

187.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA



EL FERROCEMENTO EN LA AUTOCONSTRUCCION DE VIVIENDAS POPULARES

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
I N G E N I E R O C I V I L
P R E S E N T A N
GUILLERMO ALBERTO VILLAGOMEZ PINAL
ANTONIO BURELO CASTILLO
MEXICO, D. F. 1981



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

PROLOGO

En un país como el nuestro, que se desenvuelve dentro de un marco económico en vías de desarrollo, uno de los problemas más importantes es sin duda la carencia de vivienda. Podemos afirmar, que la vivienda es el reflejo natural del proceso socioeconómico del país y que dadas las carencias y limitaciones del sistema, el principal afectado al respecto es el sector de escasos recursos económicos (sea éste suburbano o rural).

En términos cuantitativos, el déficit de vivienda es impresionante y hace inminente la intervención del Estado para crear programas versátiles, de carácter nacional y congruentes con el Plan General del Desarrollo Urbano. Estos programas esencialmente son: Mejoramiento de Vivienda y Autoconstrucción de Vivienda Nueva, los cuales propician el desarrollo económico y social, y abren perspectivas de -

generación de empleo.

Por otro lado, en materia de Ingeniería Civil, este problema es motivo de constantes investigaciones y estudios, con el objeto de crear tecnologías adecuadas, que sean utilizables en los programas anteriores y que permitan satisfacer en un corto tiempo las necesidades reales de vivienda del país.

De esta manera, considerando la importancia del tema, se justifica el interés de realizar en el presente trabajo, un estudio enfocado al análisis y evaluación de una alternativa de solución al problema, basada exclusivamente en el mejoramiento de la vivienda popular mediante la utilización del ferrocemento como material autoconstruible.

Por lo anteriormente expuesto, cabe hacer notar, que el principal enfoque de esta tesis es la aplicación del ferrocemento dentro de la vivienda.

Para tal efecto, se ha recopilado en los siguientes cuatro capítulos, los conocimientos adquiridos a través de la información bibliográfica, así como investigaciones de campo, concluyéndose éstas en el quinto capítulo.

Dentro de la vivienda popular en México, se contem-

pla el aspecto social y cuantitativo de la vivienda como -
problema, se enfatiza el objetivo de la autoconstrucción y -
por último de manera breve se plantea el Programa Nacional -
de Vivienda, que es la línea de acción del Estado.

En el siguiente capítulo, el ferrocemento en la --
construcción de vivienda, se realiza un estudio general de -
las virtudes de este material. Abarca desde las propieda -
des físicas y mecánicas hasta el análisis comparativo de -
costos, sin faltar algunos procedimientos constructivos.

El Proyecto SAHOP-PIDER en Tlaxcala, mencionado en -
el cuarto capítulo es justamente la aplicación práctica que
resume los dos capítulos anteriores. Es un proyecto desa -
rrollado por la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras
Públicas con asesoría técnica del Instituto de Ingeniería -
de la UNAM, y del que nacen realmente las conclusiones de -
este trabajo. Se dan las bases de organización tanto de -
campo como administrativas del proyecto en el Estado de Tlax
cala, para de ahí valorar los resultados obtenidos.

El último capítulo, conclusiones, nos brinda la po -
sibilidad de decidir la prospectiva del uso del ferrocemen -
to en un campo tan amplio como el de la vivienda popular. -
En este capítulo se mencionan, desde luego las ventajas y -
desventajas obtenidas, y a partir de ellas se dan recomenda

ciones para futuros proyectos.

Como se ve, las intenciones son claras ya que no se pretende dar solución a un problema tan complejo, pero sí - mencionar de alguna manera al ferrocemento como una posible alternativa que dadas las circunstancias y la bondad de su utilización, pueda ser éste un paso firme en el camino de - la solución.

Los Autores

I N D I C E

	Pág.
<u>CAPITULO I</u> INTRODUCCION	1
1.1 Antecedentes	2
1.2 Participación de recursos	5
1.3 El Ferrocemento en la auto construcción	7
 <u>CAPITULO II</u> LA VIVIENDA POPULAR EN MEXICO	 11
2.1 Planteamiento del problema	12
2.1.1 El Problema como - concepto	12
2.1.2 Influencia de las - migraciones inter - nas	13
2.1.3 Los mecanismos de - producción	14
2.1.4 Influencias del in- greso y desajustes- del mercado	17
2.1.5 Como problema de de sarrollo urbano	19
2.2 Aspectos cuantitativos del problema habitacional	20
2.2.1 Déficit actual de - vivienda	20
2.2.2 Pronóstico de vivien da	22
2.3 Componentes básicos de la- autoconstrucción	33
2.3.1 Inversión en vivien- da y participación- familiar en la auto construcción	34
2.3.2 Tecnología de cons- trucción	35
2.3.3 Tecnología de cons- trucción y especia- lización de la mano de obra	37
2.3.4 Materiales de cons- trucción y tecnolo- gía	39

2.3.5	Esquema de un proceso de autoconstrucción	41
2.4	Programa nacional de vivienda	47
2.4.1	Generalidades	47
2.4.2	Objetivos	49
2.4.3	Políticas	50
2.4.4	Relación entre necesidades de vivienda y líneas de acción	53
2.4.5	Congruencia de las acciones de vivienda con el plan nacional de desarrollo urbano	55
2.4.6	Congruencia de las acciones de vivienda con las políticas económicas y sociales	57

CAPITULO III**EL FERROCEMENTO EN LA CONSTRUCCION-DE VIVIENDAS**

		61
3.1	El ferrocemento como material de construcción	61
3.1.1	Composición del ferrocemento	64
3.1.2	Diversas experiencias	69
3.2	Propiedades físicas y mecánicas del ferrocemento	74
3.2.1	Resistencia a compresión	77
3.2.2	Resistencia a la tensión	84
3.2.3	Resistencia a la flexión	92
3.2.4	Otras propiedades del ferrocemento	98
3.3	El ferrocemento en techumbres	103
3.3.1	Generalidades	103
3.3.2	Tipos de techumbre de ferrocemento	105
3.3.3	Procedimientos constructivos	112
3.3.4	Costos	126

CAPITULO IV**UNA APLICACION PRACTICA: EL PROYECTO SAHOP-PIDER EN TLAXCALA**

		127
4.1	Déficit de vivienda en la entidad	131

	Pág.
4.2 Aspectos socio-económicos	133
4.3 Organización y desarrollo	137
4.3.1 Zonas de mejoramiento de la casa rural y recursos asignados	137
4.3.2 Metodología para la realización de las obras en las viviendas	140
4.3.3 El proyecto de ingeniería	142
4.3.3.1 Descripción del proyecto; normas y especificaciones de construcción	142
4.3.3.2 Análisis de precios y estimaciones de las aportaciones realizadas por la comunidad	149
4.3.3.3 Análisis comparativo	157
4.4 Evaluación de resultados	158
<u>CAPITULO V</u> CONCLUSIONES	165
<u>ANEXO A</u>	172
<u>BIBLIOGRAFIA</u>	191

CAPITULO I

INTRODUCCION

INTRODUCCION

1.1 ANTECEDENTES

Al tratar de abordar un tema tan importante como es el caso específico del problema de carencia de vivienda adecuada, se hace necesario de principio, hacer una serie de reflexiones que permitan encuadrar el problema de la manera más objetiva posible.

Es un hecho indiscutible que el ser humano desde la época de la prehistoria, antes de sentarse a contemplar el curso de los astros o dejarnos impresa su riqueza pictórica rupestre, fue necesario que primero satisficiera sus necesidades básicas de alimentación, vestido y vivienda.

Así, desde los orígenes del ser humano, la habita -
ción es una necesidad básica ya que le permitió a éste, en-

un principio ponerse al abrigo de las inclemencias de la naturaleza, así como de los peligros que representaban las grandes fieras y el hombre mismo.

En la actualidad, se afirma que las cuatro principales funciones que se realizan en una ciudad, son: habitar, cultivarse intelectual y físicamente, trabajar y comunicarse. La habitación es considerada universalmente como la primera función urbana y, además, la más importante, ya que una aldea, poblado o metrópoli, para ser tales, lo primero que necesitan es la habitación; un conjunto urbano o rural nace al satisfacer la necesidad de vivienda de sus pobladores.

La función de la habitación, en todos sus aspectos, es de tal manera importante, que el área promedio destinado a la vivienda, en gran parte de las ciudades más importantes del mundo, nunca es menor del 40% del área total ocupada por la ciudad.

Es posible afirmar que las otras funciones urbanas, están sujetas al problema habitacional y dependerán en gran medida de la solución que se de al problema, ya que ella influirá poderosamente en el crecimiento de las áreas urbanas, de la adecuada distribución en el uso de la tierra; del incremento o decremento de la densidad de población; distan-

cias, recorridos, servicios urbanos (agua potable, energía-eléctrica, drenaje, etc.), centros de trabajo, de recreo y esparcimiento, comunicaciones, etc., sistemas educativos y culturales y en fin, afectará todos los factores sociales, económicos y políticos que influyen en la vida del ser humano.

Ahora bien, dicho problema se hace cada día más complicado, el avance de la civilización, el deseo humano de un mejoramiento social y económico, y las resoluciones político-sociales son factores que concurren poderosamente en el problema habitacional.

El poder construir o mejorar una vivienda popular que satisfaga las necesidades de sus habitantes y su costo esté acorde con sus ingresos nos exige un planteamiento correcto para poder proponer soluciones efectivas y concretas que correspondan, a las necesidades reales y al modelo de país que se desea.

Luego entonces, la carencia de viviendas adecuadas para la población se convierte en un problema complejo, que debe analizarse dentro de un marco que lo relacione con otros problemas fundamentales del país. De no ser así, se tendrán solo soluciones parciales que de ninguna manera lo resolverán en forma definitiva.

1.2 PARTICIPACION DE RECURSOS

Dada la magnitud e importancia de este problema, y tomando en cuenta los conceptos anteriores, en nuestro país, a últimas fechas se han planteado algunas alternativas interesantes que procuran ser congruentes con las políticas de desarrollo del país.

En vivienda se propone crear las condiciones sociales necesarias para que cada mexicano, con su capacidad de trabajo, pueda tener oportunidad de disponer de una que sea decorosa, y le brinde el espacio útil necesario y le ofrezca los servicios para una vida mejor.

Para tales fines es necesario considerar que esta vivienda debe estar en armonía con el medio ambiente natural y social de cada región, ser reflejo de los recursos materiales y técnicos disponibles y accesibles para la mayoría: ser acorde con las condiciones climatológicas prevalentes y responder a las expectativas de las costumbres y patrones culturales locales establecidos.

El número de viviendas que se habrán de construir y mejorar en los siguientes años, depende de los cambios que se introduzcan a los procesos constructivos, de tal manera que se puedan modular las dimensiones para que parte -

de los elementos que la integren se puedan colocar directamente por autoconstructores con sólo un mínimo de capacitación.

La perspectiva de una mayor participación del usuario en la construcción de sus propias viviendas genera la posibilidad de incrementar notablemente la posibilidad de satisfacer la demanda. Así con programas intensivos en los que mediante la orientación y uso de tecnologías apropiadas se organice a la comunidad para mejorar o edificar su morada, parece ser una alternativa viable de generación de recursos que lleva implícita la utilización de materiales de construcción regionales y locales.

Esta posibilidad no está muy lejos de la realidad - si se recuerda que el hombre al adquirir una mínima capacidad administrativa, se ha procurado a sí mismo, su propia vivienda. Su iniciativa y capacidad de satisfacer sus necesidades hacen que experimente e incorpore todo tipo de componentes y materiales dentro de su vivienda, y que haya propuesto los mejores procesos de trabajo, a su alcance, para llevarla a cabo.

De hecho, la mayor parte del inventario de vivienda que existe en el mundo y desde luego, en nuestro país, se construye con la participación directa de sus propios compo

nentes. Esto quiere decir que la autoconstrucción ya no sería un sistema novedoso, sin embargo lo interesante es que podamos orientarla como una adecuada solución técnica del problema de vivienda. Resultaría necesario, promoverla y apoyarla ante la creciente demanda insatisfecha.

