. Poniendo las viguetas en forma continua o sea una detrás de otra, se forman vigas más grandes con módulos de 25 cms. hasta alcanzar el largo deseado, la vigueta tiene tres hendiduras en forma de semicírculo, las que se señalan en la figura número 1 con la letra "A", éstas hendiduras como puede verse están colocadas una en cada uno de los costados y una central superior. En estas hendiduras, recubierto con sabieta es donde vá el hierro que forma la armadura de las viguetas. (Señalado en la Fig. No. 2 con la letra "B").

Cuando la vigueta en mención ha secado, se pasa a la segunda fase colocándola sobre dos puntos de apoyo o sea sobre las paredes de la construcción, con una separación entre cada vigueta que depende de las dimensiones del block de relleno que se va a usar (Ver Fig. No. 2).

Para las viguetas la luz máxima recomendable des de el punto de vista económico es de 4.50 mts.

El conjunto formado por las viguetas y los blocks de relleno, es lo que se llama un tramo típico de terraza (Fig. No. 2). Obrando sucesivamente de la manera indicada se puede cubrir el área deseada.

El siguiente paso es fundir con concreto las viguetas y cubrir toda la superficie con una losa de 2 cms. de espesor, armada con hierro de $1/4''$ a 0.28 mts. en sentido perpendicular a las viguetas (Ver Fig. C), esta losa sirve para distribuir las cargas sobre la terraza y formar una superficie plana sobre la cual se colocan los blocks de control de temperatura. Estos blocks deben ser colocados inmediatamente después de fundir la losa de 2 cms., llenando las juntas con sabieta para que se adhieran perfectamente a la losa y formen una superficie monolítica.

Para finalizar la terraza, sobre el control de temperatura se coloca una mezcla de 2 cms. de espesor, formada por arena, cal y pedazos de ladrillo; a la cual se le dá un acabado final de blanqueado a base de cal y arena blanca.

DISEÑO

Se hace necesario aclarar que al aplicar la teoría de concreto armado al cálculo y diseño de losas constituidas por concreto, blocks de relleno y viguetas de barro reforzadas, se está haciendo una aproximación que trae consigo posibles dudas sobre el verdadero comportamiento del conjunto, sin embargo en este caso cabe también mencionar que basándonos en los resultados de pruebas de campo realizadas en una forma adecuada, se ha llegado a la conclusión de que aplicando las fórmulas de concreto armado al cálculo de estas losas se está trabajando con un factor de seguridad, que proporciona bastante flexibilidad en el diseño.

Esto se debe en parte al ladrillo de relleno y a la terraza española, los que aunque no son tomados en cuenta para el cálculo, si trabajan en conjunto ayudando a resistir las cargas permitidas en las terrazas finales.

Hecha ésta necesaria aclaración procederemos al análisis de las fórmulas y coeficientes que pueden ser usados en el cálculo para simplificarlo.

Para desarrollar las fórmulas a usar en el cálculo de la terraza, consideraremos las viguetas como vigas rectangulares de concreto, lo cual como dijimos anteriormente representa una aproximación aceptable.

Si:

E = Modulo de elasticidad

f = Esfuerzo unitario

e = Deformación unitaria

tenemos que:

$$E = \frac{f}{e}$$

Que como es sabido nos expresa que dentro de ciertos límites los esfuerzos y las deformaciones son proporcionales entre sí.

Si asumimos que:

E_s = Modulo de elasticidad del hierro

E_c = Modulo de elasticidad del concreto

Δ_s = Deformación unitaria del hierro

Δ_c = Deformación unitaria del concreto

por consiguiente tenemos que:

$$E_s = \frac{f_s}{\Delta_s} \quad F_c = \frac{f_c}{c}$$

de donde

$$\Delta_s = \frac{f_s}{E_s} \quad \Delta_c = \frac{f_c}{E_c}$$

De la figura "a" que se encuentra al final de este capítulo se puede deducir por triángulos semejantes que:

$$\frac{\Delta_c}{\Delta_s} = \frac{f_c/E_c}{f_s/E_s} = \frac{kd}{d-kd}$$

por consiguiente

$$\frac{f_c E_s}{f_s E_c} = \frac{k}{1-k}$$

como sabemos que

$$\frac{E_s}{E_c} = n$$

por lo tanto

$$\frac{E_s}{E_c} \times \frac{f_c}{f_s} = \frac{n f_c}{f_s} = \frac{k}{1-k}$$

entonces

$$\frac{f_c}{f_s} = \frac{k}{n(1-k)} \quad (b)$$

Y de esto podemos despejar f_c y f_s así:

$$f_c = \frac{f_s k}{n(1-k)} \quad (1)$$

$$f_s = \frac{n f_c (1-k)}{k} \quad (2)$$

De la fórmula número dos podemos despejar "k" así:

$$k = \frac{n f_c (1-k)}{f_s}$$

$$k = \frac{n - nk}{f_s/f_c} \quad \therefore \frac{f_s}{f_c} k = n - nk$$

$$k f_s/f_c + nk = n$$

$$k \left(\frac{f_s}{f_c} + n \right) = n$$

por consiguiente

$$k = \frac{n}{n + f_s/f_c} \quad (3)$$

Considerando que el momento resistido por la zona de compresión es M_c y en la cual el esfuerzo varía en magnitud de cero en el eje neutro a f_c en la fibra extrema, siendo por lo tanto el esfuerzo promedio $\frac{1}{2}f_c$ y el área de compresión igual a bkd , tenemos que el valor de la compresión total es:

$$C = \frac{1}{2}f_c bkd \quad (\text{Ver figura "a"})$$

y el valor de la tensión total es:

$$T = f_s A_s$$

siendo el brazo entre estas dos fuerzas $j d$ según se vé en la figura "a". Por lo que el momento resistente será:

$$M_c = \frac{1}{2}f_c j bkd^2 \quad (c)$$

o también

$$M_s = f_s A_s j d$$

como sabemos que

$A_s = pbd$ en donde $p = \%$ de hierro en relación al área útil de concreto, tenemos:

$$M_s = pbd f_s j d$$

o también

$$M_s = jpb f_s d^2 \quad (d)$$

Para que exista equilibrio

$$M_s = M_c$$

sustituyendo estos por sus valores, tenemos:

$$pfsjbd^2 = \frac{1}{2}fc \cdot j \cdot k \cdot bd^2$$

$$pfs = \frac{1}{2} fck \quad \therefore 2 pfs = fck$$

$$\frac{fc}{fs} = \frac{2p}{k} \quad (e)$$

sustituyendo este valor de fc/fs en la fórmula (b) tenemos

$$\frac{k}{n(1-k)} = \frac{2p}{k}$$

$$k^2 = 2p \cdot n(1-k)$$

$$k^2 = 2pn - 2pnk$$

$k^2 + 2pnk = 2pn$ (completando el cuadrado y resolviendo para (k)) tenemos

$$k^2 + 2pnk - 2pn = 0$$

$$k = 2pn + (pn)^2 - pn \quad (4)$$

de la figura (a) deducimos que:

$$jd = d - 1/3kd \quad \therefore \quad j = 1-k/3 \quad (5)$$

de la ecuación "C"

$$M = \frac{1}{2} fsjkb^2$$

$$\therefore d^2 = \frac{M}{\frac{1}{2} f_c j k b}$$

$$d = \sqrt{\frac{M}{\frac{1}{2} f_c j k b}}$$

llamando $K = \frac{1}{2} f_c j k$

$$\therefore \boxed{d = \sqrt{\frac{M}{K b}}} \quad (6)$$

y el momento flexionante "M" es igual a:

$$M = A_s f_s j d \therefore \boxed{A_s = \frac{M}{f_s j d}} \quad (7)$$

$$p = \frac{A_s}{b d} \quad \boxed{A_s = p b d} \quad (8)$$

de la ecuación (e)

$$2 p f_s = f_c k$$

$$\boxed{p = \frac{k f_c}{2 f_s}} \quad (9)$$

Resumen para el cálculo:

$$f_c = \frac{f_s k}{n(1-k)} \quad (1)$$

$$f_s = \frac{n f_c (1-k)}{k} \quad (2)$$

$$k = \frac{n}{n + \frac{f_s}{f_c}} \quad (3)$$

$$k = 2 p n + p n^2 - p n \quad (4)$$

$$j = 1 - k/3 \quad (5)$$

$$d = \frac{M}{Kb} \quad (6)$$

$$A_s = \frac{M}{f_s j d} \quad (7)$$

$$A_s = pbd \quad (8)$$

$$p = \frac{kfc}{2f_s} \quad (9)$$

Ya teniendo las fórmulas necesarias para el cálculo de la terraza, lo que procede es determinar las cargas de diseño correspondientes.

Vale la pena aclarar que al ser aplicada una carga a la losa, esta no es absorbida solamente por las viguetas que están inmediatamente abajo del área de aplicación, sino que es repartida por medio de la losa de distribución al resto de viguetas de tal manera que la losa trabaja como un conjunto.

Debido a que el esfuerzo de torsión es crítico en las esquinas exteriores de una losa, donde tiende a producir grietas a lo largo de una línea que forma 45° con los lados que dan origen a la esquina, se hace necesario proveer a la losa de un refuerzo adicional perpendicular a esta línea y equivalente en diámetro y espaciamiento al refuerzo necesario para absorber el máximo momento positivo.

La longitud a cubrir con este refuerzo es de $1/5$ de la luz mayor, midiendo a partir del vértice de la esquina sobre cada uno de los lados. (Ver fotografías de los diferentes aspectos de la construcción).

CARGA MUERTA

Usando viguetas tipo "A" (Ver figura "b" al final de este capítulo).

Tomando el peso de cada elemento prorrateado por metro cuadrado.

1. Vigueta tipo "A"

Como se ve en la figura "C" en cada metro cuadrado entran ocho viguetas tipo "A", y como cada una de estas tiene un peso de 7.06# resulta:

$$8 \times 7.06 = 56.48\#/m^2$$

$$\frac{56.48}{2.2} = 25.60 \text{ Kg}/m^2$$

2. Relleno tipo "B-12" (30 x 12 x 14)

Como se aprecia en la figura "C" podemos tomar que entran 14 en cada metro cuadrado, y como cada una de estas tiene un peso de 8# tenemos:

$$14 \times 8 = 112\#/m^2$$

$$\frac{112}{2.2} = 50.8 \text{ Kg}/m^2$$

3. Control de Temperatura

Como cada baldosa es de 25 x 25 cms., en un metro cuadrado caben 16 controles de temperatura y

como cada uno de ellos pesa 8# tenemos:

$$16 \times 8 = 128\#/m^2$$

$$\frac{128}{2.2} = 58 \text{ Kg}/m^2$$

4. Volumen de Concreto

Tomando vigas de 1 metro de longitud.

Volumen de concreto 0.023 m^3 por $\text{m}^2 = 23 \text{ lts.}$
 por m^2
 $23 \text{ lts}/m^2 \times 2.4 \text{ Kg}/\text{lt} = 55 \text{ Kg}/m^2$

5. 2 cms de mezcla con blanqueado. Se sabe que un metro cuadrado de un centímetro de espesor pesa mas o menos 14.67 Kg. como tenemos dos centímetros de espesor resulta:

$$2 \times 14.67 = 29.34 \text{ Kg}/m^2$$

6. Granceado o repello y cernido en la parte de abajo:

$$6 \text{ Kg}/m^2$$

7. Peso del hierro por metro cuadrado

$$4.5 \text{ Kg}/m^2$$

Redondeando las cifras tenemos en resumen:

Viguetas tipo "A" -----	26 Kg/m ²
Relleno tipo B-12 -----	51 Kg/m ²
Control de temperatura -----	58 Kg/m ²
Concreto -----	55 Kg/m ²

Mezcla con blanqueado arriba -----	30 Kg/m ²
Granceado, repello y cernido abajo -----	6 Kg/m ²
Peso hierro por metro cuadrado -----	5 Kg/m ²
	<u>231 Kg/m²</u>

$$\begin{aligned} \text{Carga Muerta} &= 231 \text{ Kg/m}^2 \\ 1 \text{ Kg/m}^2 &= 0.2048\#/\text{pie}^2 \\ 231 \times 0.2048 &= 47.3\#/\text{pie}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Usamos } W_m = 50\#/\text{pie}^2$$

CARGA VIVA

Tratándose de una terraza final, se tiene que la carga viva mínima exigida es de 16[#]/pie² y esa usaremos en nuestros cálculos.

CARGA TOTAL

$$\begin{aligned} W_m &= 50\#/\text{pie}^2 + \\ W_v &= 16\#/\text{pie}^2 \\ W_t &= 66\#/\text{pie}^2 \end{aligned}$$

APLICACION PRACTICA

Como las viguetas tipo "A" con rellenos del tipo B-12 quedan separadas centro a centro 50 cms. resulta que lo que carga cada una de las viguetas por pie lineal es:

$$\begin{aligned} 50 \text{ cms.} &= 1.64 \text{ pies} \\ 66\#/\text{pie}^2 \times 1.64 \text{ pies} \times 1 \text{ pie} \\ W &= 108\#/\text{pie} \\ \text{para redondear tomaremos } W &= 110\#/\text{pie} \end{aligned}$$

Tomando la vigueta como una de extremo no restringido se tiene que:

$$M = \frac{W L^2}{8} = \frac{110 L^2}{8} = 13.75 L^2$$

$$V = \frac{W L}{2} = \frac{110 \times L}{2} = 55 L$$

tomando un concreto 1:2:3: $f'_c = 3000\#/pulg^2$
 $f_c = 1200\#/pulg^2$ $n = 10$ $f_s = 20000\#/pulg^2$
 $K = 197$ $j = 0.875$

Como se sabe que

$$b = 20 \text{ cms.} = 8''$$

$$d = 10 \text{ cms.} = 4''$$

$$h = 12 \text{ cms.} = 4.72''$$

(Ver figura "b")

$$A_s = \frac{M \times 12}{f_s j d} = \frac{12M}{20000 \times 0.875 \times 4} = \frac{M}{5830} \text{ (por cada nervio)}$$

$$V = \frac{W L}{2}$$

$$v = \frac{V}{b j d} = \frac{V}{8 \times 0.875 \times 4} = \frac{V}{28}$$

CALCULO PARA DIFERENTES LUCES

1er Caso

$$L = 2.00 \text{ mts} = 6.56 \text{ pies}$$

$$L^2 = 43.03 \text{ pies}^2$$

$$W_t = 110\#/pie$$

$$M = \frac{W L^2}{8} = 13.75 \times 43.03 = 590\# \times pie$$

$$V = \frac{W L}{2} = \frac{110 \times 6.56}{2} = 361\#$$

$$\boxed{V = 361\#}$$

$$v = \frac{V}{28} = \frac{361}{28} = 12.90\#/\text{pulg}^2$$

$$\boxed{v = 12.90\#/\text{pulg}^2}$$

$$A_s = \frac{M \times 12}{f_s j d} = \frac{M}{5830} = 0.101 \text{ pulg}^2$$

$$\boxed{A_s = 0.101 \text{ pulg}^2}$$

Usar 4 $\emptyset 3/16''$ ($A_s = 0.12 \text{ pulg}^2$)