1.3 EL FERROCEMENTO EN LA AUTOCONSTRUCCION

Puesto que la autoconstrucción es un camino adecuado para solucionar el problema de la vivienda, vale la pena profundizar un poco en este asunto. Se distinguen dos tipos de autoconstrucción: aquella que se desarrolla en forma planificada y con el apoyo del sector público y la autoconstrucción espontánea o improvisada, generalmente con un nivel técnico elemental de índole artesanal.

Considerando que en los próximos 20 años se deberán construir 13 millones de viviendas solo debidas al incremento de la población, sin considerar las que es necesario reponer, concluimos que es necesario hacer que en la autoconstrucción participen en mayor proporción elementos industrializados o modulados. Sin la concurrencia de una prefabricación adecuada al pie de la obra o de una fabricación cercana se ve difícil suministrar el número de viviendas requeridas.

La autoconstrucción debe dirigirse a la utilización de elementos prefabricados que empleen una tecnología elemental adecuada a las posibilidades de la población de bajos ingresos y permitan su uso con un mínimo de capacitación al constructor, más aún cuando éste sólo durará como tal el tiempo de ejecución de su obra.

Desde nuestro punto de vista son varios los materiales que pueden ser utilizados para fabricar estos elementos, sin embargo por limitaciones del trabajo solo estudiaremos el ferrocemento, el cual se presta para construir entre otras cosas techos de casas, con la característica de que lo puede hacer de manera rápida, masiva y aparentemente económica ya que no necesita de cimbra.

El ferrocemento no es un material nuevo, si bien la escasez de literatura técnica sobre el mismo ha imposibilitado su conocimiento y divulgación total; solo recientemente se ha despertado interés sobre su empleo en construcciones, aprovechando para ello su resistencia y ligereza.

El ferrocemento es un mortero formado de arena y cemento; con un refuerzo, malla de diferentes aberturas y varilla de distintos diámetros. El refuerzo y la malla le dan una gran resistencia a la tensión, lo cual permite hacer láminas muy delgadas y que con formas adecuadas también

tiene una fuerte resistencia a la compresión.

Normalmente se acostumbra que su espesor sea de una pulgada, es decir, son láminas de poco peso, entre cuarenta y sesenta kilogramos por metro cuadrado.

Las propiedades físicas del ferrocemento así como - la forma sencilla de construcción, su bajo costo inicial y - la fácil reparación en caso de daños hace muy recomendable - su utilización.

Las primeras muestras del funcionamiento de este ma - terial se realizaron en embarcaciones, posteriormente apare - ció en techumbres, silos, fosas sépticas, depósitos de agua, elementos estructurales y muy recientemente en estructuras - tipo "cascarón", con resultados muy satisfactorios en cuan - to a su comportamiento y economía.

Este material nació prácticamente antes que el con - creto reforzado en experimentos realizados en Francia apro - ximadamente en 1848, por Jean Luis Lambot, quien basándose - en su gran intuición, logró los primeros ensayos. Sin em - bargo, no fue sino hasta un siglo después con los trabajos - del Dr. Pier Luigi Nervi en Italia cuando se da a conocer - fuera del laboratorio.

A partir de entonces varios investigadores, de di -
versas partes del mundo, se han dedicado a obtener las prin -
cipales características del ferrocemento y buscar sus posi -
bles usos y aplicaciones en los diferentes campos de la in -
geniería. Entre ellos podemos nombrar a: Antoine Naaman -
D. Logan, S. Shah, Walkus, Rao, Bezukladov, Carlos Ramos, -
Graciela Fratelli de Cámpora, etc.

En México el Instituto de Ingeniería de la UNAM, -
por conducto de los ingenieros: Roberto Meli, Carlos Mendo -
za, Enrique Erazo, Alberto Fuentes, etc., han realizado y -
siguen trabajando en estudios sobre el ferrocemento. Tam -
bién podemos mencionar las investigaciones realizadas por -
el ingeniero José Castro Orvañanos de la UAM Azcapotzalco, -
así como del ingeniero Alfonso Olvera López, del Instituto -
Politécnico Nacional.

Es el objeto de esta tesis hacer un estudio que nos
permita recopilar los aspectos más relevantes de estas in -
vestigaciones y a través de ellas visualizar las caracterís -
ticas del material, sus ventajas, sus limitaciones, sus cos -
tos, sus especificaciones y después recopilar las experien -
cias tenidas en su uso tanto en el laboratorio como en el -
campo. A la vista de toda esta información se tratará de -
concluir la conveniencia de su uso en la construcción de di -
versos elementos de las casas, fundamentalmente en sus te -
chados.

C A P I T U L O I I

LA VIVIENDA POPULAR EN MEXICO

LA VIVIENDA POPULAR EN MEXICO

2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A continuación y como introducción al tema presentamos algunos de los factores que inciden en el problema habitacional, de tal manera que nos sirvan como punto de partida que justifique el estudio de nuevas soluciones.

2.1.1 EL PROBLEMA COMO CONCEPTO

El concepto de construcción de vivienda, tradicionalmente se ha limitado a considerarlo como un producto solo susceptible de ser elaborado por especialistas. La mayor parte de los programas de vivienda y las normas técnicas han estado enfocadas a este propósito, de tal manera que se han restringido las alternativas dirigidas a los grupos de bajos ingresos, que realizan su vivienda mediante la autoconstrucción y no siempre en un proceso de desarrollo contí

nno; siempre se procura que quede terminada en una sola etapa y prácticamente sin posibilidades de ampliaciones futuras.

Debido a que este criterio no ha satisfecho el problema se considera que es necesario apoyar y fomentar un cambio en él, integrando recursos públicos al sector social, mediante la adecuación de criterios técnicos, financieros y jurídicos que permitan que la vivienda crezca en espacio junto con la familia, sin menoscabo de calidad, lo que permitiría un mayor aprovechamiento de recursos.

2.1.2 INFLUENCIA DE LAS MIGRACIONES INTERNAS

La migración se manifiesta con gran dinamismo a partir de 1930, debida fundamentalmente al impulso dado en las áreas agropecuaria, extractiva e industrial. Las principales zonas receptoras desde entonces han sido, Cd. Juárez, Mexicali, Tijuana, Veracruz y las áreas metropolitanas de la Cd. de México, Monterrey y Guadalajara.

Estos emigrantes tienen la necesidad de un lugar donde habitar, sin embargo su demanda no es totalmente satisfecha debido entre otras causas a la inseguridad que representa al inversionista privado lo bajo de sus ingresos y a las limitaciones presupuestales en el caso del sector pú-

blico.

2.1.3 LOS MECANISMOS DE PRODUCCION

La participación que los diversos sectores han tenido en la solución del problema de la vivienda, es como sigue:

	De 1970 a 1974	De 1978 a 1982
SECTOR SOCIAL	65.5%	54.0%
SECTOR PRIVADO	16.5%	18.0%
SECTOR PUBLICO	18.0%	18.0%

En la figura 2.1.3 (a) se grafican estos porcentajes.

Se estima que la intervención del sector público podrá aumentar en tanto se abran nuevas alternativas, particularmente al estrato de bajos ingresos. Estas alternativas irán en función de la asignación de los recursos que se hagan y las prioridades de los programas de las siguientes dependencias: BANOBRAS, FOVI, FOGA, ISSSTE, INDECO, INFONAVIT, SAHOP y el DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL.

La labor del sector privado se puede identificar en dos modalidades; la vivienda para ser habitada por el pro-

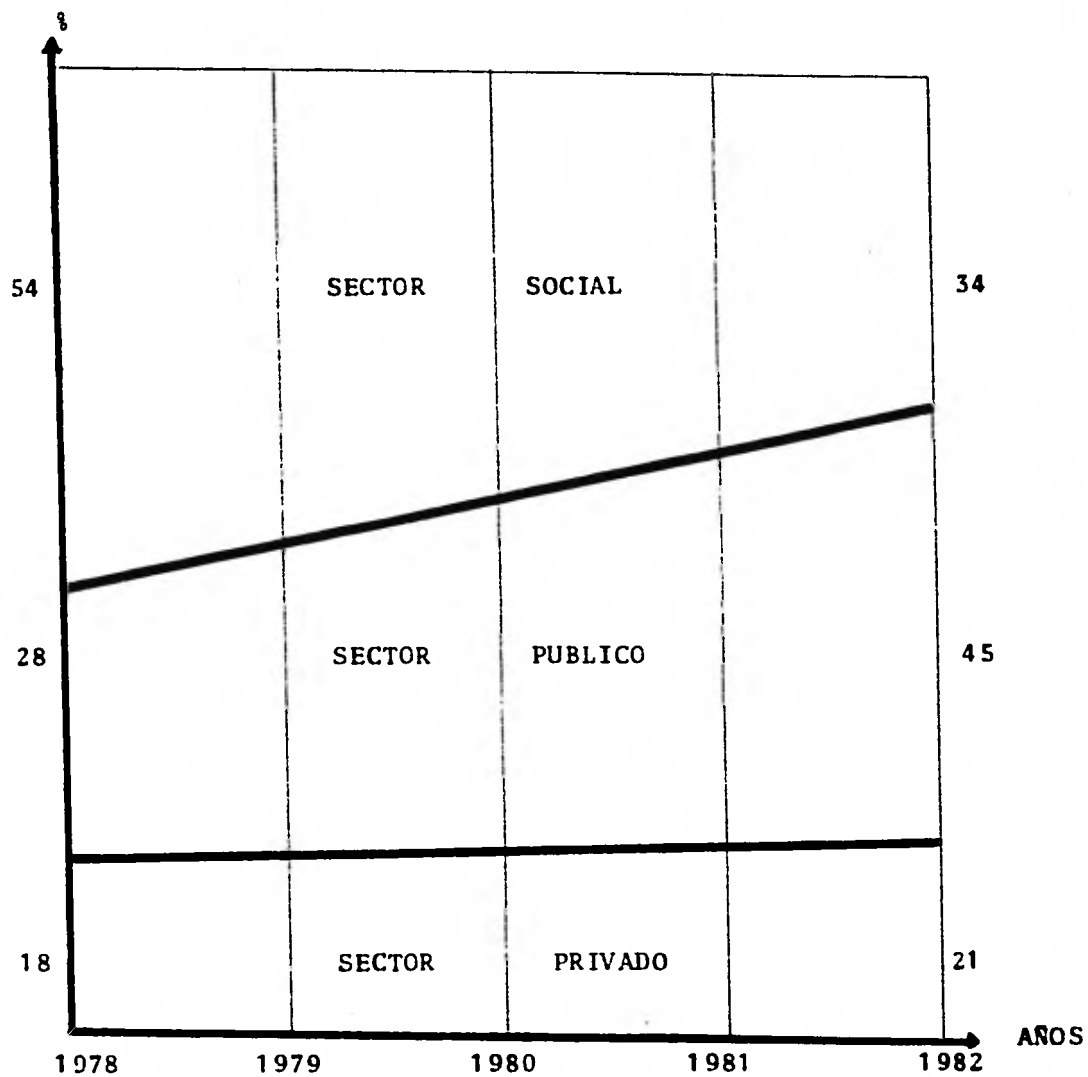


FIGURA 2.1.3 (a)

PARTICIPACION DE LOS DIVERSOS SECTORES

pio gestor y la vivienda para ser ocupada por terceros, ya sea bajo sistema de arrendamiento, o renta en forma de propiedad individual o condominio.

La vivienda en arrendamiento ha constituido un porcentaje importante de la habitación en nuestras ciudades y cumple una función social, particularmente para los estratos de bajos ingresos, ya que permite una mayor movilidad social y física. La vivienda en arrendamiento por diversos factores se ha visto reducida últimamente y al ser escasa ha estado sujeta a procesos inflacionarios.

Actualmente la producción de vivienda en arrendamiento se limita a las zonas periféricas y colonias populares; en general mediante la venta de cuartos.

En el sector social como producción habitacional predomina la autoconstrucción. Se realiza mediante la gestión directa del usuario, quien participa en forma directa en su ejecución y la desarrolla en un proceso paulatino, de acuerdo a su disponibilidad de recursos.

Mediante este proceso se construye actualmente un porcentaje muy significativo de la vivienda del país.