Adherencia

$$u \text{ permisible} = \frac{4.8 \sqrt{f'c}}{\emptyset} = \frac{4.8 \sqrt{3000}}{\emptyset} =$$

$$= \frac{263}{\emptyset} \#/\text{pulg}^2 \neq 350\#/\text{pulg}^2$$

en este caso $\emptyset = 3/16''$ por lo tanto

$$u \text{ permisible} = \frac{263}{3/16''} = 1400 > 350\#/\text{pulg}^2$$

$$\therefore u \text{ permisible} = 350\#/\text{pulg}^2$$

$$M = \frac{V}{\sum o_j d} = \frac{361}{2.36 \times 0.875 \times 4} = 43.70 < 350$$

2do Caso

$$L = 2.50 \text{ mts} = 8.20 \text{ pies} \quad L^2 = 67.24 \text{ pies}^2$$

$$W_t = 110\#/\text{pie}$$

$$M = \frac{WL^2}{8} = \frac{110 \times 67.24}{8} = 924\# \cdot \text{pie}$$

$$V = \frac{WL}{2} = \frac{110 \times 8.20}{2} = 451\#$$

$$v = \frac{V}{28} = \frac{451}{28} = 16.10\#/\text{pulg}^2$$

$$A_s = \frac{M}{5830} = \frac{924}{5830} = 0.1585 \text{ pulg}^2$$

$$A_s = 0.1585 \text{ pulg}^2$$

Usar 4 \emptyset 1/4" ($A_s = 0.20 \text{ pulg}^2$)

Adherencia

$$u \text{ permisible} = \frac{263}{1/4} = 1052 > 350$$

$$u = \frac{V}{\sum o_j d} = \frac{451}{3.16 \times 0.875 \times 4} = 40.7 < 350$$

3er Caso

$$L = 3.00 \text{ mts} = 9.84 \text{ pies} \quad L^2 = 96.82 \text{ pies}^2$$

$$M = \frac{WL^2}{8} = \frac{110 \times 96.82}{8} = 1330\# \cdot \text{pie}$$

$$V = \frac{WL}{2} = \frac{110 \times 9.84}{2} = 541\#$$

$$v = \frac{V}{28} = \frac{541}{28} = 19.32\#/\text{pulg}^2$$

$$A_s = \frac{M \times 12}{f_s j d} = \frac{12 M}{20000 \times 0.875 \times 4} = \frac{1330 \times 12}{20000 \times 0.875 \times 4}$$

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central
Sección de Tesis

$$A_s = \frac{M}{5830} = \frac{1330}{5830} = 0.228 \text{ pulg}^2$$

$$A_s = 0.228 \text{ pulg}^2$$

Usar 4 \emptyset 5/16" (As = 0.32 pulg²)

Adherencia

$$u \text{ permisible} = \frac{263}{5/16} = 840 > 350$$

$$u = \frac{V}{\sum o_j d} = \frac{541}{392 \times 0.875 \times 4} = 39.5 < 350$$

4to Caso

$$L = 3.50 \text{ mts} = 11.48 \text{ pies} \quad L^2 = 131.80 \text{ pies}^2$$

$$W = 110\#/\text{pie}$$

$$M = \frac{W L^2}{8} = \frac{110 \times 131.80}{8} = 1810\# \cdot \text{pie}$$

$$V = \frac{W L}{2} = \frac{110 \times 11.48}{2} = 631\#$$

$$v = \frac{V}{28} = 22.55\#/\text{pulg}^2$$

$$A_s = \frac{M \times 12}{f_s j d} = \frac{12 M}{20000 \times 0.875 \times 4} = \frac{1810}{5830}$$

$$A_s = 0.31 \text{ pulg}^2$$

Usar 4 \emptyset 5/16" (As = 0.32 pulg²)

Adherencia

$$u \text{ permisible} = \frac{263}{5/16} = 840 > 350$$

$$u = \frac{V}{\sum \hat{o}jd} = \frac{361}{3.92 \times 0.875 \times 4} = 46 < 350$$

5to Caso

$$L = 4.00 \text{ mts} = 13.12 \text{ pies} \quad L^2 = 172.13 \text{ pies}^2$$

$$W = 110\#/\text{pie}$$

$$M = \frac{WL^2}{8} = \frac{110 \times 172.13}{8} = 2360\# \cdot \text{pie}$$

$$V = \frac{WL}{2} = \frac{110 \times 13.12}{2} = 722\#$$

$$v = \frac{V}{bjd} = \frac{722}{8 \times 0.875 \times 4} = \frac{722}{28} = 25.8\#/\text{pulg}^2$$

$$As = \frac{M \cdot 12}{fsjd} = \frac{12 \times 2360}{20000 \times 0.875 \times 4}$$

$$As = 0.405 \text{ pulg}^2$$

Usar 4 \emptyset 3/8" (As = 0.44 pulg²)

Adherencia

$$u \text{ permisible} = \frac{263}{3/8} = 700 > 350$$

$$u = \frac{V}{\sum ojd} = \frac{722}{4.72 \times 0.875 \times 4} = 43.7 < 350$$

6to Caso

$$L = 4.50 \text{ mts} = 14.76 \text{ pies} \quad L^2 = 217.86 \text{ pies}^2$$

$$W = 110\#$$

$$M = \frac{WL^2}{8} = \frac{110 \times 217.86}{8} = 2980\# \cdot \text{pie}$$

$$V = \frac{W L}{2} = \frac{110 \times 14.76}{2} = 811\#$$

$$v = \frac{V}{b_j d} = \frac{811}{8 \times 0.875 \times 4} = \frac{811}{28} = 29\#/\text{pulg}^2$$

$$A_s = \frac{M L}{f_s j d} = \frac{2178.60 \times 12}{20000 \times 0.875 \times 4} = \frac{2980}{5830}$$

$$A_s = 0.51 \text{ pulg}^2$$

Usar 2 \emptyset 3/8" + 2 \emptyset 1/2" ($A_s = 0.62 \text{ pulg}^2$)

Adherencia

$$u \text{ permisible} = \frac{263}{1/2} = 526 > 350$$

$$u = \frac{V}{\sum o_j d} = \frac{811}{5.50 \times 0.875 \times 4} = 42 < 350$$

CALCULO DEL MAXIMO VOLADIZO

$$M_r = Kbd^2 = \frac{197 \times 8 \times 16}{12} = 2100 \# \cdot \text{pie}$$

$$M_r \text{ máximo} = 2100 \# \cdot \text{pie}$$

$$M = W L \times L/2 = \frac{W L^2}{2}$$

$$L = \sqrt{\frac{2M}{W}} \quad L = \sqrt{\frac{2 \times 2100}{110}} \quad L = \sqrt{\frac{420}{11}}$$

$$L = \sqrt{38.20}$$

$$L = 6.18 \text{ pies}$$

tomaré

$$L = 1.88 \text{ mts.}$$

$$L = 1.90 \text{ mts.}$$

Para este voladizo el área de refuerzo necesario será:

$$A_s = \frac{M \times 12}{f_s j d} = \frac{12M}{20000 \times 0.875 \times 4''} = \frac{M}{5830}$$

$$A_s = \frac{2100}{5830} = 0.36 \text{ pulg}^2 \quad \text{usar } 2\emptyset 3/8'' + 2\emptyset 5/16''$$

Pero normalmente se recomienda usar como máximo 1.50 mts. con menos hierro.

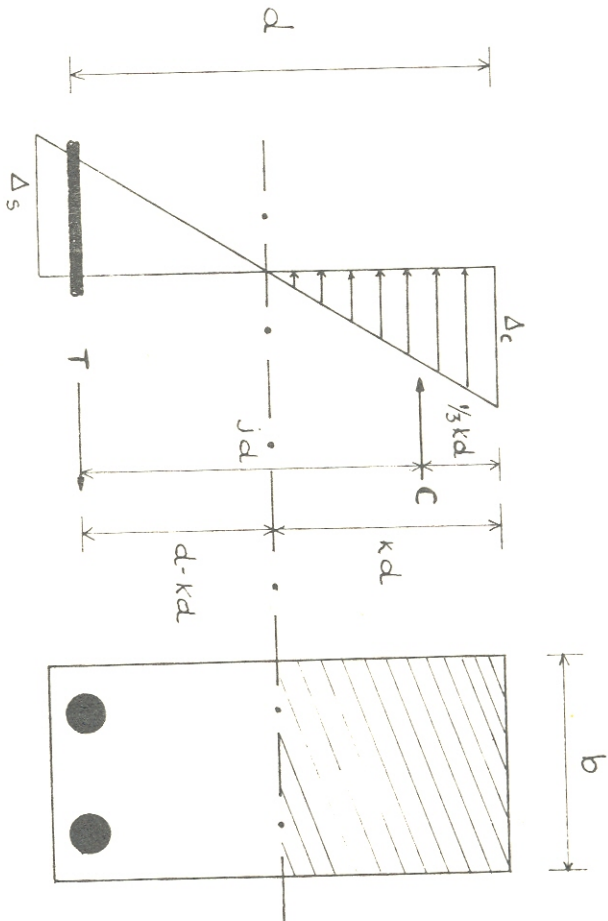


FIGURA "a"

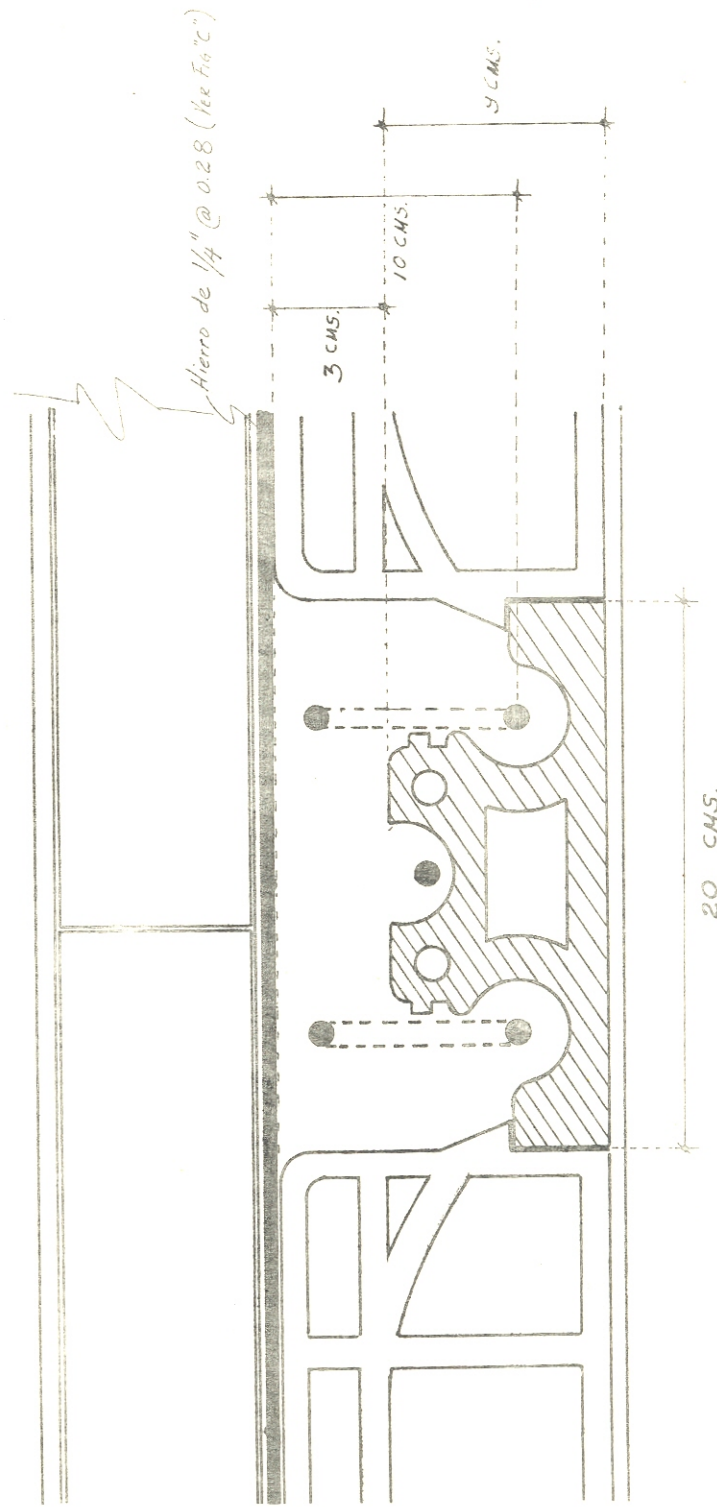


FIGURA "b"

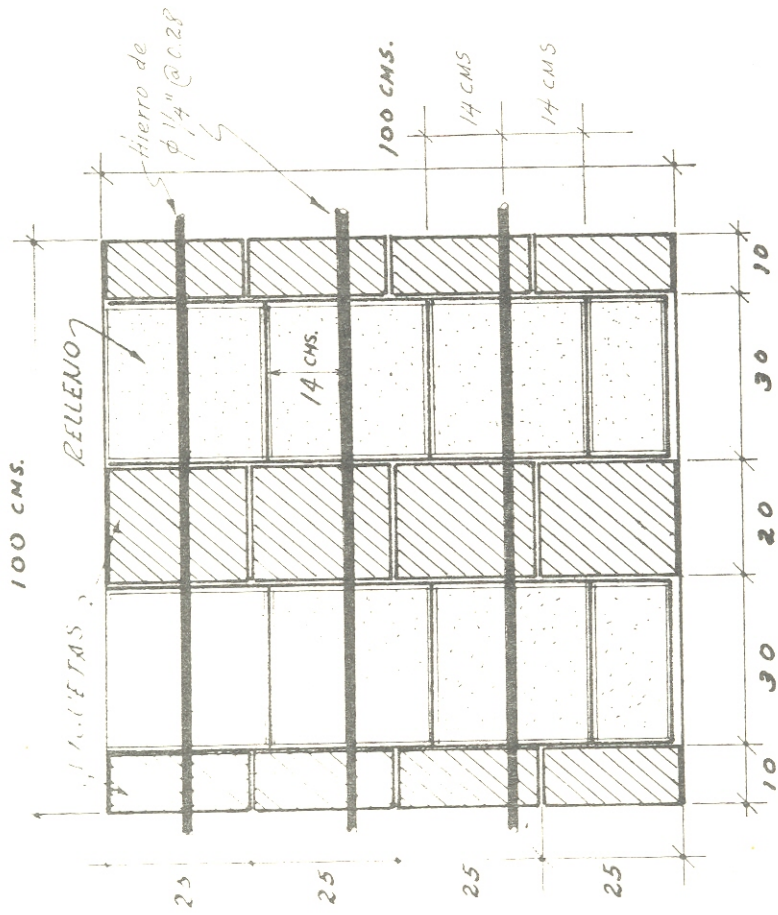


FIGURA "C"

COSTOS

El objeto de este capítulo es calcular el costo por metro² de la terraza tipo "SANTA ELENA", ya que este servirá como punto de comparación entre dicha terraza y los sistemas comunmente usados en nuestro medio.

Para el cálculo de costos, usaremos un tipo de terraza completamente definido y que consta de los siguientes elementos:

- a) Vigueta tipo A-9 formada por secciones de 20 x 9 x 25 cms. (Fig. No. 1)
- b) Blocks de relleno tipo B-12 de 30 x 12 x 14 cms. (Fig. No. 2)
- c) Control de temperatura que está formado por blocks de barro de 25 x 25 x 8 y mezcla blanca con pedazos de lodrillo de barro (Fig. No. 2)
- d) Concreto y hierro (Fig. No. 2)

CADA METRO² DE LA TERRAZA DESCRITA ANTERIORMENTE CONSTA DE:

MATERIALES:

1. Piezas de Barro

a) 8 piezas tipo A-9 (20 x 9 x 25)
Cada una de ellas pesa 6.05 lbs. y su precio es
de 6 centavos, por lo tanto se tiene:
8 x 0.06 ----- $\text{Q } 0.48$

b) 14 blocks de relleno tipo B-12 (30x12x14),
cada uno de ellos pesa 8.16 y su precio es de
0.6 centavos por lo tanto se tiene:
14 x 0.06 ----- $\text{Q } 0.84$

c) 16 controles de temperatura (8 x 25 x 25)
cada uno de ellos con un peso de 8 lbs. y un pre-
cio de 0.06 centavos por lo tanto se tiene:
16 x 0.06 ----- $\text{Q } 0.96$

2. Concreto (3,000 lbs. x pulgada cuadrada)

23 litros por metro cuadrado a $\text{Q } 0.25$ cada li-
tro, por consiguiente se tiene:
23 x 0.25 ----- $\text{Q } 0.58$

3. Hierro (20,000 lbs. x pulgada cuadrada)

9 lbs. por metro cuadrado, 8.5 centavos cada li-
bra la cual dá:
9 x 0.085 ----- $\text{Q } 0.77$

4. Alambre de Amarre

Media libra por cada metro cuadrado (como pro-
medio a 10 centavos cada libra) resulta:
0.5 x 0.10 ----- $\text{Q } 0.05$

5. Cemento y arena necesarios para unir la terraza
con el control de temperatura, por metro cuadra-
do resulta: ----- $\text{Q } 0.20$

6. Dos centímetros de mezcla sobre el control de temperatura, cada metro cuadrado cuesta: $\text{Q} 0.24$
 7. Mezcla para blanquear ----- $\text{Q} 0.05$
 8. Formaleta considerando que son solo parales y que pueden usarse aproximadamente unas cinco veces: ----- $\text{Q} 0.10$
 9. Repello y cernido parte inferior cada metro cuadrado: ----- $\text{Q} 0.50$
- TOTAL MATERIALES: ----- $\text{Q} 4.77$

MANO DE OBRA:

Los siguientes costos están prorrateados por metro cuadrado.

1. Hechura de viguetas (2 viguetas de 1 metro de largo en cada metro cuadrado) 0.06quetzales por metro lineal, por lo tanto:
 0.06×2 ----- $\text{Q} 0.12$
2. Mano de obra formaleta (sólo parales) cada metro cuadrado: $\text{Q} 0.15$
3. Subir viguetas
 Tres centavos por metro lineal, por lo tanto:
 0.03×2 ----- $\text{Q} 0.06$
4. Poner relleno B-12
 14 piezas por metro cuadrado ----- $\text{Q} 0.06$
5. Emparrillado (Hierro de 1/4" a 0.28)
 Cada metro cuadrado ----- $\text{Q} 0.10$

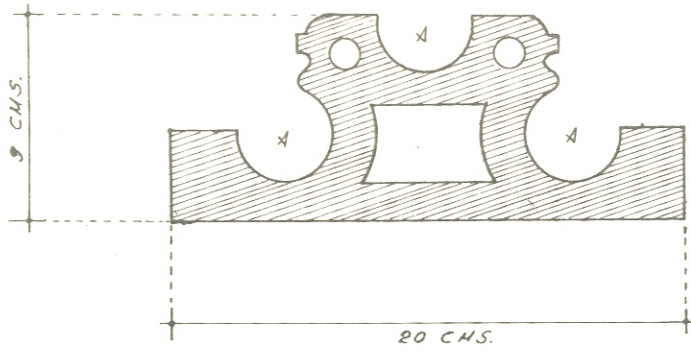
6. Fundir nervios Dos metros lineales por metro cuadrado	Q 0.15
7. Poner Controles de Temperatura Cada metro cuadrado -----	Q 0.10
8. Poner mezcla sobre el control de temperatura Cada metro cuadrado -----	Q 0.12
9. Blanqueado final Cada metro cuadrado -----	Q 0.15
10. Quitar formaleta (sólo parales) Cada metro cuadrado -----	Q 0.01
11. Repello y cernido Cada metro cuadrado -----	Q 0.42
TOTAL MANO DE OBRA -----	<u>Q 1.44</u>

COSTO TOTAL:

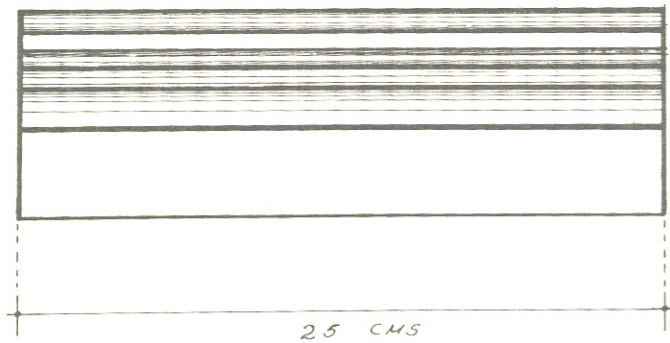
Materiales -----	Q 4.77
Mano de Obra -----	Q 1.44
Imprevistos -----	Q 0.32
	<u>Q 6.53</u>

FIGURA N° 1

VIGUETA TIPO A-9 (0.20x0.25x0.09)



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL

FIGURA N° 2

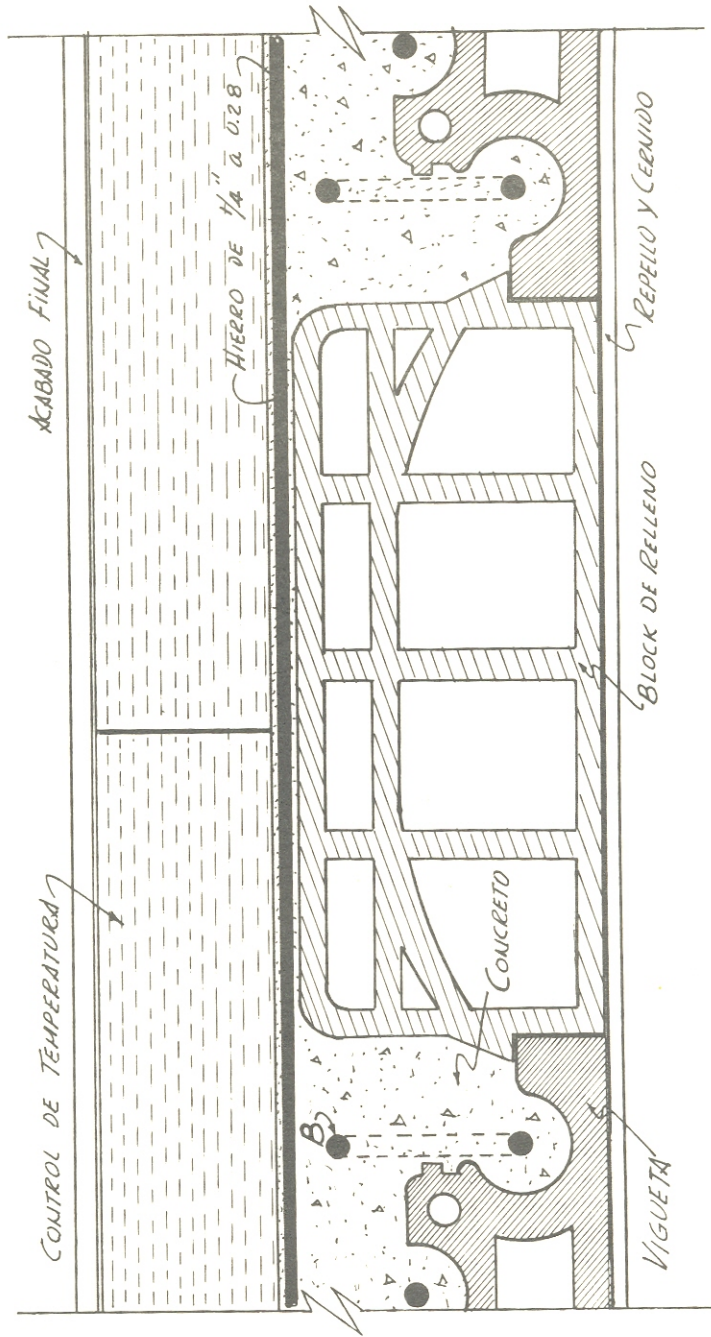
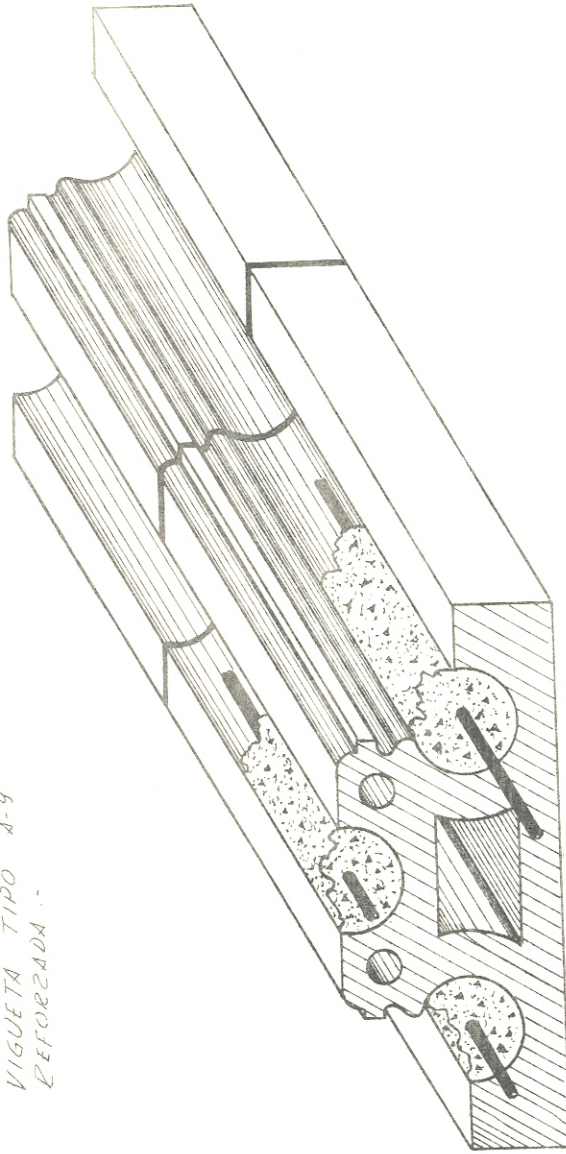


FIGURA N° 3

VIGUETA TIPO A-9
REFORZADA ..



ENSAYOS

La terraza fue ensayada prácticamente en el campo, obteniéndose resultados de resistencia a cargas y comportamiento bastante halagadores, fotografías de estos ensayos pueden verse en las páginas siguientes.

Para mayor seguridad en cuanto al conocimiento del comportamiento de la terraza al ser solicitada por las cargas, se encargó al Centro de Investigaciones de Ingeniería, que por medio de su laboratorio de estructuras realizara un ensayo midiendo tanto las deflexiones producidas en la terraza al aplicarle las cargas como su poder de recuperación al cesar éstas.

Copia del informe presentado por la sección de Ensayo de Estructuras se encuentra a continuación.

SECCION DE ENSAYOS DE ESTRUCTURAS:

--aptas para ser usadas en cubiertas de techo para la luz ensayada.

- 2) La losa por estar formada de elementos pequeños unidos entre sí necesitan un acomodamiento previo a la aplicación de carga por lo tanto es aconsejable que se deje una contraflecha a las viguetas, ver observaciones.-

OBSERVACIONES:

- 1.) El primer ensayo en ambas losas no fué satisfactorio, por lo que se dejó un lapso de tiempo de 72 horas para repetirlo, habiendose obtenido finalmente un comportamiento satisfactorio y una recuperación de 81.2 % en el ensayo.
- 2.) El mínimo de recuperación requerido por el Instituto Americano del concreto (A.C.I.) es de 75 %.-
- 3.) Los resultados obtenidos en el ensayo último pueden verse en la fotocopia del gráfico CARGA-DEFLEXION que se adjunta al presente informe.-



Carlos Francisco Marroquin Ziesse
Ing. Carlos Francisco Marroquin Ziesse
JEFE SECCION DE ENSAYO DE ESTRUCTURAS

CFMZ/japz.

INTERESADO: Ing. René Schlesinger Alegría.
ASUNTO: Ensayo de carga sobre las losas de ladrillo de barro cocido tipo "Santa Elena".-
FECHA: 5 Diciembre de 1966.-

CARACTERISTICAS DE LOS ELEMENTOS ENSAYADOS:

Las losas ensayadas estan formadas por viguetas de bloques de barro cocido unidos entre sí con sabieta y 4 barras de acero - No. 2 colocadas en la parte inferior para absorber tensión; las viguetas fueron colocadas a 50 cm. entre centros colocando entre éstas bloques abovedados de barro cocido como material de relleno llegando la fundición de concreto unicamente hasta el nivel superior de estos bloques, llenando el espacio de las viguetas; posteriormente le fué colocada una capa de bloques tambien de barro cocido con vacíos para aligerar la losa así como para aislarla termicamente, el recubrimiento final fué un blanqueado normal.

ENSAYO:

En el ensayo se tomó como carga de prueba $0.3 \omega_m + 1.7 \omega_v$ y se asumió que todos los elementos que formaron parte del peralte de la losa trabajarían simultaneamente.

DATOS Y DIMENSIONES:

Luz = 300 cm.
Ancho = 100 cm.
Espesor total = 23.5 cm.