Al autoconstructor se presentan diversos problemas-

como son: acceso al suelo urbano, costos crecientes en los materiales de construcción, limitado frente de financiamiento y desconocimiento de una tecnología apropiada. Debido a esto la duración de su ejecución es prolongada, obligando a sus habitantes a soportar condiciones de incomodidad.

La acción del Estado en realidad resultó fundamental en el incremento de la vivienda, realizándola a través de los organismos antes mencionados y participando en la regulación de la tenencia de la tierra.

Otra forma importante de producción de vivienda es la realizada bajo gestión cooperativa, lo que constituye una importante alternativa, ya que permite mediante el apoyo mutuo acelerar el proceso.

2.1.4 INFLUENCIAS DEL INGRESO Y DESAJUSTES DEL MERCADO

Diversos enfoques tradicionales han tenido al problema de la vivienda como un desequilibrio entre la oferta y la demanda, en consecuencia, su solución se ha planteado en términos solo de generar un mayor número de unidades de producto terminado.

Dichos enfoques pueden producir distorsiones ya que no se trata simplemente de construir vivienda, sino que es-

ta se ajuste a las necesidades y al ingreso de la población.

Los programas deben adecuarse a la capacidad de pago y representar solo un porcentaje mínimo del ingreso. Al mismo tiempo, es necesario analizar los diversos factores de costo que inciden en la vivienda, para establecer las medidas necesarias que lo reduzcan.

El problema habitacional, visto en la perspectiva de los desajustes del mercado, se vincula estrechamente en el déficit existente. Es precisamente en la relación que se da entre los tipos de vivienda y los ingresos de la población que accede a ellos, donde es posible caracterizar las necesidades en términos más objetivos y plantear los caminos alternativos que inciden sobre tales desajustes.

En cuanto a las necesidades de vivienda, el 63.4% se ubica en sectores que perciben menos del salario mínimo; el 23.7% entre la población con ingresos entre uno y dos veces el salario mínimo; y el 12.9% entre habitantes con ingresos superiores. Esto significa que el primer grupo sólo puede acceder a la vivienda progresiva; el segundo a construirla y el de ingresos superiores lo tendrá a la vivienda terminada. Cabe señalar que las acciones de mejoramiento podrán cubrir las diversas capacidades de ingreso, según el monto del crédito.

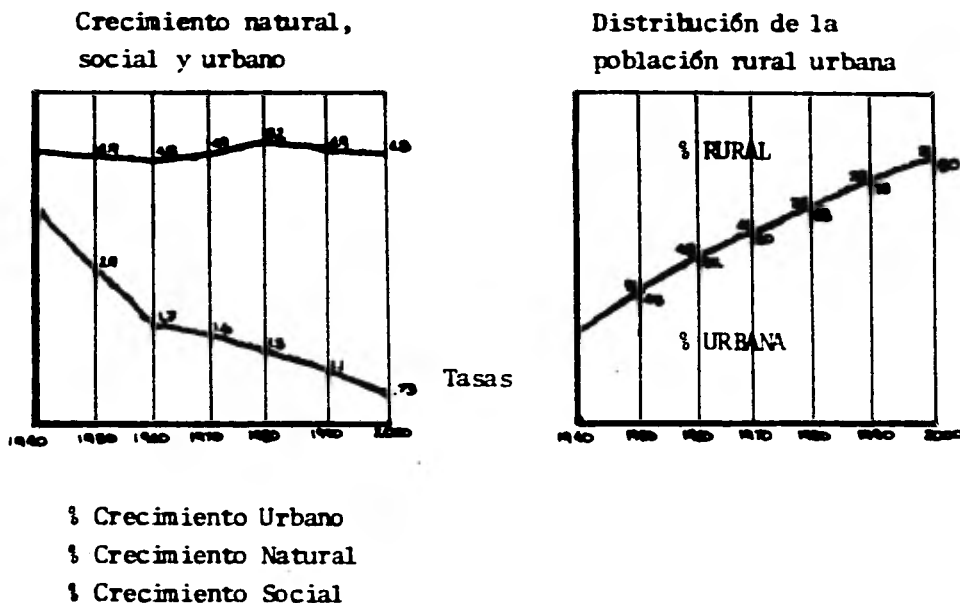
2.1.5 COMO PROBLEMA DE DESARROLLO URBANO

Desde 1940 México ha experimentado un rápido y sostenido crecimiento económico, que se ha manifestado en la concentración de la población y de algunas actividades económicas. Ejemplo claro de ello es la ciudad de México que concentra aproximadamente el 20% de la población y es la única ciudad del mundo con más de cinco millones de habitantes, que crece con una tasa superior al 5% anual.

En 1979 la población del país alcanza 68 millones de habitantes, de los cuales 44.2 millones viven en zonas urbanas y el 23.8 en el medio rural. Asociado a este proceso de urbanización tenemos condiciones económicas y sociales que expresan subempleo y marginalidad, formación de áreas de poblamiento irregular, y dificultad de acceso a tierra y vivienda, particularmente para los grupos de bajos ingresos.

En la figura 2.1.5 se muestra la tendencia del crecimiento y la distribución de la población rural urbana.

FIGURA 2.1.5



El incremento de población se manifiesta, desde luego en necesidades de vivienda y éstas a su vez en espacio. - En los siguientes años nuestras ciudades demandarán cerca - de 900 km², el 70% será de uso habitacional por lo que debe preverse integralmente el desarrollo urbano.

2.2 ASPECTOS CUANTITATIVOS DEL PROBLEMA HABITACIONAL

2.2.1 DEFICIT ACTUAL DE VIVIENDA

El déficit de vivienda se ha entendido como una apro

estimación cuantitativa a las condiciones cualitativas en que habita la población. Expresa los niveles de bienestar y adquiere significado cuando se le considera relacionado con las condiciones socio-económicas de la población.

Los parámetros para estudiar el déficit varían de acuerdo a los criterios que se utilizan para calificar el estado de las viviendas, (lo que produce diferencias importantes en cifras que intentan medir el problema). Para la estimación del déficit, se ha utilizado el concepto de "necesidad de vivienda", considerándolo desde dos puntos de vista; las necesidades derivadas del incremento demográfico y las necesidades a los rezagos que se derivan de condiciones de la vivienda existente no aceptable.

De acuerdo con el censo de 1970, existían en el país 9.1 millones de familias y 8.3 millones de unidades de vivienda, lo que arrojaba un déficit absoluto de 800 mil unidades, que representaba el 8.8% del total mencionado.

Disponían de agua entubada el 61%, de drenaje el 41.5%; en cuanto al número de habitaciones, el 40% contaba con una sola habitación y el 28.9% con dos habitaciones.

En función de los criterios cualitativos que se aplican para calificar el estado de la vivienda, varían no-

tablemente las estimaciones de déficit en el país; así, en 1970 diversas estimaciones lo ubicaron desde 2.3 hasta 5.8 millones de viviendas.

A continuación se presentan gráficas correspondientes al período 1978-1982 que representan la necesidad, la tendencia de la oferta y el probable déficit de vivienda. (Ver figura 2.2.1 (a) y (b)).

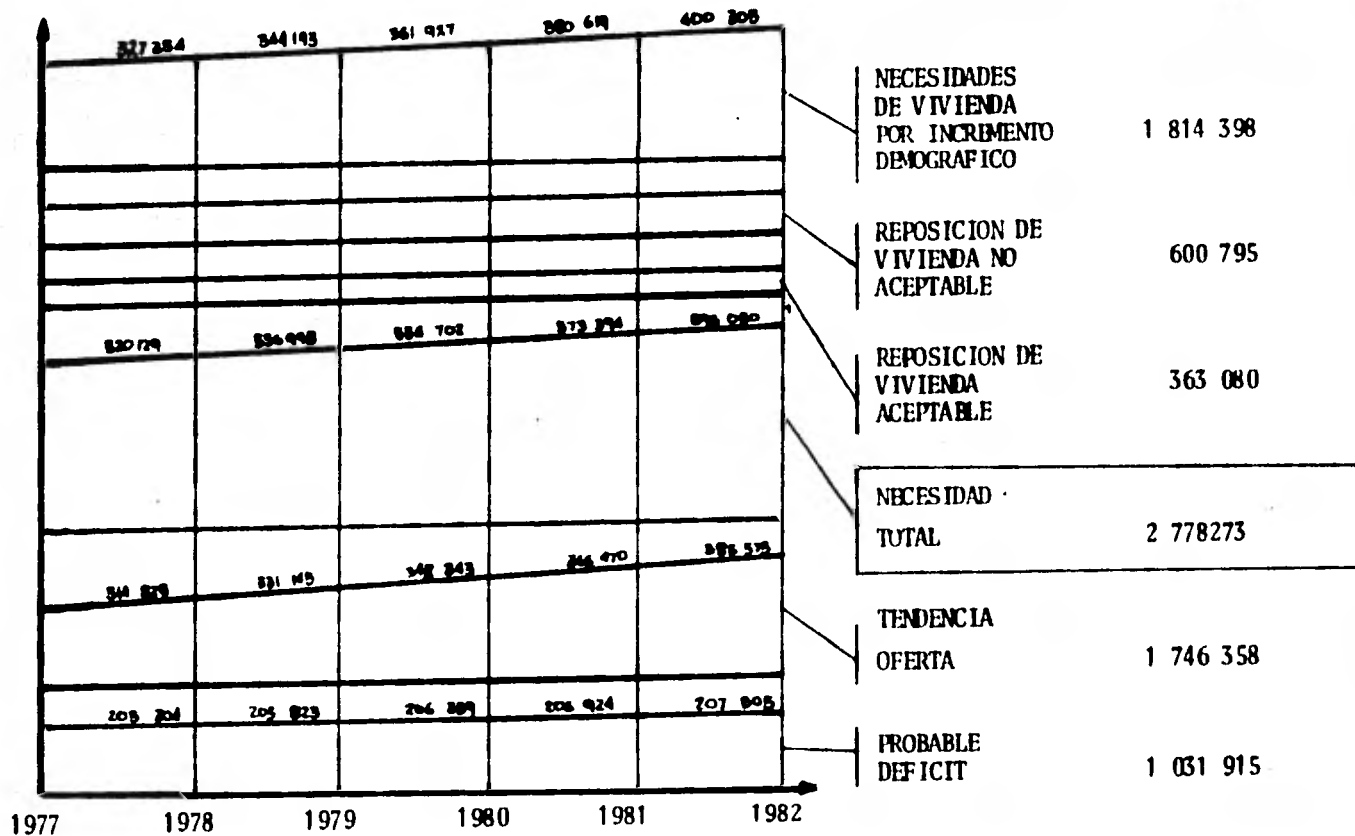
2.2.2 PRONOSTICO DE VIVIENDA

El análisis de las tendencias de la situación habitacional, del país contempla el comportamiento de los dos factores que lo determinan: la oferta y la demanda

La primera estará dada por los recursos que puedan ser canalizados a la ejecución de programas de vivienda, particularmente los del sector público. La segunda depende de la dinámica de crecimiento poblacional y su distribución territorial; de la municipalidad y de la estructura familiar y son de gran importancia los cambios demográficos que resultan como efecto de las políticas actuales en la materia.