Apoyos simples sobre muros de ladrillo de soga,
Carga muerta $\omega_m = 277.55 \text{ kg/m}^2$
Carga viva $\omega_v = 97.52 \text{ kg/m}^2$
Carga de prueba $\omega_p = 249.04 \text{ kg/m}^2$, se adoptó 250 kg/m^2
Número de losas sometidas al ensayo: dos.-

CONCLUSIONES:

- 1) Las dos losas previamente analizadas se considera que sí son



Fecha: inicial: 22 Nov. 1966
final: 4 Dic. 1966

GRAFICO CARGA-DEFLEXION

PRUEBA DE CARGA : LOSA TIPO "SANTA ELENA"

DATOS:

LUZ 300 cm
ANCHO 100 cm
ESPESOR 23.5cm

MATERIAL:

VIGUETAS DE LADRILLO TIPO "STA. ELENA"

ENSAYO:

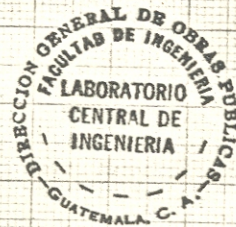
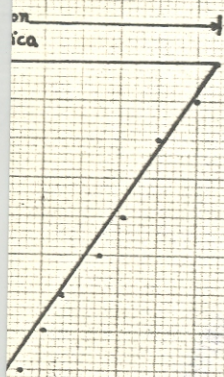
SEGUN RECOMENDACIONES No. 200, No. 201 y
No. 202 DEL CODIGO "A.C.I. 318-63".-

CARGA DE PRUEBA:

$$\omega_p = 0.3\omega_m + 1.7\omega_v = 250 \text{ kg/m}^2$$

RESULTADOS:

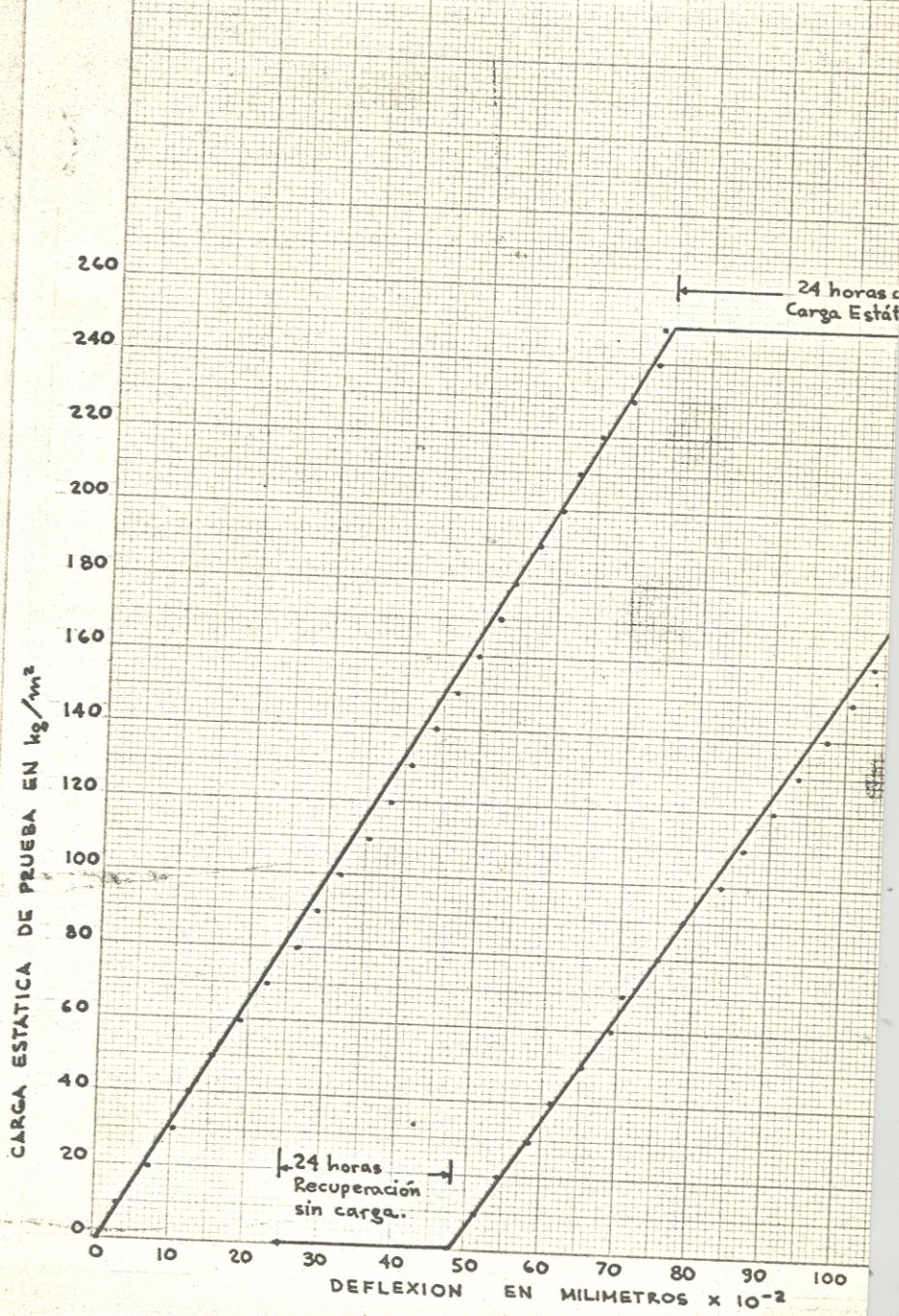
CARGA MAXIMA APLICADA = 250 kg/m²
DEFLEXION INSTANTANEA = 0.73 mm
DEFLEXION A 24 HORAS = 1.33 mm
DEFLEXION REMANENTE = 0.25 mm
RECUPERACION A 24 HORAS = 81.2 %



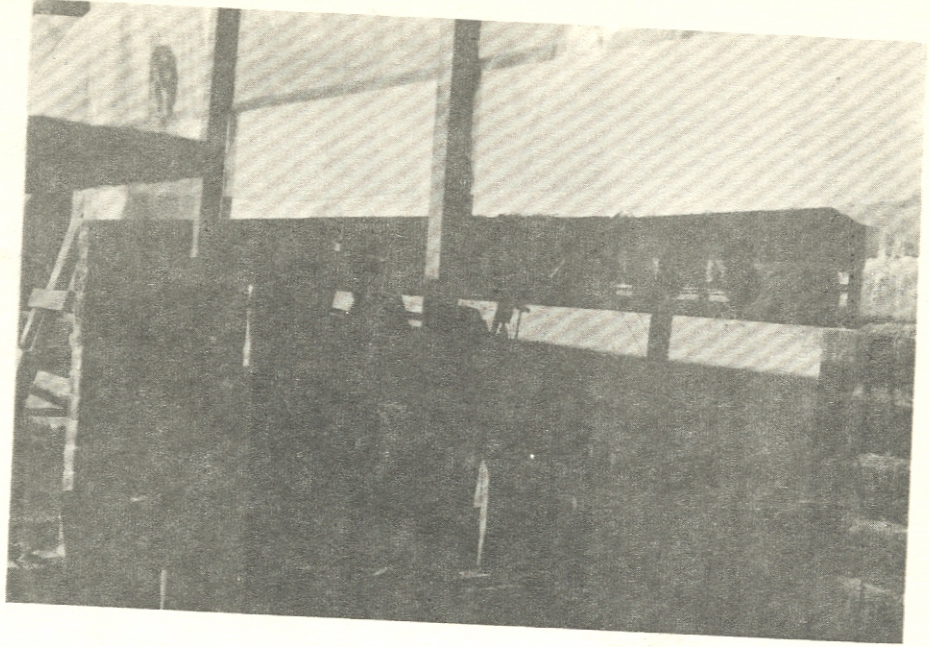
C. F. Marroquin Ziese

Ing. Carlos Francisco Marroquin Ziese
JEFE SECCION DE ENSAYO DE ESTRUCTURAS

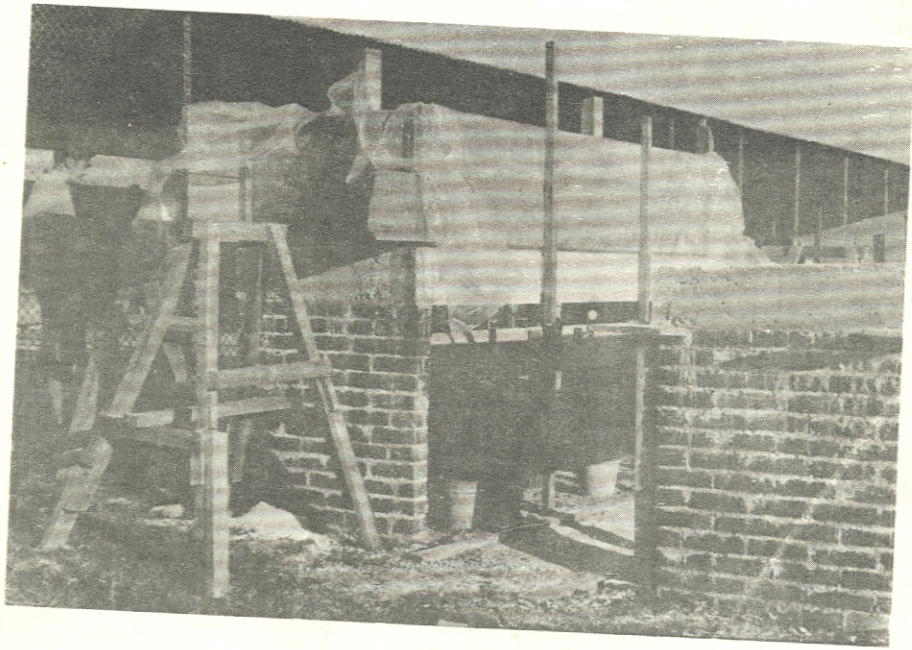
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
LABORATORIO DE ENSAYO DE ESTRUCTURAS.



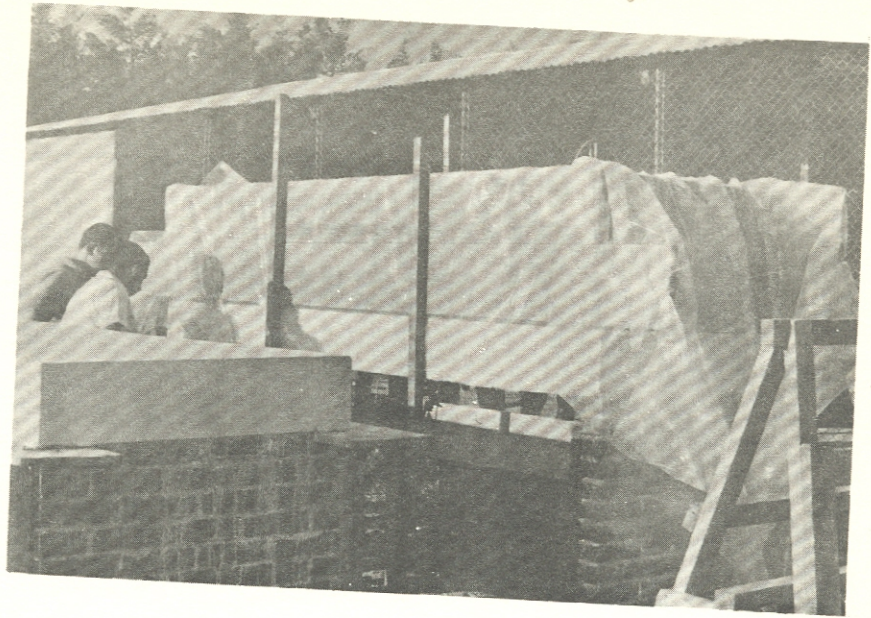
PRUEBA DE LABORATORIO



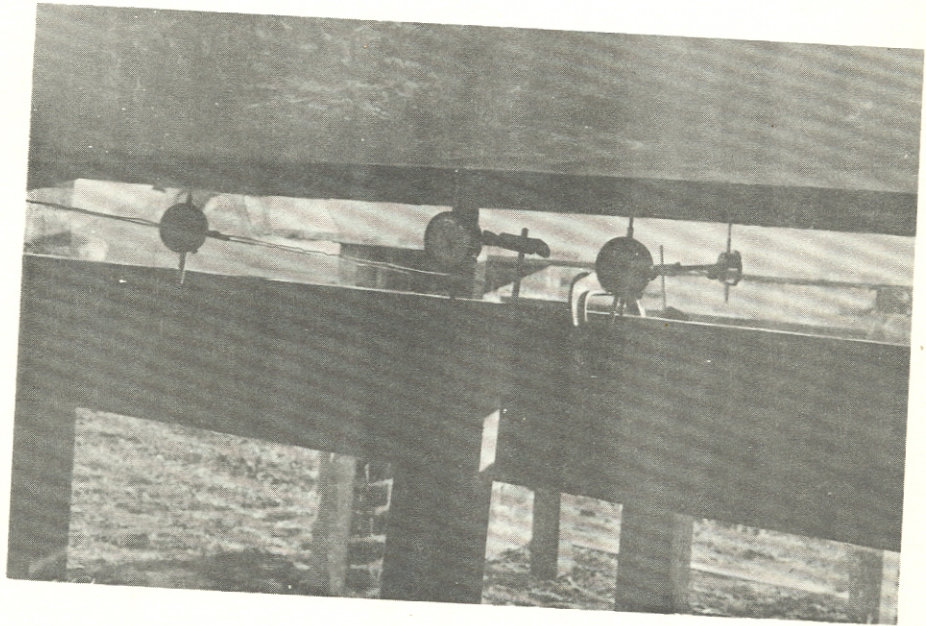
Colocación de los deflectómetros



Vigueta cargada para el ensayo

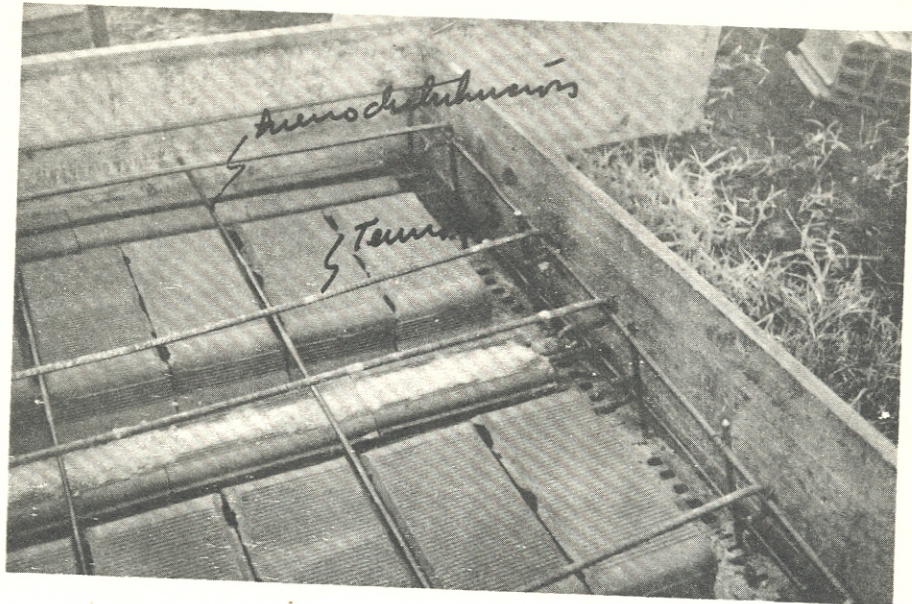


Chequeo de deflexiones

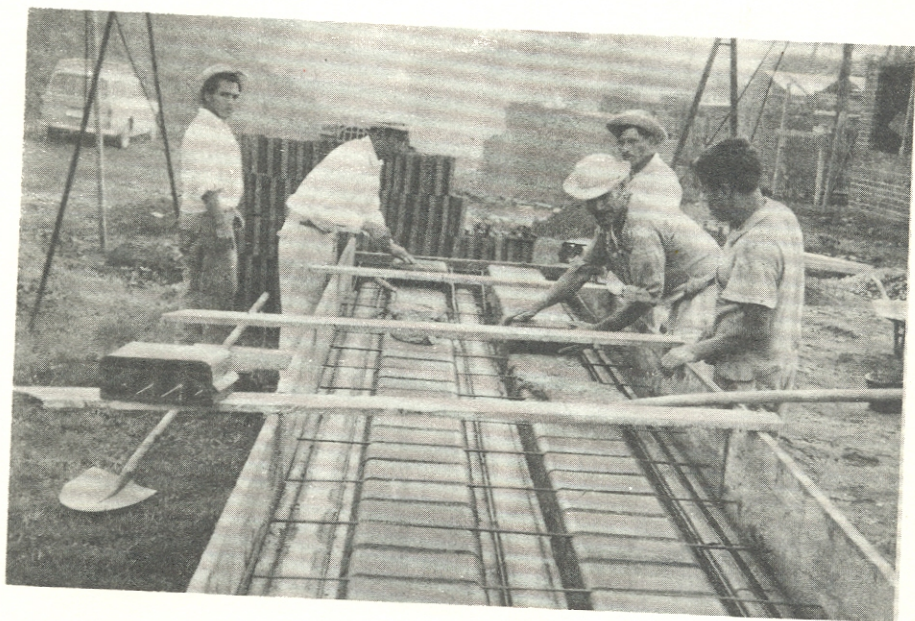


Deflexiones finales

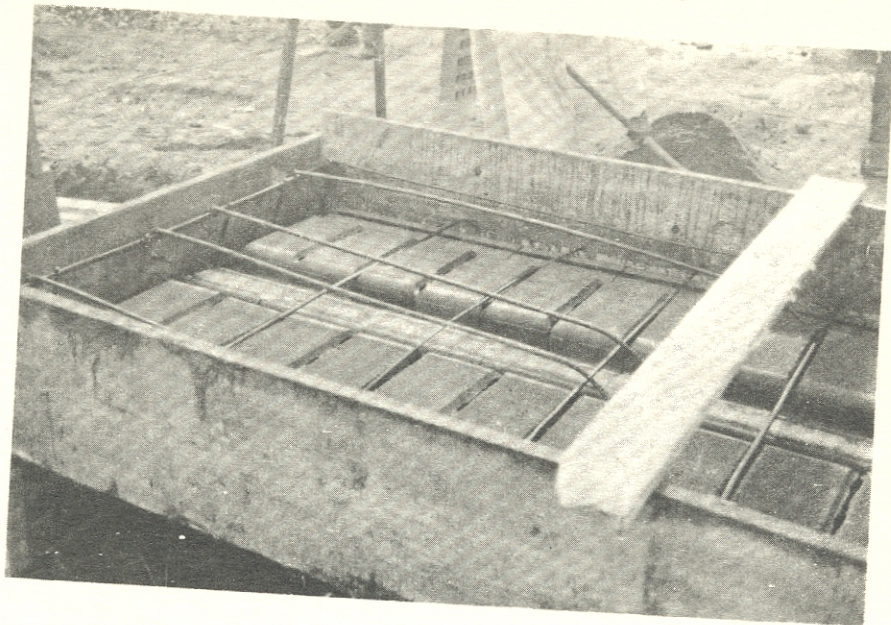
PRUEBA EN EL CAMPO



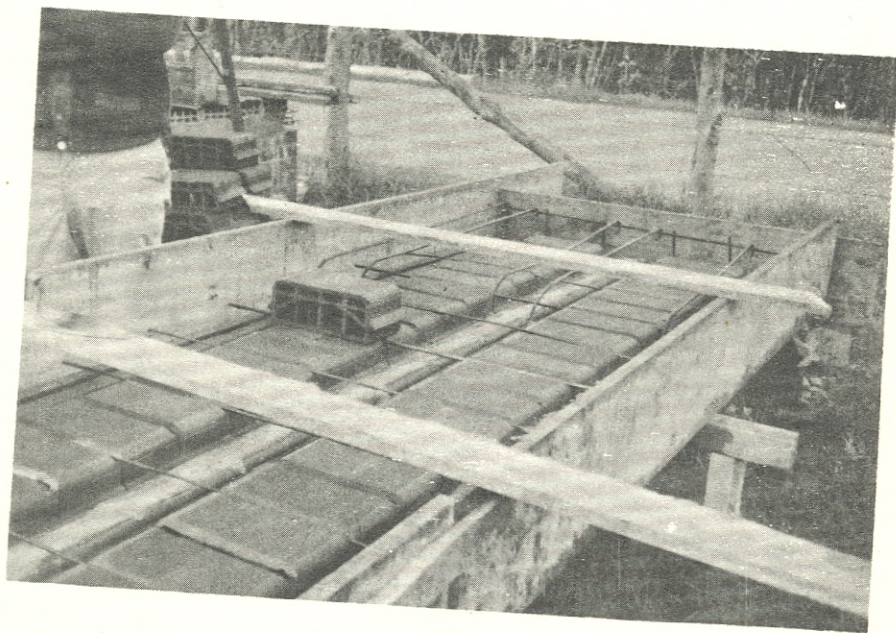
Fabricación del tramo típico



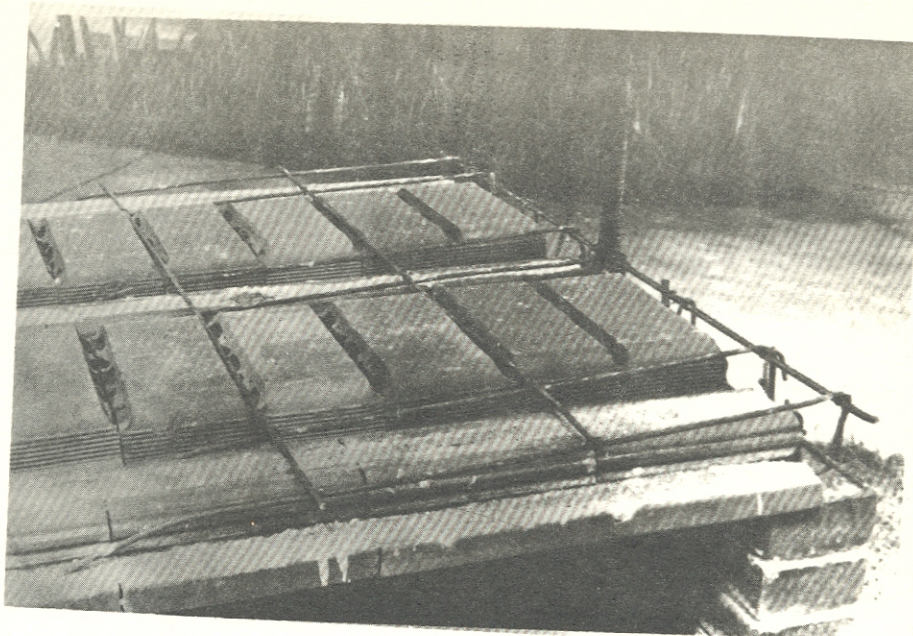
Acero de distribución y tensiones



Vista del apoyo



Vista general del tramo típico

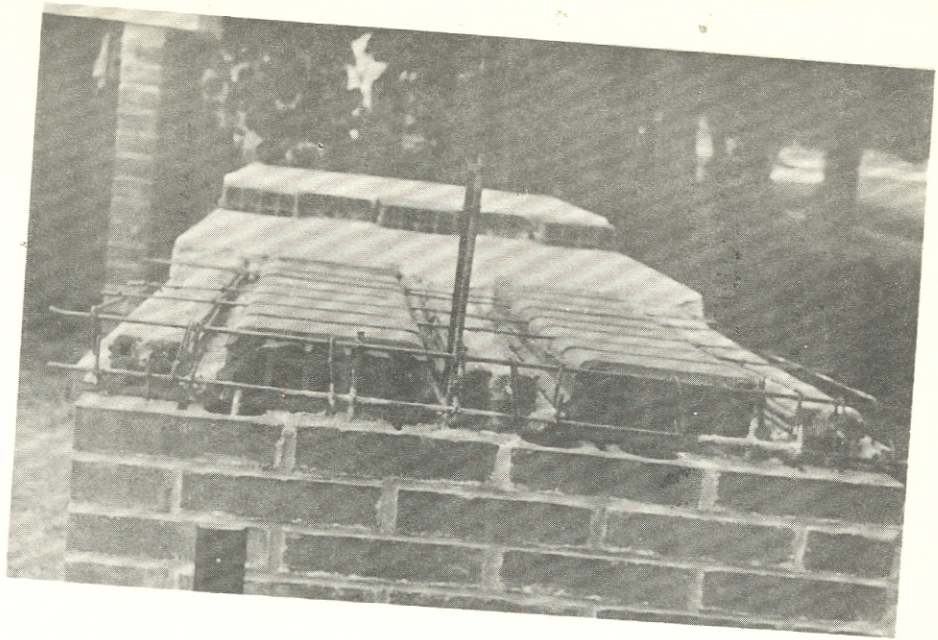


5

Vista del apoyo



Vista general de la construcción del tramo típico



Colocación del Control de Temperatura



Cargada con 3300 lbs.



Vigüeta parcialmente cargada



Vigüeta cargada con 1800 lbs.

CONSTRUCCION

En el presente capítulo trataré de exponer los principales pasos a seguir para la construcción práctica de la terraza.

Ya teniendo efectuado el cálculo para la luz que se desea cubrir lo que procede es lo siguiente:

Para tener mayor facilidad en la construcción de las viguetas y dejarles la contraflecha requerida (3m. m. por cada metro de longitud), se procede de la siguiente manera:

1. Se calcula la contraflecha máxima central, se toma una tabla de madera de 1" de espesor, poniéndole en el centro un alza igual a la contraflecha máxima, luego se forzan sus extremos hasta llevarlos a nivel del suelo, sobre esta tabla se pueden armar las viguetas, quedando éstas de una vez con la contraflecha requerida.

2. Un factor importante es humedecer perfectamente los blocks de ladrillo antes de usarlos, para obtener un mejor fraguado.

3. Para la construcción de la vigueta se colocan los blocks de tal manera que quedando uno a continuación de otro, sus canales tanto superiores como inferiores formen entre sí una sola línea, (Ver Fig. No. 3).

4. Para calcular la longitud de las varillas de refuerzo, se toma en cuenta tanto lo que se debe empotrar en los apoyos como los ganchos.

La longitud total "LT" se calcula de la siguiente manera:

$$LT = L + 0.10 + (\text{ancho de pared de apoyo} - 0.10) + (\text{ancho de pared del otro apoyo} - 0.10)$$

L = Luz libre entre apoyos.

Para una mayor comprensión de lo anterior haré un ejemplo sencillo.

Si tenemos que:

L = 4.00 mts. de luz libre.

Pared de apoyo 1° ----- e = 0.15 mts.

Pared de apoyo 2° ----- e = 0.20 mts.

$$LT = 4.00 + (0.10) + (0.15 - 0.10) + (0.20 - 0.10)$$

$$LT = 4.00 + 0.10 + 0.05 + 0.10$$

$$LT = 4.25 \text{ mts.}$$

Debe tomarse muy en cuenta que es preferible hacer los ganchos antes de colocar el hierro en la viga y fundirlo, para evitar de esta manera que al manipularlo pueda perder la adherencia con el ladrillo y la mezcla.

5. Cuando ya se tiene alineados los blocks en la plataforma y cortadas las varillas de hierro colocamos éstas en los canales de las viguetas recubriéndolas con sabieta (1:2). Con esta operación se termina la vigueta, (Ver Fig. No. 3) restando solamente de-

jarla fraguar durante 6 días antes de subirla al lugar donde se ha de colocar, lo cual es hecho fácilmente por dos hombres subiendo por medio de un plano inclinado.

6. A cada vigueta se le sostiene por medio de paraleles separados entre sí un metro centro a centro.

7. Al tener las viguetas colocadas en su lugar y separadas convenientemente, se procede a colocar los blocks de relleno (Ver Fig. No. 2).

8. Sobre los blocks de relleno se coloca el refuerzo indicado en los planos, el cual sirve para absorber los esfuerzos creados por los cambios de temperatura y para distribuir las cargas.

9. A continuación se coloca la tubería destinada para la instalación eléctrica la cual debe quedar recubierta por concreto al estar la terraza terminada.

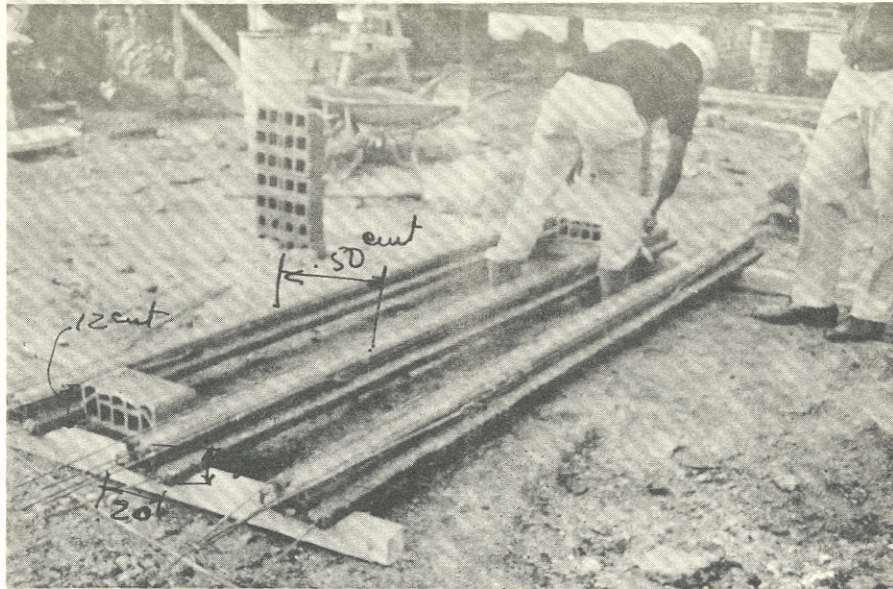
10. Luego han de llenarse los espacios entre cada uno de los blocks de relleno, con concreto 1:2½:3, hasta formar una superficie plana (Ver Fig. No.2).

11. Inmediatamente encima de esta superficie se procede a colocar el control de temperatura compuesto de ladrillos de barro de 25 x 25 x 8 cms. en tal forma que trabajen monolíticamente con el resto de la terraza.

12. Sobre los blocks de control de temperatura se colocan dos ó tres centímetros de mezcla de cal con pedazos de ladrillo, dejando que esta mezcla frague. Después se hecha la lechada y por último se hace el alisado con mezcla blanca y un poco de arena cerni-

da en arnero fino, en las proporciones 2:1.

13. Una vez efectuados estos pasos y endurecido el concreto, se procede a quitar la formaleta y a dar le el acabado final.