Tomando como marco, la información proporcionada por el Consejo Nacional de Población, el análisis del fenó-

FIGURA 2.2.1 (a) NECESIDAD TOTAL DE VIVIENDA



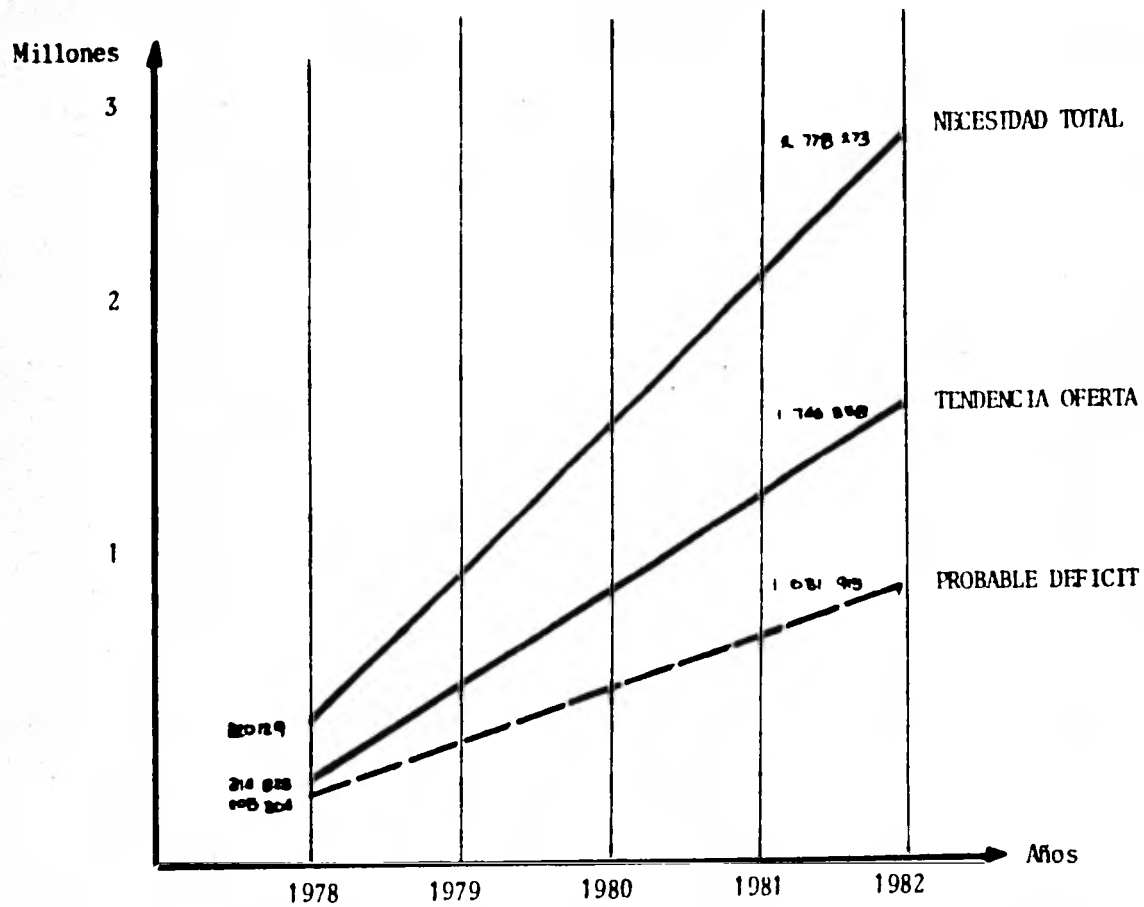


FIGURA 2.2.1 (b) RELACION ENTRE LA NECESIDAD TOTAL Y LA TENDENCIA OFERTA

meno demográfico se plantea desde diversas perspectivas. En primer lugar, se ha identificado una desaceleración en la mortalidad y natalidad, presentando los primeros índices de una tasa que prácticamente había permanecido constante (44 nacimientos x 1000), hasta situarla, según se deduce de las estadísticas vitales entre 38 y 40 nacimientos por cada 1000 habitantes en los años de 1975 y 1976. Se plantea por tanto, que la tasa de crecimiento demográfico descendió al 3.1%, antecedente que permite establecer condiciones favorables para los años siguientes.

La importancia de la reducción del incremento demográfico nos permite hacer dos hipótesis: la primera que supone un crecimiento anual constante del 3.2% para los años 1982 y 2000, en cuyo caso la población sería de 74.7 y 131.7 millones de habitantes respectivamente; la segunda de cumplirse la proyección programática que surge al disminuir la tasa de crecimiento a 2.5% y a 1.0% en los años 1982 y 2000, la población alcanzaría respectivamente 73.7 y 100.2 millones de habitantes.

En la figura 2.2.2.1 se pueden observar las tendencias de estas hipótesis.

INCREMENTOS DE POBLACION

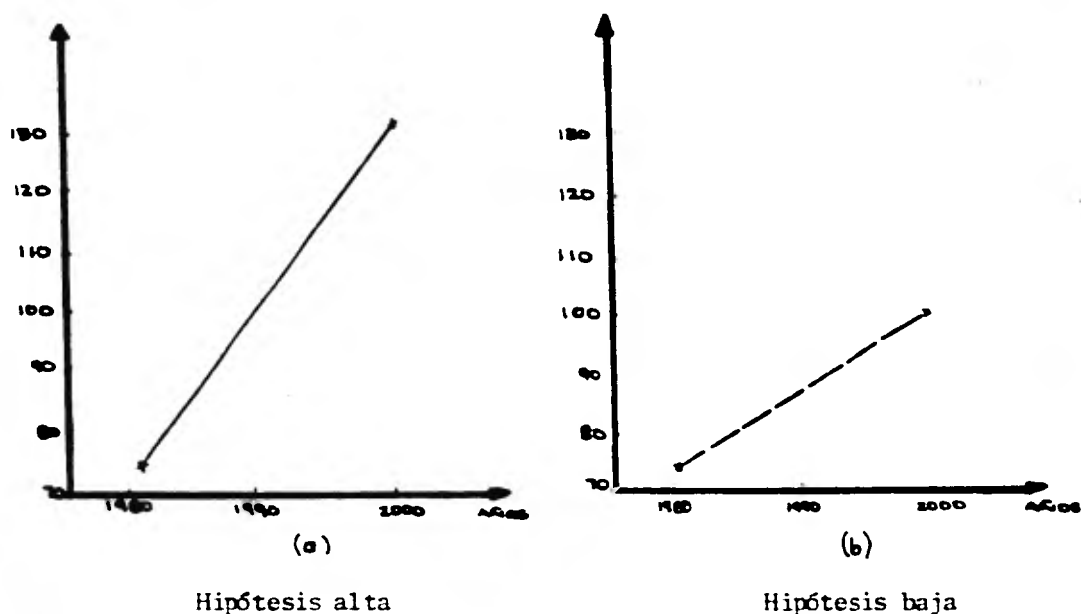


FIGURA 2.2.2.1

En 1970, México disponía de 8.3 millones de viviendas, de las que el 59% se ubicaba en localidades mayores a 2500 habitantes y el 41% en las poblaciones restantes, con un índice general de nacimientos (densidad de población) de 6.08 hab./viv. en localidades mayores a 2500 habitantes y 6.34 en el resto del país.

Las estimadas entre 1978 y 1982, debidas al crecimiento demográfico, arrojan un total de 1'810,398 viviendas de acuerdo a las metas demográficas establecidas por el Consejo Nacional de Población. Sin embargo, si se mantuviera-

la tasa del 3.2%, se requerirían 178,571 viviendas adicionales, que equivalen al 11% de la cifra anterior, lo que significa un total de 1'992,969 viviendas.

En relación a las necesidades de vivienda para atender a los rezagos y de acuerdo a las características actuales del inventario, se considera la necesidad de reponer las viviendas no aceptables en un plazo de 25 años y las viviendas aceptables en un plazo de 50 años. (Ver figura 2.2.2.2).

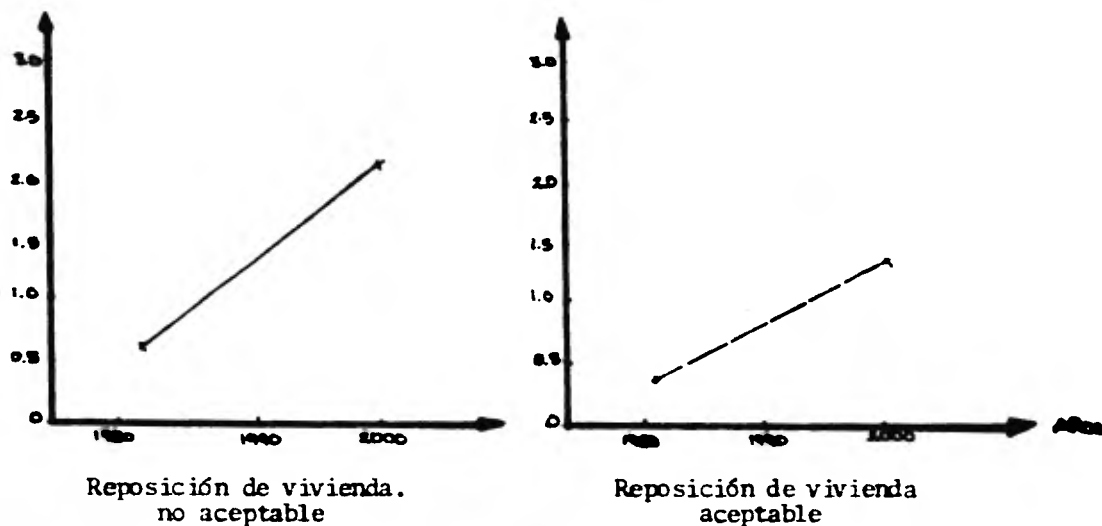


FIGURA 2.2.2.2

Lo anterior significaría realizar 600,795 acciones para el primer caso y 363,080 para el segundo durante el período 1978-1982, el requerimiento total de acciones de vi -

vienda sería de 2'778,273 acciones.

Para el período de 1982-2000, considerando la hipótesis baja, el incremento de la población sería de 2'650,000 habitantes, lo que significaría una necesidad de 4'732,142-viviendas. En caso de persistir las tasas actuales, el crecimiento sería de 57 millones de habitantes y la demanda de vivienda por este concepto de 950,000 unidades. La necesidad de vivienda para incremento demográfico se puede observar en la figura 2.2.2.3.

NECESIDAD DE VIVIENDA PARA INCREMENTO DEMOGRAFICO

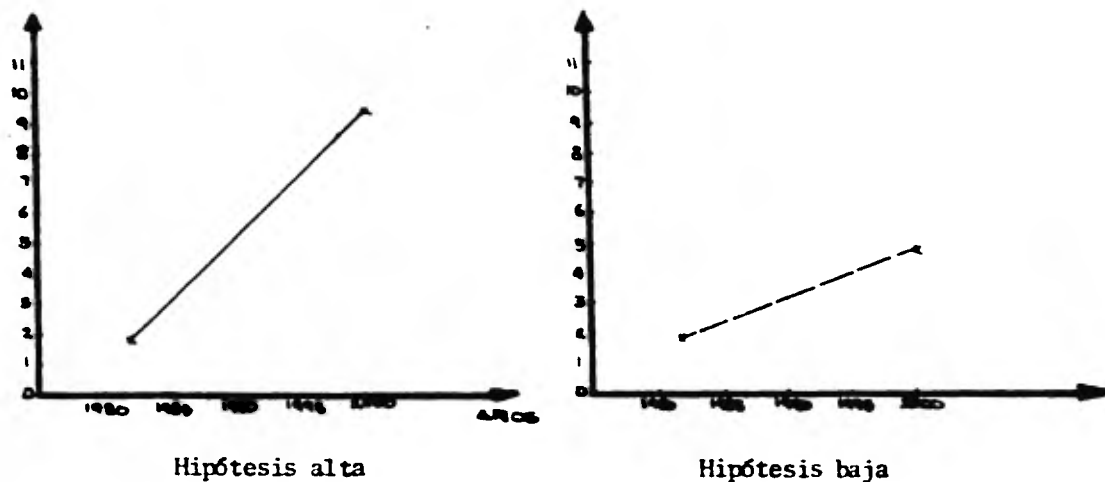


FIGURA 2.2.2.3

Manteniendo el mismo criterio de los rezagos, entre

1982 y 2000, serán necesarios 3'469,950 acciones, de los -
 cuales, 2'162,852 corresponden a la vivienda no aceptable -
 y 1'307,088 para atender la reposición de la vivienda acep-
 table; requerimientos que integrados a las necesidades de-
 rivadas del incremento de la población, nos plantean una ne-
 cesidad total en este lapso, de 8,202,092 acciones en la hi-
 pótesis baja y de 12'969,950 en la alta, según la cual se-
 ría necesario duplicar el inventario habitaciones del país-
 en ese lapso. En la figura 2.2.2.4 se grafica la necesidad-
 de vivienda total.