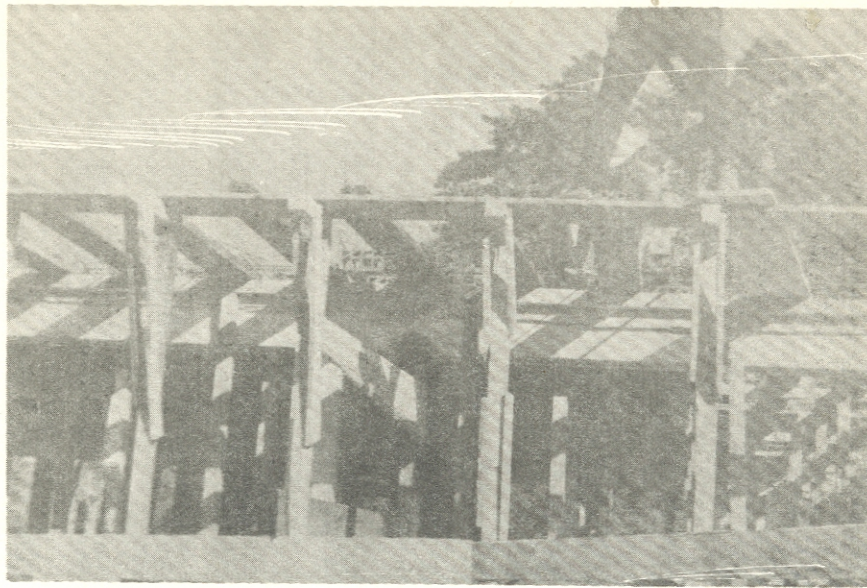


8

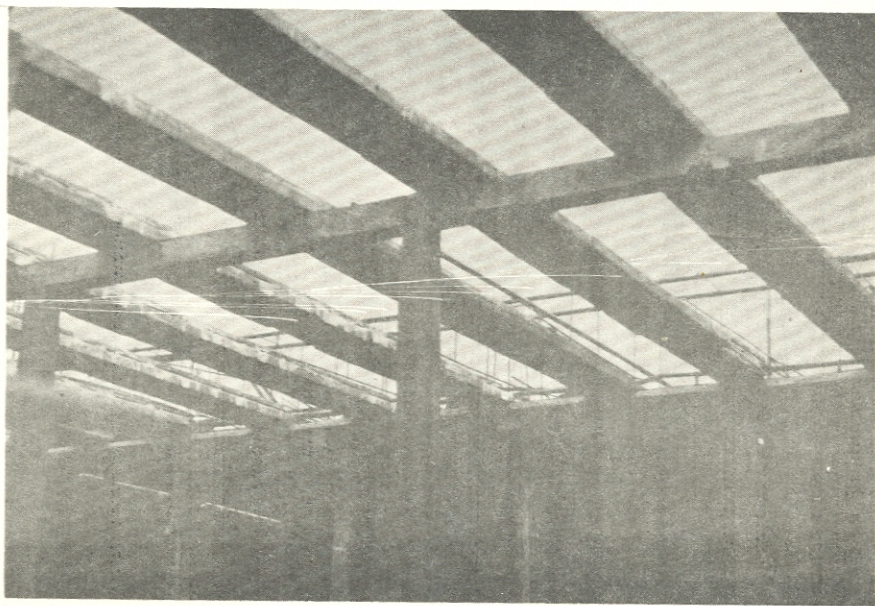
Viguetas fundidas en obra



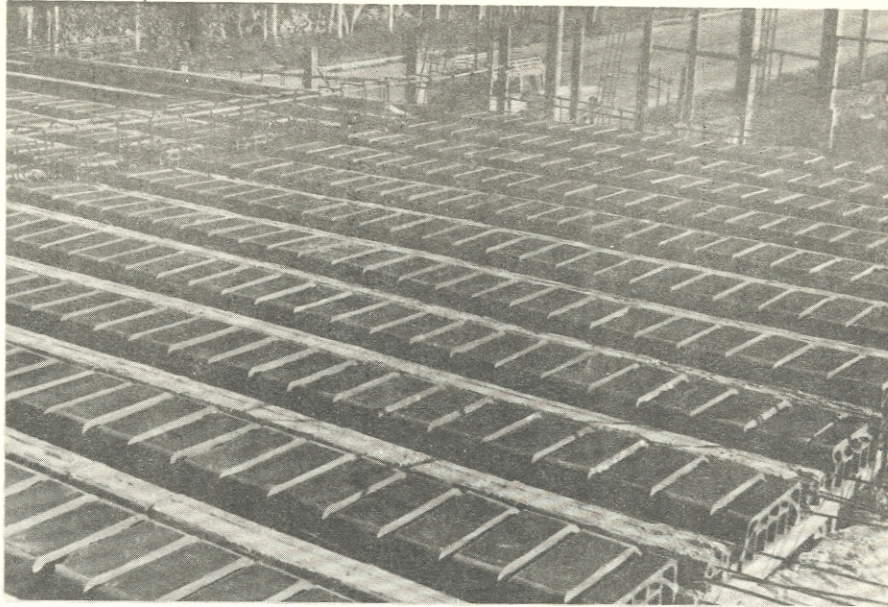
Manejo de las viguetas



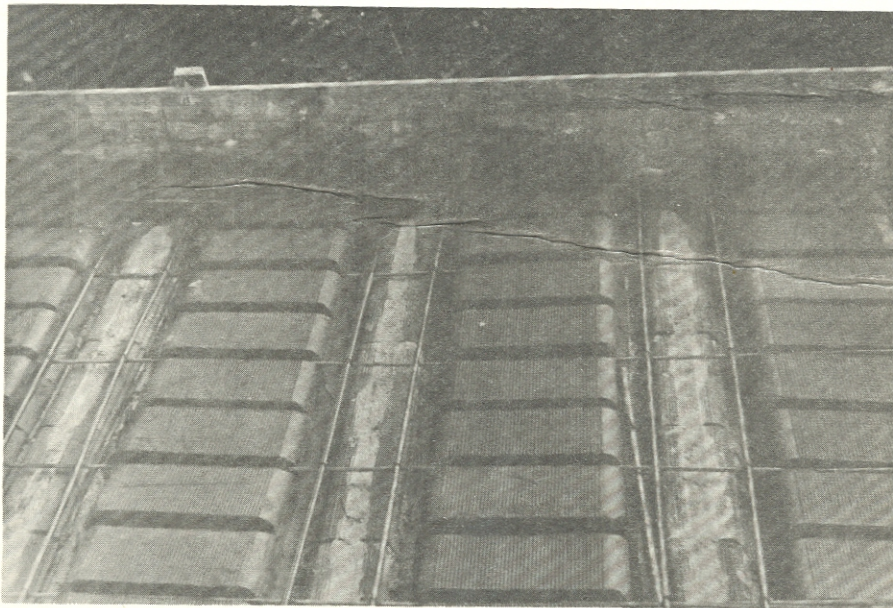
Colocación de las viguetas



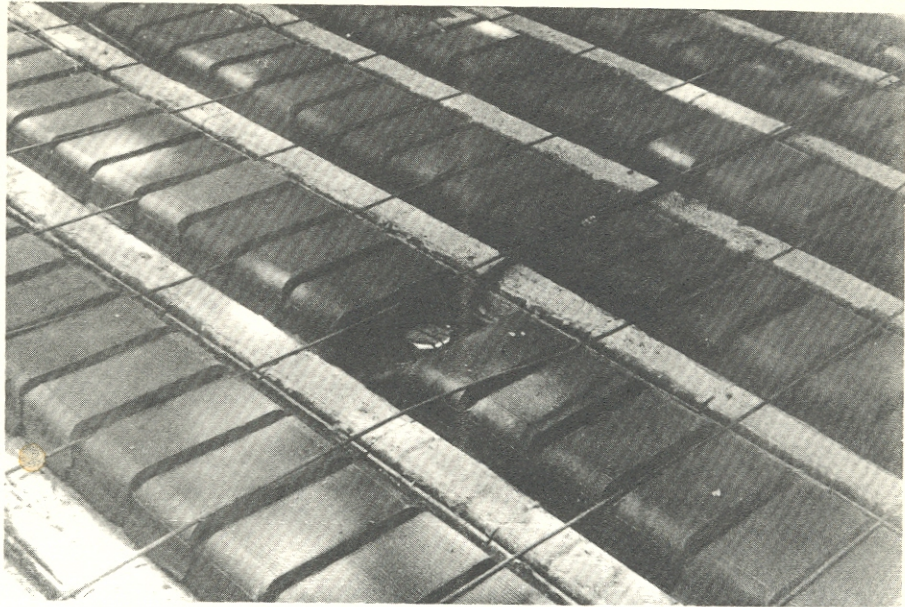
Viguetas ya colocadas mostrando la formaleta



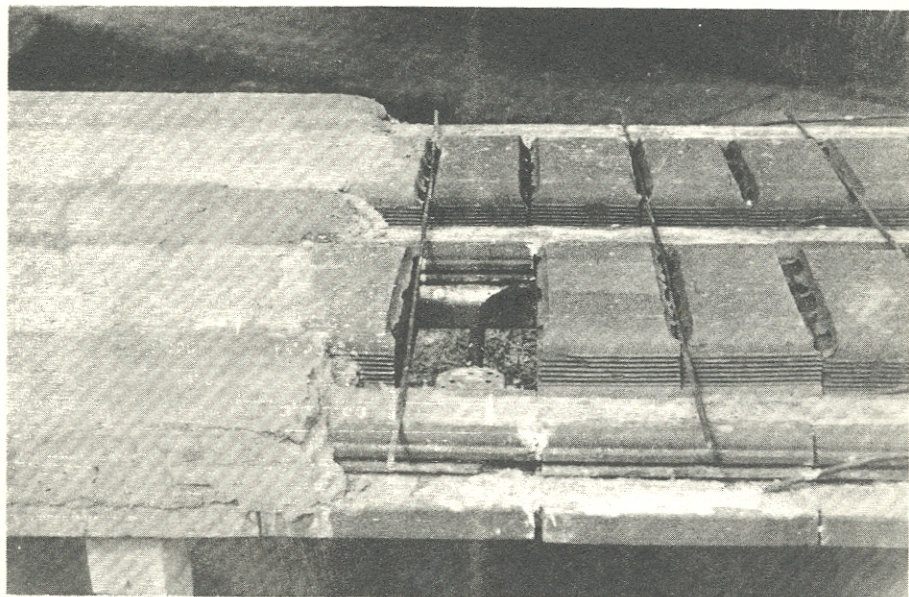
10 Rellenos tipo B-12 ya colocadas



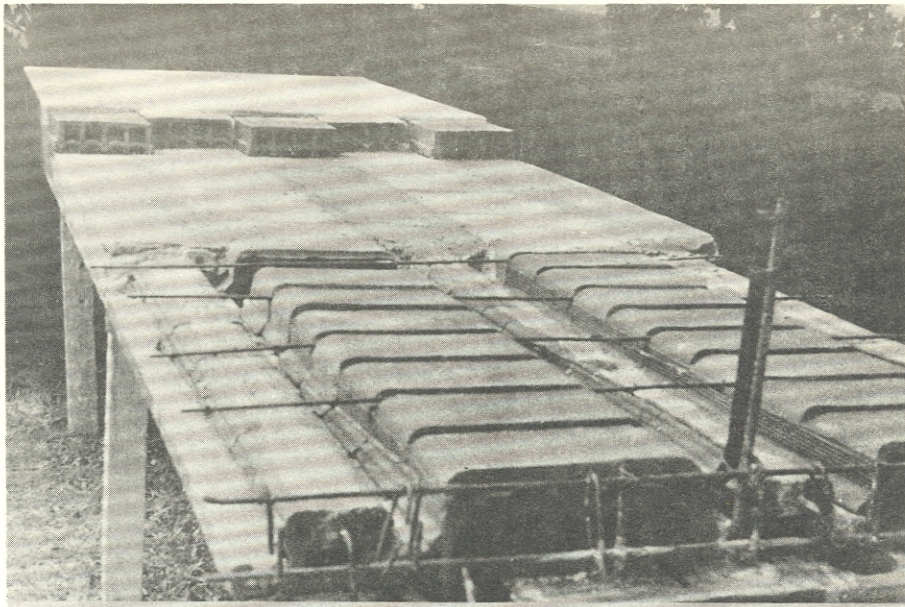
Colocación del hierro de distribución



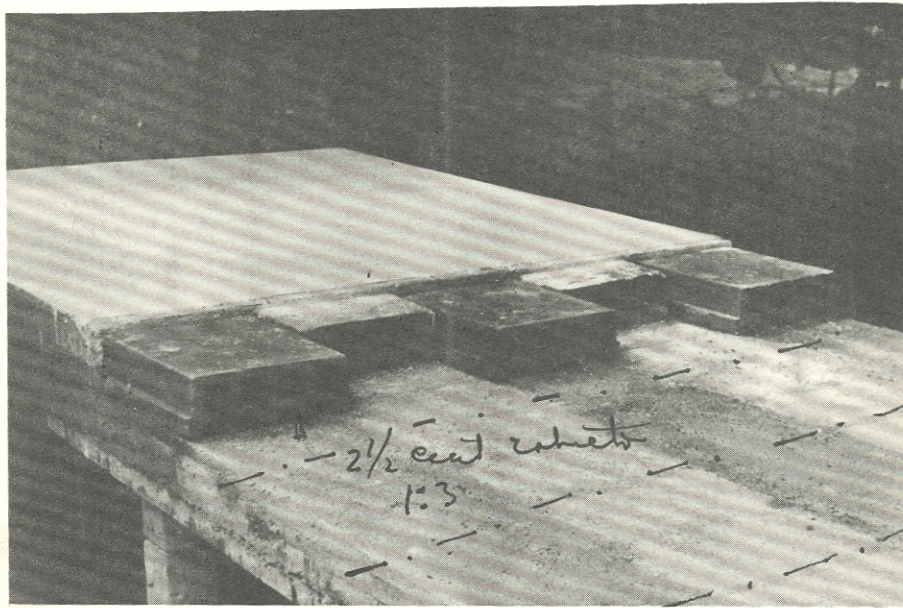
Colocación de la instalación eléctrica



Llenado de los vacíos con concreto



Colocación del Control de Temperatura



Acabado final

COMPARACION CON OTROS SISTEMAS

El objeto principal de este capítulo, es hacer una comparación a grandes rasgos entre algunos de los sistemas usados generalmente en la construcción de cubiertas y el empleado en la ejecución de la terraza "TIPO SANTA ELENA", para en esa forma poder visualizar las ventajas que se obtienen con este último.

En la construcción de viviendas, el factor económico es uno de los principales por lo que debe ser tomado muy en cuenta en la escogencia del tipo apropiado de cubierta. Para poder juzgar con acierto si un determinado sistema de construcción de techos puede ser considerado económico o no, es necesario efectuar comparaciones con otros que sean usados para la misma función determinando el costo por unidad de superficie cubierta como punto de comparación. Para lograr este cometido calcularemos los costos por metro cuadrado sin tomar en cuenta las prestaciones laborales y el margen de utilidad del constructor.

TECHO DE MADERA CON LAMINA

Descripción: Está formado principalmente por armaduras de madera, que sirven de esqueleto sustentante a la cubierta propiamente dicha, la cual puede estar constituida por lámina de cualquier clase o teja.

Ventajas:

1. Puede considerarse un costo comparativamente menor en relación con la mayoría de los

sistemas usados generalmente.

2. Corto tiempo empleado en su ejecución, debido principalmente a la facilidad de manejo de los materiales utilizados.
3. Facilidad y rapidez en la obtención de los materiales principales por ser todos producidos localmente.

Desventajas:

1. Corto período de duración, debido a su poca resistencia a los agentes ambientales.
2. Muy susceptible a incendios por estar formado en su mayor parte por materiales combustibles.
3. Requiere de un mantenimiento constante.
4. Poca resistencia a las cargas.
5. No es un techo que proteja adecuadamente de los cambios de temperatura.