NECESIDAD DE VIVIENDA TOTAL

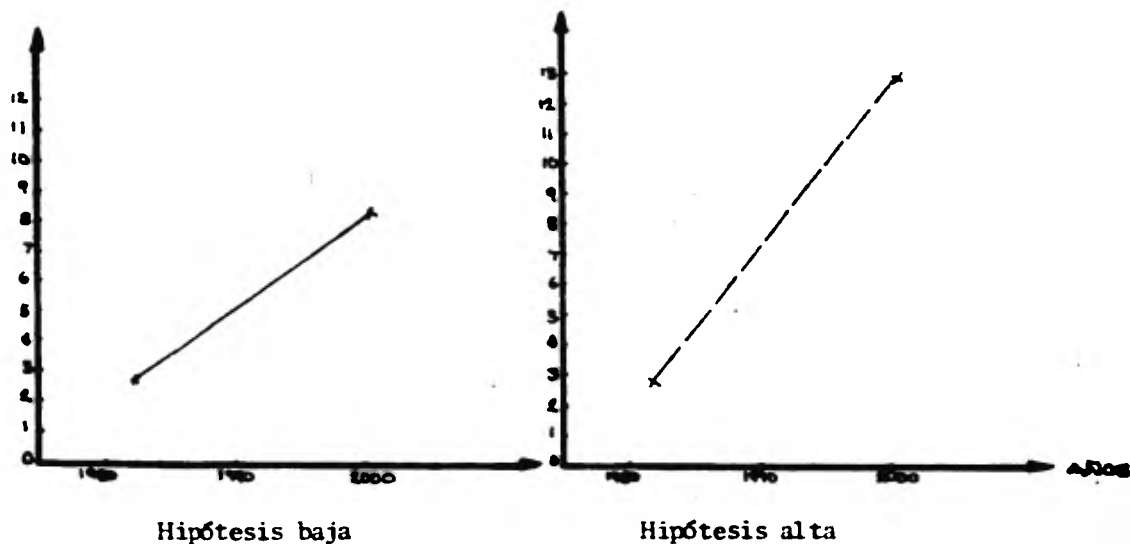


FIGURA 2.2.2.4

Por otra parte, las tendencias del proceso de urbanización permiten pronosticar que para el año 2000 las necesidades de vivienda estarán localizadas principalmente en el medio urbano, ya que sólo 20% de la población permanecerá en el medio rural.

En relación con las tendencias de la oferta; entre 1978 y 1982, evolucionará de 314,825 viviendas en 1978 a 385,575 en 1982, con una oferta de 1'746,358. De persistir dichas tendencias en la producción habitacional, se podría generar un probable déficit de 1'031,000 viviendas en ese mismo período, con efecto sobre índices de hacinamiento y promedio de cuartos por vivienda, que tendería a reducirse.

La evolución de la disponibilidad de recursos financieros nos señala que en 1973, el sector público invirtió 4,548 millones de pesos en vivienda; en 1974 la inversión fue de 7,641 millones; en 1975 de 9,461 millones y en 1976 de 10,975 millones de pesos. Para 1977 se estimó un total de inversión de 13,064 millones.

Considerando lo anterior, y con base en estimaciones derivadas de proyecciones actuales de los organismos y la tendencia de los programas de inversión del gobierno federal; se estima un mínimo de inversión de 96,000 millones de pesos, constantes de 1978 para el período de 1978 a 1982;

aunque cabe considerar los recursos adicionales que señala el Plan Nacional de Desarrollo Industrial, que podrían canalizarse a programas de vivienda e incrementar los montos totales.

Como conclusión puede señalarse, por una parte la existencia de recursos financieros que apropiadamente canalizados permitirán el enfrentamiento racional del problema, y por otra parte el incremento de las necesidades, que aunada a la distribución del ingreso; a las características de empleo y subempleo; al aumento del costo de la vivienda y sus insumos; tenderán a agravar el problema y propiciar un mayor deterioro de las condiciones habitacionales.

Por tanto las posibles proyecciones a futuro que se hagan de la tendencia de oferta y posible déficit están muy alejadas de la realidad, ya que dependen de la atención que se preste al problema, y la manera como se le ataque.

Suponiendo que se continúan las mismas políticas de vivienda y se presenten condiciones tales que nuestras proyecciones fueran lineales, tendríamos lo que muestra la figura 2.2.2.5.

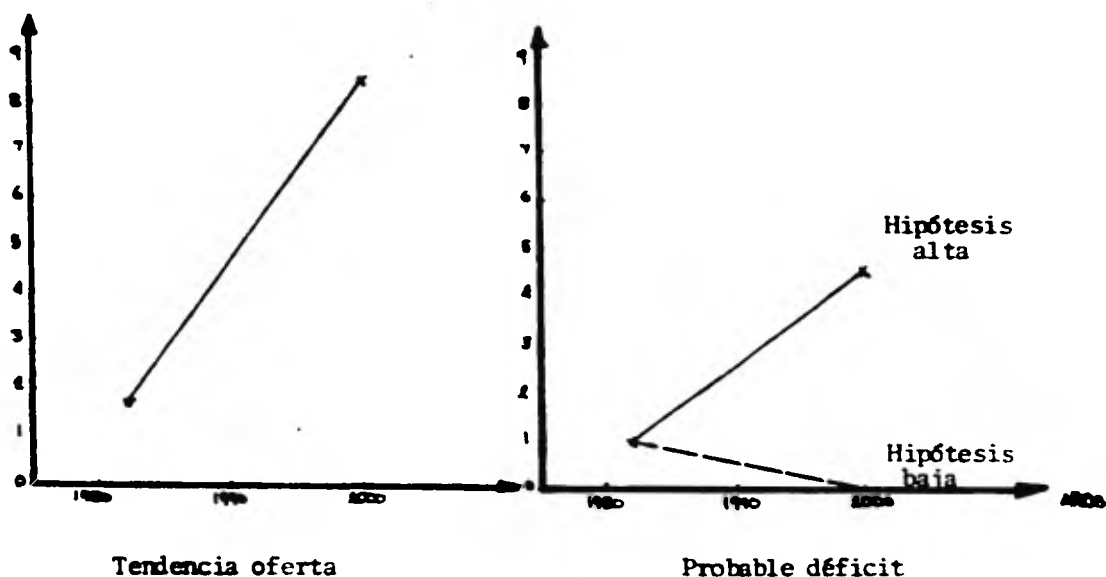


FIGURA 2.2.2.5

De acuerdo a lo anterior se deduce que el déficit de vivienda podrá ser o no resuelto, dependiendo principalmente de la dinámica de crecimiento poblacional, esto es; - si se considera la hipótesis alta de crecimiento demográfico, según la tendencia de la oferta tendremos para el año - 2000 un probable déficit de 4'636,237 viviendas, de otra manera; considerando la hipótesis baja, el problema se soluciona, pues la oferta supera a la demanda. Obviamente, la suposición de que el crecimiento demográfico se pueda disminuir a tal punto, es poco realista. Así concluimos que la solución adecuada deberá involucrar acciones dirigidas a -

combinar ambos factores.

2.3 COMPONENTES BASICOS DE LA AUTOCONSTRUCCION

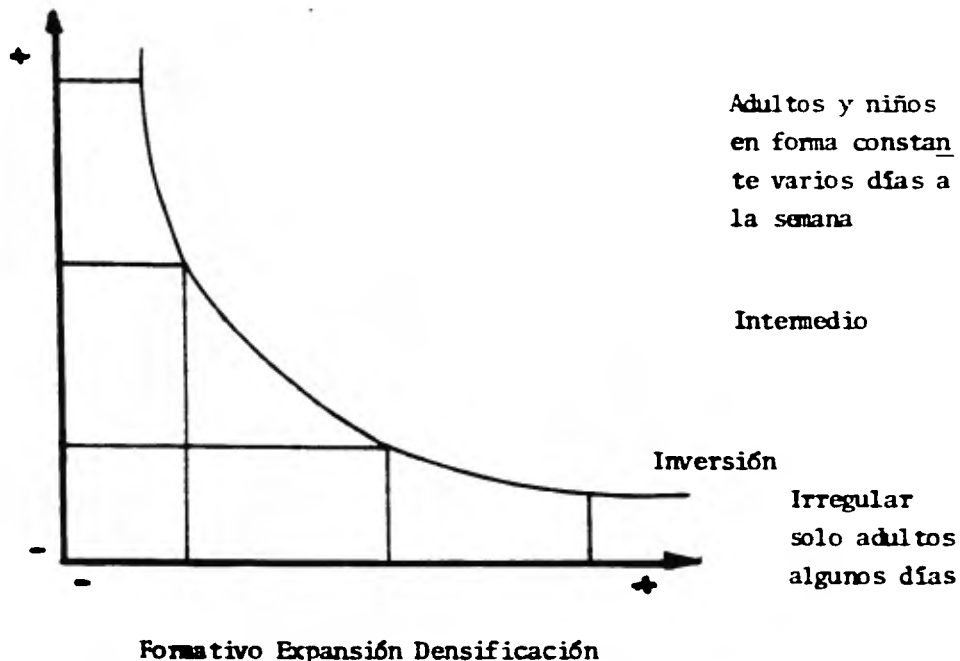
Podría definirse a la autoconstrucción como un proceso complejo de desarrollo socio-económico que sigue una familia para cubrir sus necesidades de espacio a través del esfuerzo (monetario o no monetario), empleado para edificar su vivienda. La autoconstrucción no se contempla únicamente como un sistema constructivo para erigir una vivienda, o como un tipo de organización familiar o social para llevarla a cabo. Más bien se le considera como un proceso, donde todos estos componentes entran en juego con un propósito común, el de construir con tecnología más accesible, organización más adaptable a las distintas actividades familiares, con el sistema financiero más flexible a la fluctuante economía familiar; una vivienda adecuada a las siempre-cambiantes necesidades de la familia.

Sin duda alguna, el factor tiempo desempeña un papel importante en este proceso, ya que a través de él se dan las condiciones para que el autoconstructor utilice diversos componentes que cambien según las condiciones socio-económicas, el número de miembros de la familia, y las condiciones externas del medio ambiente.

2.3.1 INVERSION EN VIVIENDA Y PARTICIPACION FAMILIAR EN LA AUTOCONSTRUCCION

Se ha observado que en procesos autoconstructivos- se bajos ingresos, existe una correlación directa entre lo- que la familia invierte en su vivienda y el grado de parti- cipación que tiene para construirla. (Figura 2.3.1)

FIGURA 2.3.1 NIVEL DE PARTICIPACION



En términos generales se puede decir que a menores- ingresos existe un factor de sustitución de dinero por es- fuerzo personal de participación. En el caso de familias -

recien establecidas que prácticamente llevan a cabo la construccion de su vivienda por sí mismas.

Conforme aumentan los ingresos familiares, hay mejores posibilidades para contratar albañiles para que ayuden en ciertas etapas de la ampliación de la vivienda.

Finalmente después de más de una década de establecidos, y habiéndose ampliado la vivienda, las familias logran una ligera mejoría económica que quizá les permita pagar albañiles que se hagan cargo completamente de sus ampliaciones, tal sería el caso de mejoras hidráulicas o sanitarias; construir parte de un segundo piso. En este momento, la participación familiar directa dentro del proceso sería nula, ya que se sustituye con pagos a terceros.

2.3.2 TECNOLOGIA DE CONSTRUCCION

En términos generales, el nivel tecnológico de la autoconstrucción tiene una correlación directa con el costo de la misma (sobre la base de realización de una sola vivienda), tal como lo indica la siguiente gráfica (Ver figura 2.3.2).

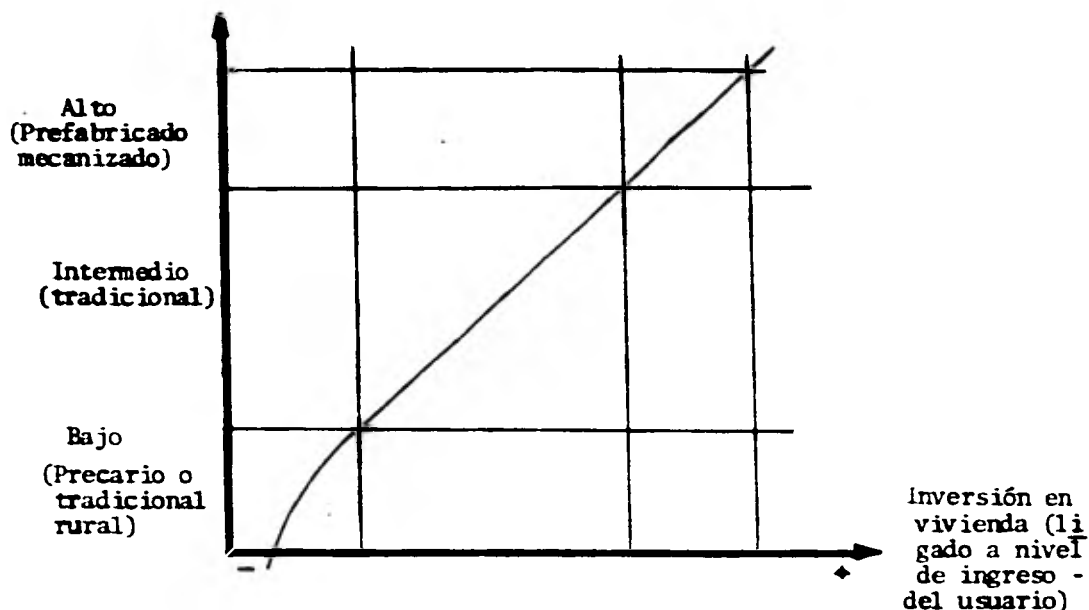


FIGURA 2.3.2

NIVEL DE TECNOLOGIA EN CONSTRUCCION

Se observa que para realizar una tecnología de construcción rural o de tipo precario se requiere de escasa inversión, sea por sistema constructivo o componentes materiales que exige.

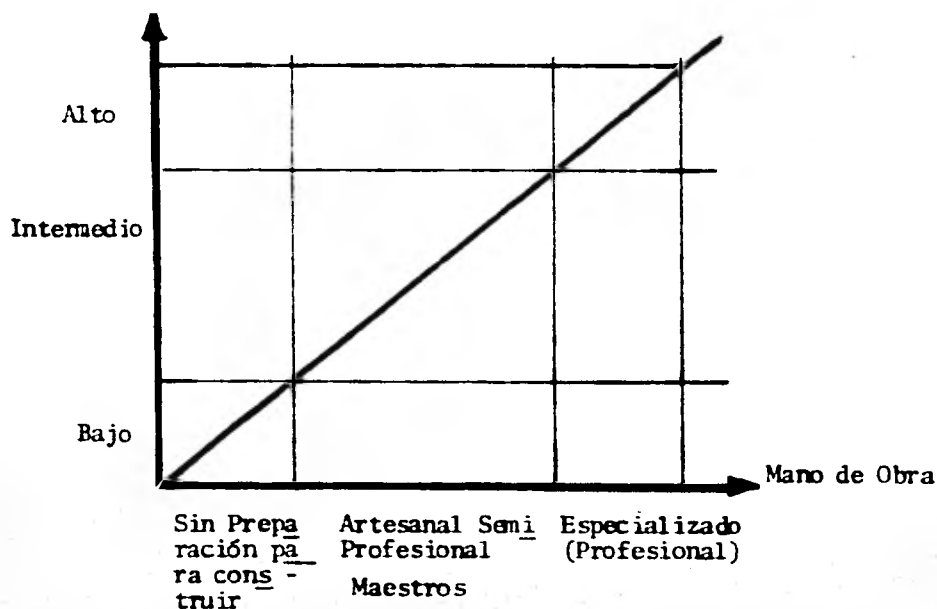
Conforme la tecnología se hace más compleja, se necesita de mayores insumos (plantas de preparación de materiales de construcción, control de calidad, etc.) hasta llegar a sistemas mecanizados o prefabricados en los que el costo por realización de vivienda es el más elevado inicialmente, cuando el volumen de obra es pequeño. En este nivel

todos los elementos constructivos se producen especialmente bajo un diseño específico y requieren de plantas de producción, mano de obra etc., altamente especializados.

2.3.3 TECNOLOGIA DE CONSTRUCCION Y ESPECIALIZACION DE LA-MANO DE OBRA

El nivel tecnológico transfiere una relación directa con el grado de especialización de la mano de obra requerido para la construcción de una vivienda como se muestra - en la siguiente gráfica: (Ver figura 2.3.3)

FIGURA 2.3.3 NIVEL DE LA TECNOLOGIA EN CONSTRUCCION



A bajo nivel tecnológico como es el caso de erigir una choza o una vivienda precaria; prácticamente no requiere de conocimiento o experiencia en construcción, ya que el sistema constructivo es muy sencillo; igualmente, son fáciles de adaptar a obra, cualquier tipo de materiales; usualmente el propio usuario, con su sentido común, lleva a cabo la construcción y ampliación de su vivienda.

Al hacerse más complejos los procesos de construcción (por ejemplo un sistema tradicional de muros de carga, castillo y losas), se requiere de cierto nivel tecnológico para realizar apropiadamente la construcción; conocer de armados, proporciones de concretos cimbrados, etc. A este nivel, se necesita de gente semi-especializada en el ramo, como albañiles para la obra y diversos trabajadores, (plomeros, electricistas, etc.) para efectuar las instalaciones.

Así, a un nivel elevado de tecnología se tienen sistemas constructivos mecanizados y prefabricados; planeados y contruidos bajo la supervisión de especialistas en el ramo (estructuras, instalaciones, etc.). A este nivel, el usuario tiene poco poder de decisión sobre el diseño o proceso constructivo de la vivienda, ya que debe dirigirse para manejar el sistema y sus componentes.

2.3.4 MATERIALES DE CONSTRUCCION Y TECNOLOGIA

El nivel tecnológico tiene una relación directa con el tipo y características de los materiales que se requie - ren para desarrollar un sistema constructivo y ponerlo en - operación, según aparecen en la siguiente gráfica:

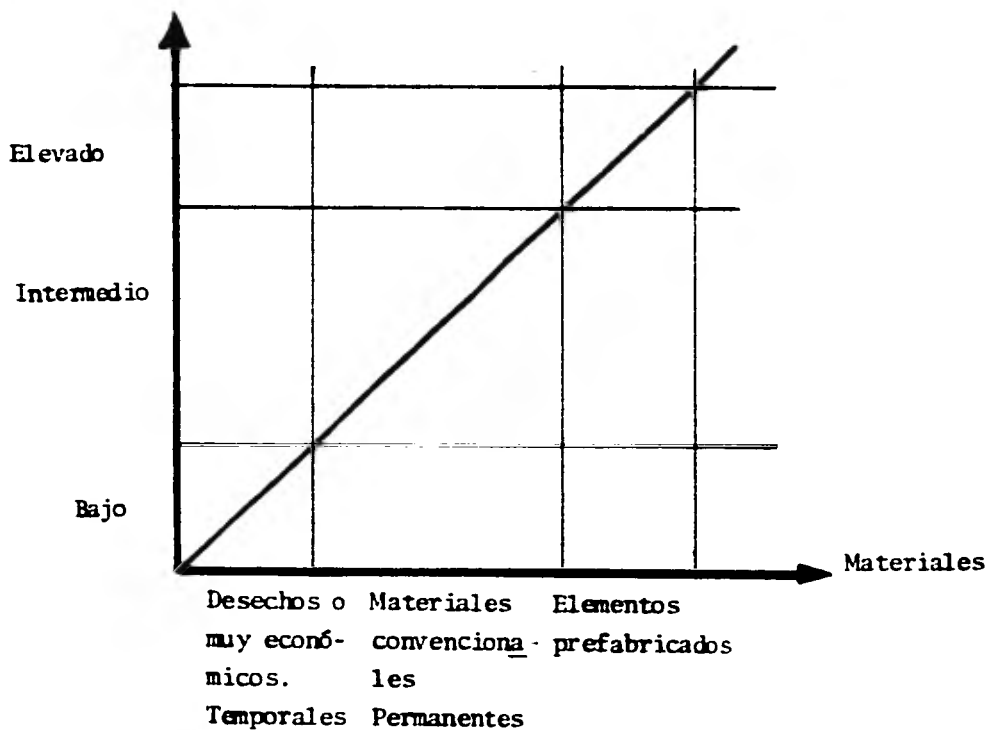


FIGURA 2.3.4 Nivel Tecnológico

Se observa que el bajo nivel tecnológico, se debe a que se usan materiales de desecho, muy económicos y de baja

calidad; como láminas de cartón asfaltadas, varas de madera o elementos estructurales simples. El montarlos no requiere de especialización y son muy flexibles, pues se sustituyen sin dificultad cuando se deterioran; sin afectar el sistema o la estructura. Además, pueden fácilmente adaptarse al tipo de dimensión que el usuario le da a sus espacios.

A medida que el nivel tecnológico se hace más complejo (digamos a niveles intermedios), se requieren materiales con características específicas en cuanto a dimensión y calidad. Tal es el caso de los diversos tipos de tabique, fierro para armados, resistencia del concreto, y la infinidad de materiales para acabados, equipos e instalaciones. Los materiales son permanentes y se requiere de un cierto nivel de especialidad para montarlos. El nivel tecnológico del sistema hace más difícil el cambio o sustitución de materiales una vez que están colocados, por lo que la obra requiere de cierta planeación previa.

A niveles tecnológicos elevados, como los sistemas mecanizados o prefabricados, se requiere de elementos materiales producidos específicamente para el sistema y que éstos sean montados siguiendo el proceso establecidos de antemano. Los materiales producidos con una calidad determinada, requieren de mucha precisión en su manejo dentro de la-

obra, ya que de su ensamble final va a depender el funcionamiento del sistema. El sistema estructural es rígido; no admite materiales distintos a los diseñados expresamente para encajarse a él. Consecuentemente son de difícil reemplazo y poco flexibles para adaptarse a las necesidades cambiantes.

2.3.5 ESQUEMA DE UN PROCESO DE AUTOCONSTRUCCION

Como se sabe, las condiciones estructurales del sistema económico de México, han hecho que un mayor número de personas tengan año con año posibilidad de acceso al mercado convencional de la vivienda; quedando marginadas y obligadas a resolver su problema habitacional de manera espontánea, sujeta a sus propias condiciones económicas y sociales.

Cuando la inmensa mayoría de la población no tiene en México acceso al mercado de bienes inmobiliarios, surge la pregunta de cómo y con qué medios podrían resultar accesibles los componentes descritos anteriormente.

Hay que señalar y analizar el medio de la autoconstrucción; de lo que se piensa que hay dos puntos básicos:

El primero se refiere a las condiciones económicas del usuario al que está subordinado el nivel tecnológico que

pueda tener; el tipo de financiamiento con que cuenta; la ubicación del terreno y la tenencia de la tierra; la calidad de los servicios, etc. El nivel socio-económico determina en gran medida la participación del usuario y las técnicas constructivas; el financiamiento, las características de materiales, la rapidez del proceso, etc., con que una familia autoconstruye su morada.

El segundo punto se refiere a que la autoconstrucción es un proceso, no únicamente constructivo, sino más importante aún, el resultado del proceso de desarrollo social y económico de la población.

Ambos puntos están estrechamente relacionados, ya que el proceso fundamentalmente responde a la dinámica socio-económica del usuario. Como la autoconstrucción se da a través del tiempo, se pueden destacar algunas etapas relevantes al proceso:

a) Cuando la familia viene a establecerse en un terreno determinado, sea por adquisición legal, ilegal (por invasión) o extralegal (arrendamiento de lotes ejidales o comunales), comienza el proceso de asentamiento. Este proceso está inicialmente determinado por la seguridad en la tenencia de la tierra y naturalmente por las condiciones

económicas de la familia. Podría decirse que cuando éstas son bajas, la familia se ve obligada a recurrir a procedimientos ilegales o extralegales para procurarse un terreno; y conforme mejora en situación, estará en posibilidad de adquirir su propio lote. Según la información disponibles en CECODES, a bajos ingresos y con poca seguridad en la tenencia de la tierra, la familia cuenta con pocos estímulos y posibilidades para construir su vivienda, por lo que esta etapa de asentamiento, se ha llamado "formativa"; se caracteriza por construcciones precarias con materiales de desecho o por construcciones temporales que resultan muy flexibles, pues los usuarios pueden montarlos en pocos días; ampliar o reducir la vivienda según las posibilidades y conveniencia propias, y hasta desmontarlas si la situación es adversa.