C O S T O S

Tomaremos para calcularlos, un techo de lámina con artezón de madera y cielo de machihembre.

Cada metro del techo así descrito consta de:

Materiales

1. Artezón de madera:

Tomando un promedio de 16 pies tabla por metro cuadrado de área cubierta tenemos:

16 pies tabla x $\text{Q } 0.07$ cada pié tabla $\text{Q } 1.12$

2. Lámina de Zinc:

Promedio de 5 pies de lámina por metro cuadrado de área cubierta.

5 pies x $\text{Q } 0.30$ cada pié ----- $\text{Q } 1.50$

3. Clavo:

Una libra de clavo por metro cuadrado de área cubierta. (Tanto para el artezón como para el cielo de machihembre)

1 libra de clavo x $\text{Q } 0.15$ cada libra $\text{Q } 0.15$

4. Machihembre:

Tomando 12 pies de machihembre por metro cuadrado de área cubierta.

12 pies de machihembre x $\text{Q } 0.07$ $\text{Q } 0.84$

Total Materiales $\text{Q } 3.61$

Mano de Obra

Costos de mano de obra prorrateados por metro cuadrado de área cubierta, tomando en cuenta los rendimientos promedio.

Artezón de Madera y Cielo de Machihembre

Para construir un metro cuadrado de artezón de

madera incluyendo el cielo de machihembre es necesario: 1 hora carpintero y 1 hora ayudante.

1 hora carpintero a Q 2.50 al día	-----	Q 0.31
1 hora peon a Q 1.36 al día	-----	Q 0.17
Total	-----	<u>Q 0.48</u>

Colocación de Lámina

Para colocar la lámina en un metro cuadrado de área cubierta se necesita:

0.15 hora carpintero y 0.15 hora ayudante.	
0.15 hora carpintero a Q 2.50 al día	Q 0.05
0.15 hora ayudante a Q 1.36 al día	Q 0.03
	<u>Q 0.08</u>

Costo Total Mano de Obra

Artezón de madera y cielo de machihembre	-----	Q 0.48
Colocación de lámina	-----	Q 0.08
	-----	<u>Q 0.56</u>

Costo Total

Materiales	-----	Q 3.61
Mano de Obra	-----	Q 0.56
Imprevistos	-----	Q 0.21
Total	-----	<u>Q 4.38 M²</u>

LOSA DE CONCRETO ARMADO

Descripción: Una losa de concreto armado es una superficie plana, usualmente horizontal con sus caras

superior e inferior paralelas o casi paralelas constituida por concreto reforzado con hierro.

La losa puede estar soportada, por vigas de concreto reforzado, por paredes de ladrillo o de concreto reforzado, o por miembros estructurales de acero.

Ventajas:

1. Larga duración, debida a la resistencia de los materiales que la forman.
2. Gran capacidad de resistencia a las cargas.
3. Su mantenimiento puede considerarse casi nulo.

Desventajas:

1. La principal y por lo que es recomendable usarla solamente cuando sea estrictamente necesario, es su alto costo.
2. Requiere de mucha formaleta.
3. No protege adecuadamente de los cambios de temperatura, por lo que es necesario proveerla de un control adecuado para evitar grietas debidas a los cambios en esta.

C O S T O S

El costo por metro cuadrado será calculado para una losa de 10 cms. de espesor armada con hierro de $3/8''$ a 0.20 metro de separación en un sentido y a

0.25 metro de separación en el otro.

Materiales

1. Concreto

$$0.10 \times 1.00 \times 1.00 = 0.10 \text{ m}^3$$

por lo tanto $0.10 \text{ m}^3 \times \text{Q} 25.00 \text{ c/m}^3 = \text{Q} 2.50$

2. Hierro

10 metros de barra de hierro de 3/8" por metro cuadrado. Considerando que cada barra es de 6 metros y que cada quintal tiene aproximadamente 13.30 barras de 3/8"; tenemos que un quintal tiene: $13.30 \times 6 = 79.80$ mts. de barra de hierro de 3/8". El costo del quintal de hierro de 3/8" es de Q 7.50, por lo tanto:
 Por cada metro cuadrado ----- Q 0.95

3. Alambre de Amarre

$$0.51 \text{ lb por metro cuadrado} \times \text{Q} 0.10 \text{ c/u} = \text{Q} 0.05$$

4. Madera de formaleta

30 pies tabla por metro cuadrado, usándola dos veces:

0.07 x 15 -----	Q 1.05
15% desperdicio por ser primer uso ----	Q 0.30
	Q 1.35

5. Clavo

$$0.88 \text{ lb por metro cuadrado}$$

$$\text{Q} 0.12 \text{ c/u} \times 0.88 \qquad \qquad \qquad \text{Q} 0.11$$

6. Repello, Cernido y Sabieta

Repello de cal y arena amarilla:

0.02 m³ por m² x Q 18.60 c/m³ ----- Q 0.37

Cernido de cal y arena blanca:

0.02 m³ por m² x Q 17.00 c/m³ ----- Q 0.34

Sabieta de cemento y arena de río:

0.02 m³ x m² x Q 29.79 c/m³ ----- Q 0.60 Q 1.31Total MaterialesConcreto ----- Q 2.50Hierro ----- Q 0.95Alambre ----- Q 0.05Madera ----- Q 1.35Clavo ----- Q 0.11Acabados ----- Q 1.31 Q 6.27Mano de Obra1. Fundición de losa ----- Q 0.50 m²2. Armado de parrilla ----- Q 0.25 m²3. Formateado ----- Q 0.30 m²4. Repello cielo ----- Q 0.25 m²5. Cernido cielo ----- Q 0.17 m²6. Sabieta losa ----- Q 0.15 m²7. Desentarrimado ----- Q 0.07 m²TOTAL Q 1.69 m²

CONTROL DE TEMPERATURAMateriales

1. 16 blocks de control de temperatura (8 x 25 x 25)
cada uno con un precio de Q 0.06
16 x 0.06 ----- Q 0.96 m²
 2. Mezcla para unir el control de temperatura a la
terrazza ----- Q 0.20 m²
 3. 2 cms. de mezcla de cal sobre el control de tem
peratura ----- Q 0.24 m²
 4. Mezcla para el blanqueado final — Q 0.08 m²
- Total Materiales ----- Q 1.48 m²

Mano de Obra

1. Poner controles de temperatura --- Q 0.10 m²
 2. Poner mezcla sobre el control de
temperatura ----- Q 0.12 m²
 3. Blanqueado final ----- Q 0.15 m²
- Total Mano de Obra ----- Q 0.37 m²

Total Control de Temperatura

Materiales -----	Q 1.48
Mano de Obra -----	Q 0.37
Sub - Total -----	Q 1.85
Imprevistos -----	Q 0.15
Total -----	<u>Q 2.00</u>

Costo Total de la Terraza Completamente Terminada

Materiales ----- Q 6.27

Mano de Obra -----	Q	1.69
Control de Temperatura -----	Q	2.00
Imprevistos -----	Q	0.54
Total -----	Q	<u>10.50</u>

Z A P

Descripción: Está formado por viguetas prefabricadas de ladrillo de barro, hierro y concreto.

Ventajas:

1. Prefabricación de las viguetas lo que da disminución en el desperdicio de materiales y mayor rendimiento.
2. Facilidad y rapidez de construcción.

Desventajas:

1. La que representa tener el concreto superior completamente expuesto a los rayos solares, lo que puede producir grietas. Para evitarlo calcularemos el costo por metro cuadrado incluyendo un control de temperatura adecuado.
2. No hay una economía ostensible en hierro.

C O S T O S

Tomaremos para el cálculo del precio por metro cuadrado, una losa de cuatro metros de luz, con zap de 12 cms. y una carga de 200 Kg. por metro cuadrado.

Materiales

- | | |
|--|---------------|
| 1. Zap de 12 cms.
16 piezas a Q 0.09 c/u ----- | Q 1.44 |
| 2. Sabieta en Vigas ----- | Q 0.30 |
| 3. Concreto 0.06 m ³ por m ² a Q 25.00
c/m ³ ----- | Q 1.50 |
| 4. <u>Hierro</u> | |
| 4.1 En viguetas, 12m.L de hierro de 1/4" -- | Q 0.72 |
| 4.2 Hierro de Distribución y Temperatura: | |
| Longitudinal -----2 hierros de 1/4" por metro | |
| Transversal -----4 hierros de 1/4" por metro | |
| Total ----- 6 m.l. de hierro de 1/4" a
Q.0.06 c/m.l. ----- | Q 0.36 |
| 5. Madera y clavo ----- | Q 0.10 |
| 6. <u>Control de Temperatura</u> | |
| 6.1 16 ladrillos a Q 0.06 c/u ----- | Q 0.96 |
| 6.2 Cemento y arena necesarios para unir la
terrazza con el control de temperatura -- | Q 0.20 |
| 6.3 2 cms. de mezcla sobre el control de
temperatura ----- | Q 0.24 |
| 6.4 Mezcla para blanquear ----- | Q 0.05 |
| 7. Repello y cernido parte inferior ----- | Q 0.50 |
| Total Materiales ----- | <u>Q 6.37</u> |

Mano de Obra

1. Hechura de viguetas -----	Q 0.28
2. Colocación de Viguetas -----	Q 0.30
3. Hechura de armadura -----	Q 0.15
4. Fundición -----	Q 0.35
5. Mano de Obra Formaleta solo Parales --	Q 0.15
6. Colocación Controles de temperatura --	Q 0.10
7. Poner mezcla sobre el control de tempe ratura -----	Q 0.12
8. Blanqueado final -----	Q 0.15
9. Quitar formaleta -----	Q 0.05
10. Repello y cernido inferior -----	Q 0.42
Total Mano de Obra -----	<u>Q 2.07</u>

Costo Total por Metro Cuadrado

Materiales -----	Q 6.37
Mano de Obra -----	Q 1.94
Imprevistos -----	Q 0.44
Costo Total -----	<u>Q 8.75</u>

LOSAS FORMADAS POR VIGUETAS DE CONCRETO
PRETENSADO CON RELLENO DE BLOCKS DE CON
CRETO

Descripción: La losa está formada por viguetas de concreto pretensado y blocks de relleno fabricados de concreto.

Ventajas:

1. Presenta buenas condiciones de resistencia a las cargas.

2. Facilidad de manejo.
3. Economía en formaleta.
4. Tiene también la ventaja de ser prefabricada.

Desventajas:

1. El problema principal lo representa la necesidad de usar distintas clases de concreto (una clase en la viga, otra en el material de relleno y otra en el de fundición). Esto dá materiales con diferentes coeficientes térmicos, lo cual puede dar lugar a grietas. Para evitar estos problemas calcularemos el costo por metro cuadrado, incluyendo un control de temperatura adecuado.
2. Las piezas tienen que hacerse obligadamente en fábrica, por lo que deben ser llevadas a la obra de una medida determinada, lo que ocasiona problemas de transporte.

C O S T O S

Tomaremos para el cálculo del precio por metro cuadrado, una losa de 4 mts. de luz con viguetas pretensadas, y una carga para terraza final

Materiales

1. Precio de las viguetas y de los blocks por metro cuadrado ----- Q 3.65
2. Concreto, 6 cms. de concreto o sea
0.06 m³/m² ----- Q 1.50

3. Hierro de temperatura.

Parrilla de hierro de 3/16" a 20 x 40 cms.
 8.33 m.l ----- Q 0.30

4. Formaleta

Se utilizan 8 pies tabla por metro cuadrado, des
 preciándola en tres usos ----- Q 0.20

5. Control de Temperatura

5.1 16 ladrillos a Q 0.06 c/u ----- Q 0.96
 5.2 Cemento y arena necesarios para unir la terraza
 al control de temperatura ----- Q 0.20
 5.3 2 cms. de mezcla sobre el control de temperatu-
 ra ----- Q 0.24
 5.4 Mezcla para blanquear ----- Q 0.05
 Total Materiales ----- Q 7.10

6. Mano de Obra

6.1 Mano de obra para colocar viguetas y
 blocks ----- Q 0.20
 6.2 Mano de Obra para formaletas ----- Q 0.10
 6.3 Armar Parrilla ----- Q 0.15
 6.4 Fundición ----- Q 0.36
 6.5 Colocación controles de temperatura -- Q 0.10
 6.6 Poner mezcla sobre el control de tempe
 ratura ----- Q 0.12
 6.7 Blanqueado final ----- Q 0.15
 6.8 Quitar formaleta ----- Q 0.05
 Total Mano de Obra ----- Q 1.19

Costo Total por Metro Cuadrado

Materiales -----	Q 7.10
Mano de Obra -----	Q 1.19
Imprevistos -----	Q 0.41
Total -----	<u>Q 8.80</u>

Si se quiere un acabado uniforme en la parte inferior de la losa, hay que cargarle el repello y cer-

nido.

Materiales -----	Q 0.50
Mano de Obra -----	Q 0.42
Total -----	<u>Q 0.92</u>

Costo Final

	Q 8.80
	<u>Q 0.92</u>
T. Q	9.72

CUADRO ECONOMICO COMPARATIVO

	Costo por Metro <u>Cuadrado</u>	Diferencia con el tipo <u>STA. ELENA</u>
Techo de madera con lámina o teja	Q 4.38	- 2.15
Terraza tipo STA. ELENA	Q 6.53	----
Terraza tipo Zap	Q 8.75	2.22
Terraza de concreto pretensado	Q 9.72	3.19
Terraza de concreto armado	Q 10.50	3.97

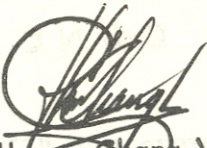
Como se ha visto por medio del análisis de los diferentes sistemas enumerando sus ventajas y desventajas, la diferencia en calidad entre el sistema de artezón de madera y los otros es demasiado grande sobre todo en lo que se refiere a vida útil, protección a la vivienda y mantenimiento, por lo que no puede compararse en igualdad de condiciones con los otros sistemas.

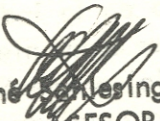
De estas consideraciones puede deducirse la conveniencia de usar el sistema SANTA ELENA, pues contando con las ventajas de los otros procedimientos, es mucho más económico.

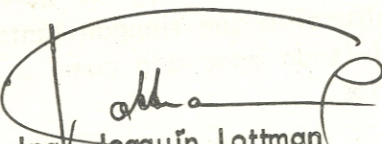
CONCLUSIONES

1. La terraza tipo "STA. ELENA" se ha diseñado para que cumpla con todos los requisitos recomendados por los códigos de construcción, siendo de fácil ejecución y larga vida útil. En mi opinión representa un adelanto en la industria de la construcción, por lo que es conveniente que sea analizada y conocida suficientemente para que pueda ser usada con plena confianza por todos los que se dedican a la construcción.
2. Es necesario el desarrollo y creación de nuevos métodos de construcción que tiendan tanto a proporcionar una vivienda adecuada como a bajar los costos unitarios.
3. Para la obtención de los fines enumerados anteriormente, debe tratarse de usar lo más que se pueda materiales propios de nuestro medio, para fomentar el desarrollo de la industria nacional y lograr una verdadera economía.
4. Puede considerarse que el problema que representan las grietas debidas a cambios de temperatura, se presenta en todos los sistemas de techos al estar estos expuestos directamente a los rayos solares. Para evitar estas anomalías es recomendable el uso de un adecuado aislamiento térmico como acabado final de la terraza.
5. Consideramos conveniente el uso de la terraza ti

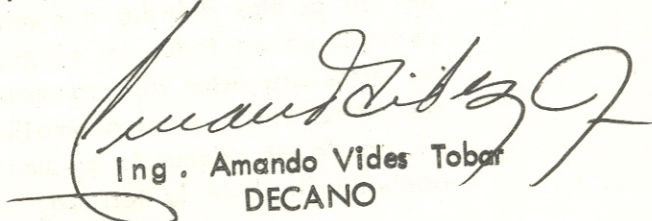
po "STA. ELENA", pues añade a las caracterís-
ticas de los sistemas comunmente usados, un cos-
to más bajo.