Aunque la inversión inicial de la vivienda familiar es mínima, la participación del usuario es muy elevada, tanto dentro del proceso mismo de la autoconstrucción, como del riesgo que corre por la inseguridad de la tenencia.

b) Una vez que el usuario empieza a tener seguridad, encamina sus esfuerzos a mejorar la calidad de construcción de su vivienda, incorporando en el proceso materiales permanentes. El proceso que sigue el usuario en la au-

toconstrucción de su vivienda puede ser el mostrado en la -
 figura 2.3.5.1.

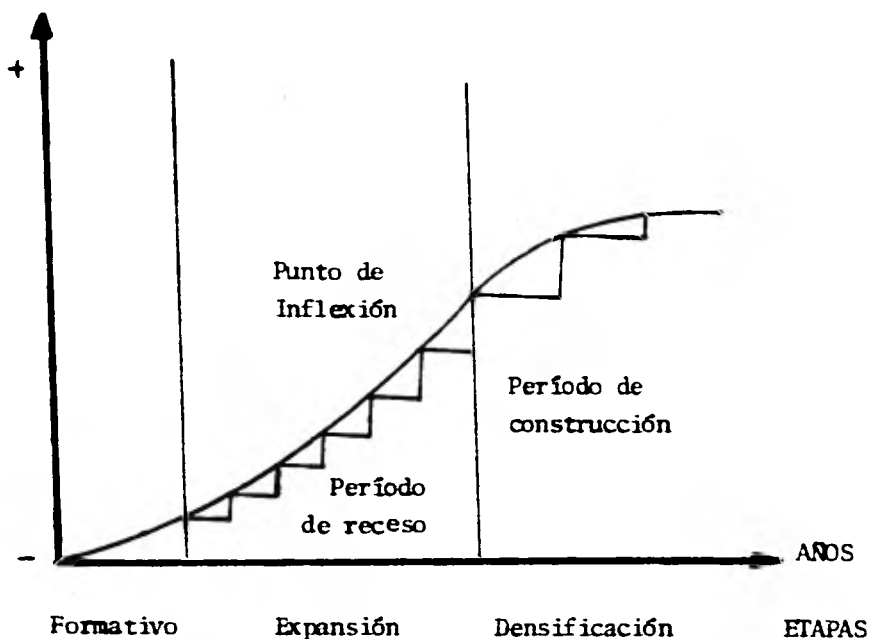


FIGURA 2.3.5.1 AVANCE DE OBRA (m²)

Esta segunda etapa -la de expansión- se caracteriza por un largo tiempo, durante el que la familia se organiza para ampliar gradualmente su vivienda según sus necesidades y presupuesto. Esto sería la etapa de crecimiento horizontal de la vivienda e introducción gradual de servicios.

En esta etapa se incrementa el nivel tecnológico, y consecuentemente los materiales de construcción son de mejor calidad que en la etapa formativa. La inversión acumulada en la vivienda se hace mayor con cada ampliación. Para hacer nuevas ampliaciones, el usuario muchas veces contrata ayuda de albañiles, por lo que su participación en el proceso de autoconstrucción tiende a disminuir.

c) Establecida la familia y cubiertas sus necesidades básicas, una nueva etapa de autoconstrucción comienza; la de densificación. Se caracteriza porque las ampliaciones que se realizan responden al interés de incorporar a la vivienda un lugar adicional. (Ver figuras 2.3.5.2 (a) y

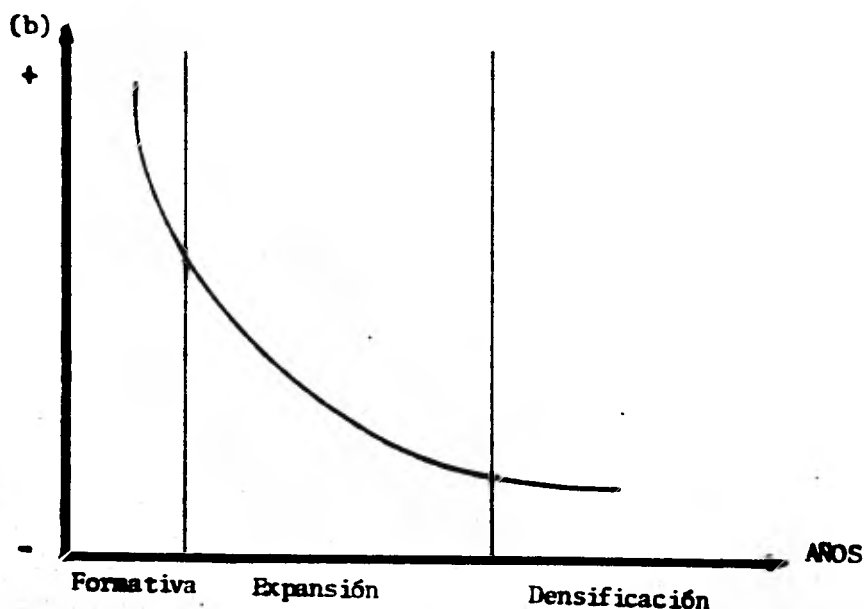


FIGURA 2.3.5.2 (a)
PARTICIPACION FAMILIAR

INVERSION ACUMULADA EN LA VIVIENDA

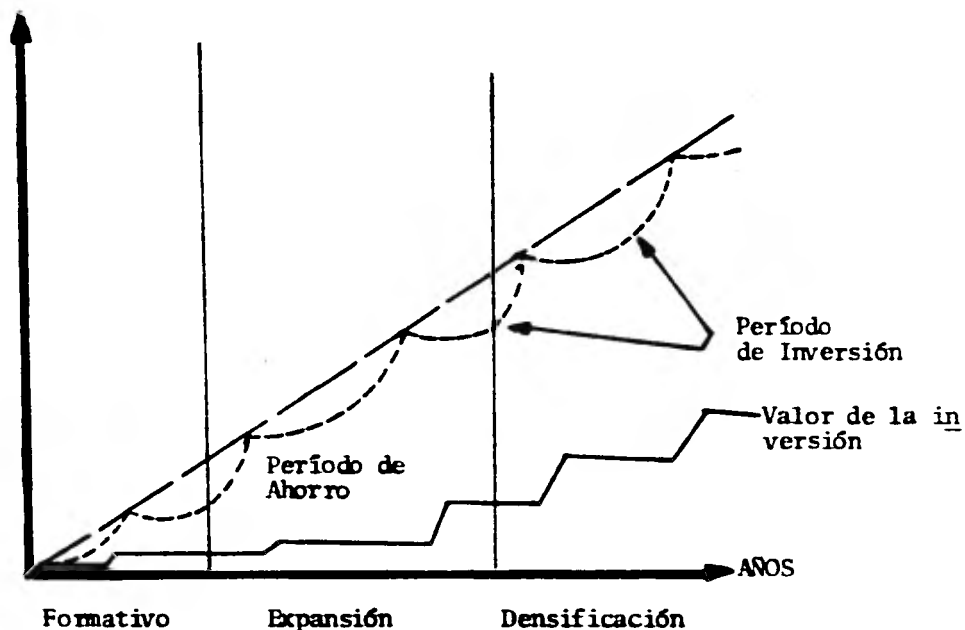


FIGURA 2.3.5.2. (b)

En las gráficas anteriores (Figuras 2.5.3.2 (a) y (b)) se resume cómo, en la etapa formativa del proceso la familia autoconstruye su vivienda con una mínima inversión y gran esfuerzo.

La etapa de expansión se caracteriza por pequeños períodos de ahorro de las familias y la inversión gradual en su vivienda, aunadas al esfuerzo propio de la familia para-

realizar la obra.

Por último, en el período de densificación, las familias tienen que hacer mayores ahorros, ya que las ampliaciones requieren de mayor inversión. Al ser éstas, contratadas externamente, su participación en el proceso disminuye sensiblemente.

2.4 PROGRAMA NACIONAL DE VIVIENDA

2.4.1 GENERALIDADES

La acción en materia de vivienda se enmarca en las condiciones de nuestra actual situación económica, contemplándola como un medio que permite garantizar niveles apropiados de bienestar, incrementando las actividades económicas, particularmente el empleo.

La vivienda se interrelaciona con las necesidades nacionales, esto significa que debe analizar la disponibilidad de los recursos, en base a una planeación adecuada, que busque su mayor efecto redistributivo.

Se ha considerado a la vivienda como un factor de desarrollo económico, social, de ordenamiento territorial y estructuración urbana.

Como factor de desarrollo económico, la vivienda ge

nera empleo, derrama sueldos, activa la planta industrial y estimula el ahorro interno; por lo que debe vincularse estrictamente a las políticas de producción que el país plantea.

Como factor de desarrollo social, parte de atender en forma primordial a los grupos de bajos ingresos y estimular la creación de programas con la participación organizada de la población.

Como factor de ordenamiento territorial y desarrollo urbano, las inversiones en la materia se aplican de acuerdo al Plan Nacional de Desarrollo Urbano, del que surgen elementos que conforman el espacio urbano, apoyando y orientando la estructura de los centros de población, paralelamente a las acciones en materia de suelos, infraestructura y equipamiento.

Se ha reconceptualizado la vivienda como proceso, respondiendo a la dinámica familiar y planteando la posibilidad de crecimiento paulatino de la misma, lo que permitirá la aplicación de recursos con mayor eficiencia y equidad; permitiendo maximizar sus efectos económicos en la creación de empleos. Este proceso deberá fomentarse y apoyarse mediante el acceso de la población a la tierra urbana, al financiamiento apropiado, materiales, tecnología y sus

reconocimientos en los reglamentos urbanos y de construcción.

Se ha considerado el ingreso como elemento articulador de la política mediante: la adecuación de los programas a la capacidad de pago de la población, la reducción de costo, la racionalización de los recursos y la participación organizada de la población.

2.4.2 OBJETIVOS

La imagen objetiva plantea el logro de condiciones mínimas aceptables de vivienda para todos los habitantes del país; condiciones de seguridad, servicios básicos y alternativas para acceder a un espacio suficiente para el desarrollo de las actividades familiares fundamentales.

Se plantean por tanto los siguientes objetivos:

I. Propiciar condiciones favorables para que la población, particularmente los de menor ingreso cuenten con una vivienda adecuada.

II. Estructurar las acciones de vivienda como un factor de desarrollo económico y social; de desarrollo urbano y ordenamiento territorial, de conservación y mejora

miento del medio ambiente.

III. Coordinar las acciones e inversiones que realiza la administración pública federal, en materia de vivienda en forma congruente con los planes y programas nacionales, y establecer bases de coordinación con los gobiernos de los estados y municipios, con los sectores social y privado.

2.4.3 POLITICAS

Las políticas a seguir en este programa se han desarrollado con el fin de cumplir cada uno de los objetivos; así tenemos que para el primer objetivo se plantean las siguientes políticas relacionadas con el ingreso de la población, los costos de la vivienda, y la disponibilidad y criterios de aplicación de los recursos:

1. Ampliar las posibilidades de acceso a la vivienda, con programas que permitan beneficiar el mayor número de familias.
2. Reducir los costos de la vivienda y de sus insumos (suelo, construcción y financiamiento), mediante las adecuaciones técnicas, jurídicas y financieras necesarias.

3. Racionalizar la aplicación de los recursos financieros disponibles para la ejecución de programas de vivienda.
4. Diversificar el tipo de recursos aplicables a la vivienda.

En relación al segundo objetivo tenemos:

5. La vivienda como factor de desarrollo económico; promover la generación de empleo en la producción de vivienda y sus insumos.
6. La vivienda como factor de desarrollo social; fomentar la participación organizada de la población en las acciones de vivienda.
7. La vivienda como factor de desarrollo urbano; propiciar que la vivienda sea un factor de ordenamiento territorial y de estructuración interna de los centros de población.
8. La vivienda como factor de conservación y mejoramiento del medio ambiente; inducir las acciones en materia de vivienda para aprovechar los recursos y características del medio ambiente.