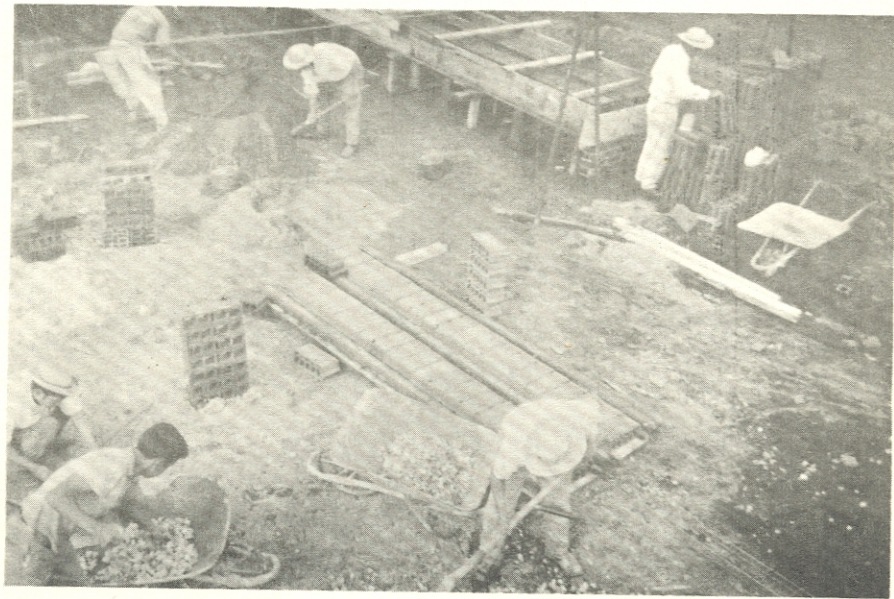
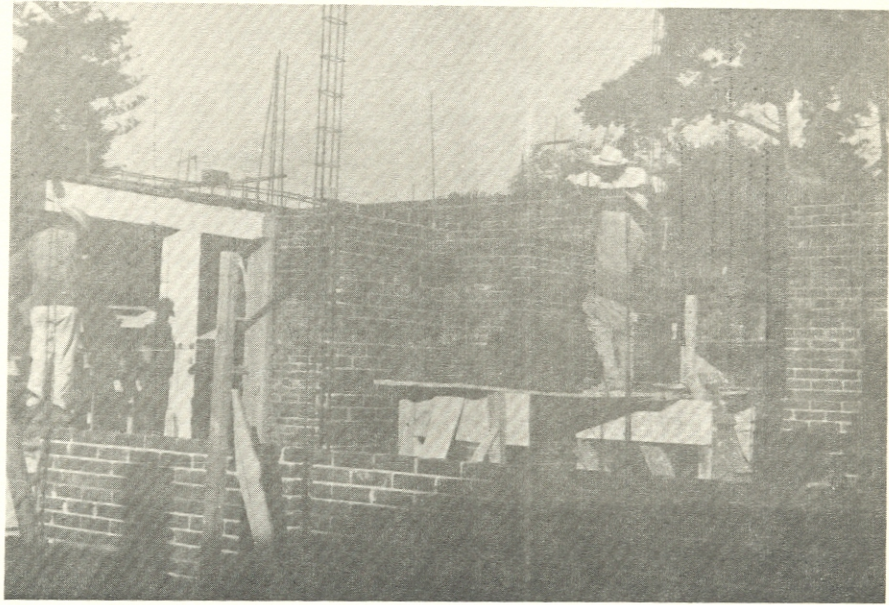

Guillermo Chang Valladares

Vo. Bo. 
Ing. René Sánchez Alegre
ASESOR

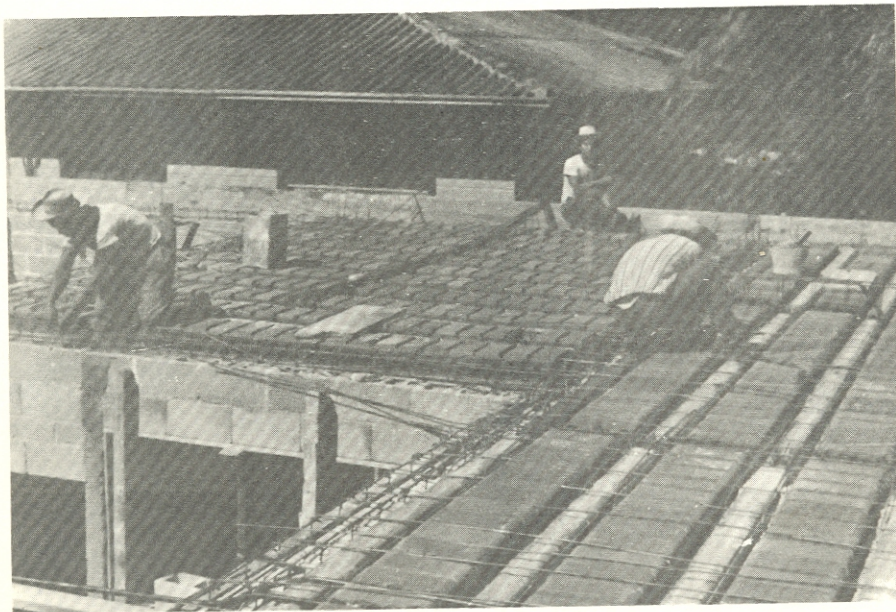
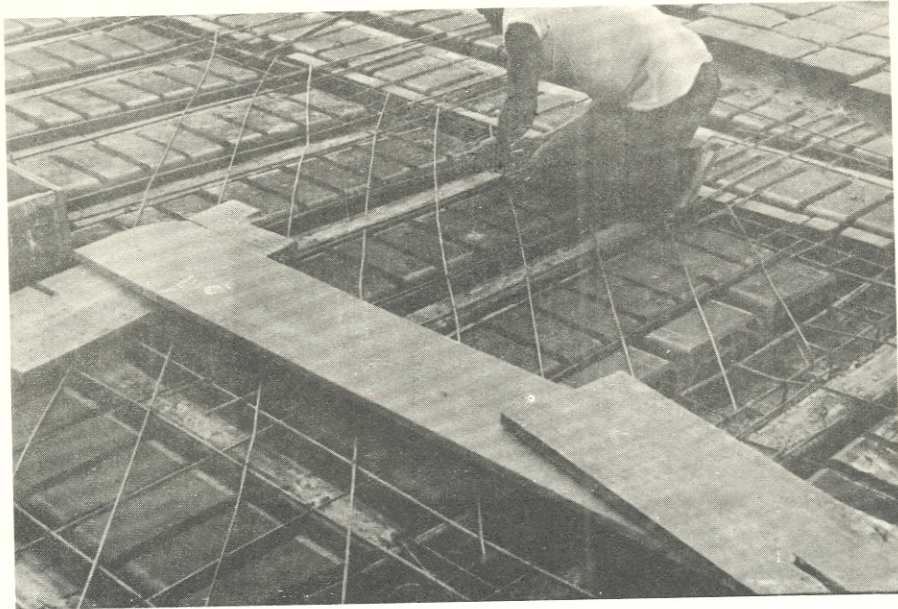
Vo. Bo. 
Ing. Joaquín Lottman
Jefe del Departamento de Estructuras

I M P R I M A S E :

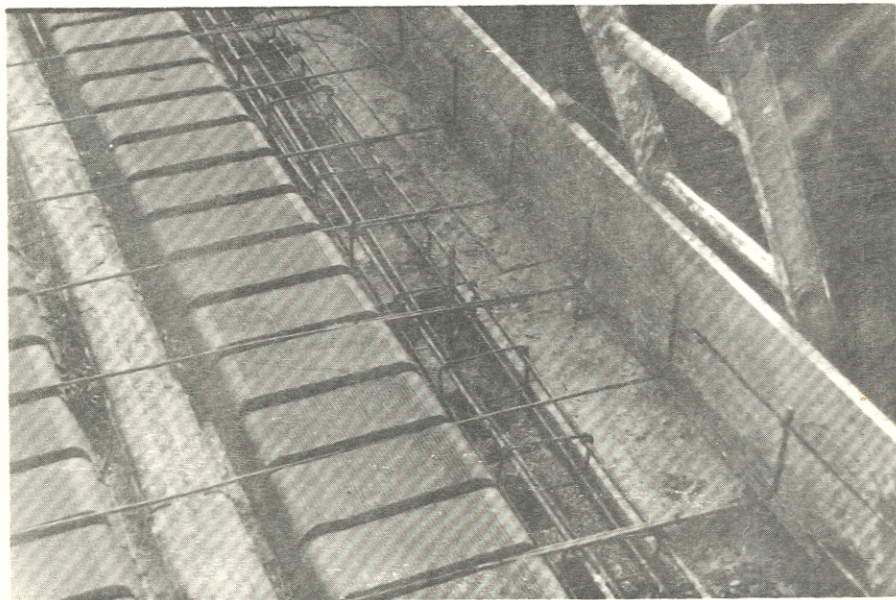
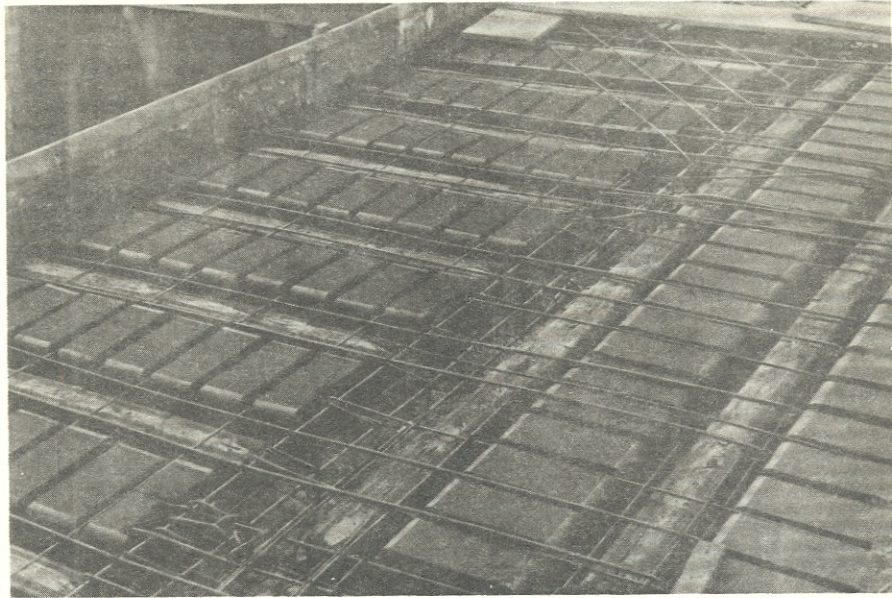

Ing. Amando Vides Tobar
DECANO



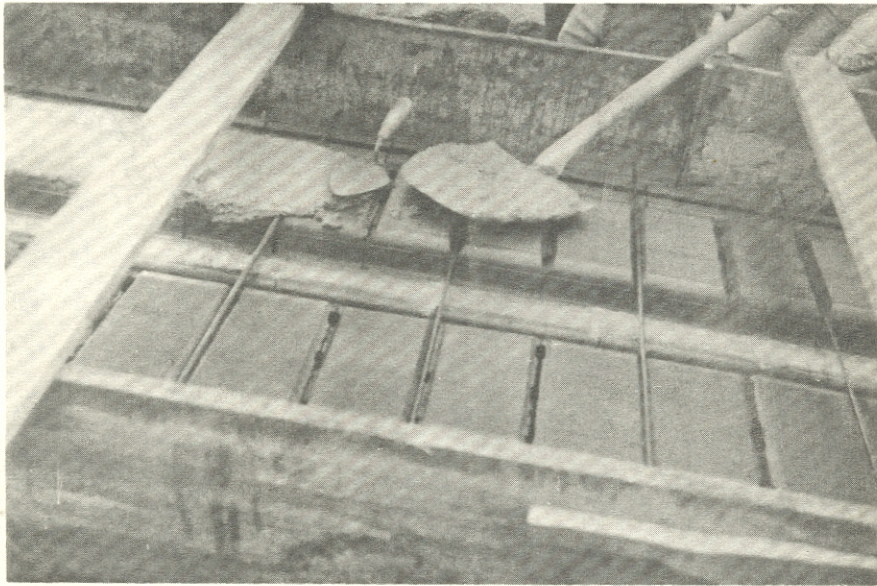
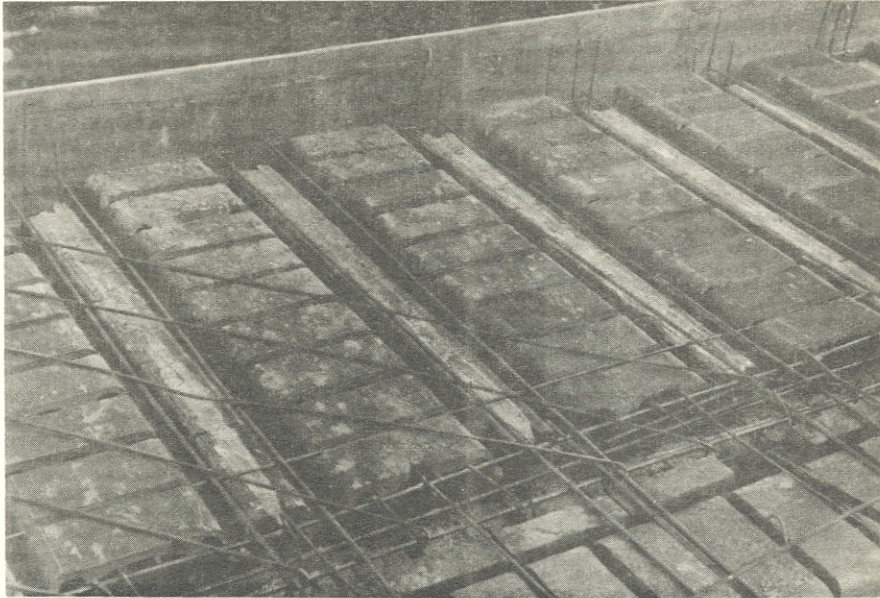
DIFERENTES ASPECTOS DE LA CONSTRUCCIÓN



DIFERENTES ASPECTOS DE LA CONSTRUCCION



DIFERENTES ASPECTOS DE LA CONSTRUCCION



DIFERENTES ASPECTOS DE LA CONSTRUCCION