Por último para lograr el tercer objetivo:

9. Estimular y apoyar las acciones conjuntas del sec -
tor público en materia de vivienda, con los secto -
res privado y social en el marco de la alianza para
la vivienda.
10. Desarrollar mecanismos operativos tendientes a coor -
dinar las acciones e inversiones que en materia de
vivienda realicen las dependencias y entidades de -
la administración pública federal.

De las políticas mencionadas se deriva como elemen-
to fundamental la reducción de costos que identifica una ac -
ción en el corto plazo para la cual se tienen 2 fases: una
primera relacionada con el estudio de los factores de cos -
tos, con la participación de los diversos sectores; en una
segunda, la implantación en los diversos ámbitos, de medi -
das jurídicas, financieras y técnicas para lograr dicha re-
ducción.

La reducción de costos se ha analizado de manera -
que permita incidir en cada uno de los conceptos y partidas
que integran el costo total de la vivienda; se evaluaron -
los aspectos relacionados con la adquisición del terreno, -
infraestructura y urbanización interna del proyecto; cons-

trucción de vivienda, construcción de comercios, gastos mis
celáneos y servicios profesionales; administración del cré
dito, costos financieros, gastos de escrituración, municipa
lización y mantenimiento: lo que ha permitido, para cada -
fase, analizar su costo y establecer un diagnóstico inicial,
así como la adecuación jurídica, financiera y técnica que -
en cada caso permita reducir los costos.

2.4.4 RELACION ENTRE NECESIDADES DE VIVIENDA Y LINEAS DE ACCION

Las necesidades de vivienda se derivan del creci -
miento de población, del hacinamiento, del deterioro de la
vivienda y de la vivienda no aceptable o incompleta.

El crecimiento de la población debe atenderse me -
diante vivienda nueva; también el hacinamiento puede resol
verse mediante esta forma de solución o ampliando y optimi-
zando el uso del inventario existente.

El deterioro de la vivienda existente aceptable -
puede enfrentarse mediante acciones preventivas en un plazo
conveniente.

Las viviendas no aceptables o incompletas que tie -
nen posibilidades de ser mejoradas pueden serlo mediante re

habilitación y terminación.

Por último, las viviendas que por su grado de deterioro no pueden ser mejoradas, deben necesariamente avocarse a su reposición en el corto plazo.

De acuerdo a las formas de intervención que determinan los diversos tipos de necesidades habitacionales surge el mejoramiento de la vivienda como línea básica de acción.

MEJORAMIENTO DE VIVIENDA

Esta línea de acción está dirigida a la vivienda existente.

Se contemplan entre las variantes de la misma:

- a) El mejoramiento y la ampliación de vivienda. Acción dirigida a la vivienda para conservarla, repararla, consolidarla o adaptarla. Así como al desarrollo de su crecimiento respecto a sus características físicas o de servicios.
- b) Rehabilitación de vivienda; adecuación funcional de inmuebles no ocupados para uso habitacional.

- c) Acción de emergencia, dirigida a prevenir y atender las condiciones de la vivienda, en función de su deterioro o su inadecuación en materia de seguridad.

La dosificación de las unidades de programa para esta línea propuesta, parte de maximizar sus efectos sociales y económicos, y se hará en forma diferencial por los diferentes organismos de vivienda; de acuerdo principalmente al tipo de población que atienden.

2.4.5 CONGRUENCIA DE LAS ACCIONES DE VIVIENDA CON EL PLAN NACIONAL DE DESARROLLO URBANO

El programa nacional de vivienda es un instrumento operativo que permite dar cumplimiento a los objetivos y políticas trazadas en el Plan Nacional de Desarrollo Urbano; mediante la congruencia de las acciones de vivienda en términos de localización y asignación de inversiones, materializando en el espacio y tiempo las definiciones de dicho plan, con las siguientes acciones (Ver figura 2.4.5):

congruencia con el plan nacional de desarrollo urbano	
plan nacional de desarrollo urbano	programa nacional de vivienda
objetivos	acciones de vivienda
1 Racionalizar la distribución territorial de las actividades económicas y de la población.	a Distribución territorial de inversiones congruente con el Plan Nacional de Desarrollo Urbano.
	b Asignación de inversiones en zonas prioritarias 42%
	c Congruencia de las acciones de vivienda con programas estratégicos.
2 Promover el desarrollo urbano integrado y equilibrado de los centros de población.	a Determinación de líneas de acción y asignación de inversiones por políticas de impulso, consolidación y control.
	b Congruencia de las líneas de acción con las dinámicas de crecimiento, mejoramiento y conservación.
	c Congruencia con planes municipales y de centros de población.
	d Instrumento para la implementación de los planes.
3 Propiciar condiciones favorables para que la población pueda resolver sus necesidades de suelo urbano, vivienda, equipamiento urbano, infraestructura y servicios públicos.	a SUELO: Se ha definido un programa de suelo para las acciones habitacionales.
	b INFRAESTRUCTURA Y EQUIPAMIENTO URBANO: Programa de vivienda paralelo a las acciones de equipamiento urbano e infraestructura. Programa de saturación para aprovechar infraestructura y equipamiento urbano existente evitando crecimiento horizontal.
4 Mejorar y preservar el medio ambiente que mejor convenga a los asentamientos humanos.	a Criterios de localización de los programas de vivienda que consideren los factores ambientales.
	b Los programas de vivienda pueden actuar como factor de mejoramiento ambiental.
	c Utilización de escalonales.

FIGURA 2.4.5

2.4.6 CONGRUENCIA DE LAS ACCIONES DE VIVIENDA CON LAS POLITICAS ECONOMICAS Y SOCIALES

La vivienda, además de ser un factor de bienestar social, es también factor de desarrollo económico. Dentro del sector construcción tiene efectos en la generación de oferta de trabajo, en la edificación directa; así como en la industria de materiales de construcción.

El Programa Nacional de Vivienda busca maximizar el impacto de sus acciones en dichos sectores económicos, parcialmente en el sector industrial por lo que se plantea la conveniencia de una evaluación periódica de ese impacto.

El sector construcción se ha mantenido de 1966 a la fecha con una participación entre el 4.3 y 5.2% del producto interno bruto, y las acciones en materia de vivienda han oscilado en ese mismo período entre 1.1 y 2.3% del total, es decir representa un mínimo del 20% y puede llegar al 50% del sector.

Cabe señalar que de 17.3 millones de habitantes que en 1977 integraban la población económicamente activa, el 4.9% se ubica en el sector construcción y el 2.2% del total en el área correspondiente a la vivienda.

El sector construcción es un dinamizador de la economía en su conjunto y refleja la actividad de los demás sectores económicos.

Se ha analizado que su comportamiento no es lineal, es decir en aquellos casos en que la economía en su conjunto, presenta tasas superiores al 3.5%, el sector construcción tiene incrementos superiores.

El Programa Nacional de Vivienda está diseñado para generar el mayor número de fuentes de trabajo, así como para incidir en la industria de materiales de construcción mediante una demanda en constante crecimiento, lo que permitirá expandir su capacidad productiva instalada, y disminuirla o sea, provocando inversiones en equipo y empleo.

También se ha analizado la utilización de tecnologías apropiadas tendientes a evitar cuellos de botella y a impactar en otros sectores de la economía, particularmente la Siderurgia y la Petroquímica.

La industria de la construcción tendrá una demanda de obra constante, lo que le permitirá incrementar sus niveles de producción, así como generar mayor oferta del trabajo.

Puede estimarse que la producción, respecto al pro - ducto interno bruto de la acción habitacional, podrá ser in crementada en mayor medida que la tendencia histórica, im - pactando en la generación de empleos y en el mercado inter- no, logrando un fortalecimiento del crecimiento de la econo- mía nacional mediante la mayor producción, y paralelamente- niveles de bienestar más altos.

CAPITULO III

EL FERROCEMENTO EN LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS

EL FERROCEMENTO EN LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS .

3.1 EL FERROCEMENTO COMO MATERIAL DE CONSTRUCCION

El ferrocemento es un material formado por varias - capas de mallas ahogadas en un mortero de cemento portland, - los dos materiales al trabajar en conjunto adquieren ciertas propiedades físicas y mecánicas que lo hacen atractivo para su aplicación en varios usos que van desde la construcción - de pequeños silos y cisternas, hasta su empleo en la cons - trucción de grandes barcos y cubiertas de claros importantes.

Las mallas utilizadas como refuerzo pueden ser de - varios tipos y calibres, dependiendo su elección principal - mente de la facilidad de su adquisición en el mercado y de - la eficiencia de las mismas como elemento de refuerzo, enten - diendo como eficiencia el costo del material por kg/cm^2 de - resistencia a tensión.

En lo que es referente al mortero, distintos investigadores coinciden en que éste debe reunir las siguientes características: baja permeabilidad, lo cual implica la utilización de arenas bien graduadas y alto consumo de cemento; las mínimas contracciones por secado y una manejabilidad adecuada para las condiciones de trabajo que se empleen. Lo anterior conduce a morteros de alta resistencia por lo general superior a 300 kg/cm^2 .

Algunos investigadores recomiendan emplear puzzolana, piedra pómez o cenizas volcánicas para aligerar el material, así como adicionar fibras de amianto para incrementar la resistencia a la rotura frágil debida a los impactos.

El exceso de agua disminuye la resistencia del mortero y aumenta la contracción por fraguado y porosidad. No se recomienda el empleo de cloruros de calcio, ni de ningún aditivo que contenga cloro.

No obstante que se han obtenido experiencias positivas al emplear el ferrocemento, en diversas soluciones, en varias partes del mundo, es opinión generalizada de los que han trabajado en este campo, que es necesario conocer mejor sus propiedades y comportamiento, para poder diseñar racionalmente las estructuras construídas con este material.

Las investigaciones realizadas a la fecha, han em - pleado diferentes tipos de refuerzo, y algunos de los métodos utilizados para los ensayos han variado de una investigación a otra, por lo que en ocasiones, los resultados obtenidos, - difieren unos de otros e inclusive, en algunos casos son con tradictorios.

La discrepancia en los resultados obtenidos se pueden atribuir básicamente a la falta de ensayos estandariza - dos, en las investigaciones realizadas a nivel mundial.

Dentro de las ventajas que se atribuyen al material - es la posibilidad de construir estructuras delgadas (entre 10 y 40 mm), con una resistencia a la tensión relativamente alta y básicamente con un comportamiento casi homogéneo y libre de grietas. Además su principal ventaja estriba en que no se re quiere mano de obra especializada para su construcción, es de cir, puede ser construido por los propios beneficiarios. Esta ventaja está orientada al problema que tratamos, o sea, al del grupo social de escaso poder adquisitivo, que se puede - convertir en el constructor de sus propias casas con métodos de autoconstrucción.

Otras ventajas atribuibles a este material, aparte de las ya mencionadas, son su moldeabilidad, su durabilidad, resistencia al fuego, al impacto, impermeabilidad, etc., ade

más que no se necesita cimbrar para su colocación.

Dentro de sus desventajas se pueden citar las siguientes:

Escaso control de calidad durante su manufactura -- (sobre todo la realizada por la mano de obra no especializada que es la que nos interesa), un peso propio y alto, y como se mencionó anteriormente, ausencia de ensayos sistemáticos para evaluar tanto características resistentes como de durabilidad; sin embargo, el uso de ferrocemento presenta grandes ventajas, por lo cual teniendo un mejor control de calidad y estandarizando ensayos se puede llegar a usar en forma masiva en la construcción.

3.1.1 COMPOSICION DEL FERROCEMENTO

MORTERO:

El mortero a emplear en la manufactura de elementos de ferrocemento debe contener una composición rica en cemento. Las diferentes investigaciones realizadas indican relaciones arena-cemento que varía entre 1.5 a 2 y relaciones agua-cemento de 0.5 a 0.6.

El Instituto de Ingeniería, indica que los principa

les requisitos exigidos, en sus investigaciones, al mortero-
fueron:

- a) Resistencia a la compresión a los 28 días mayor de 300 kg/cm².
- b) Manejabilidad adecuada para las condiciones de trabajo.
- c) Alta impermeabilidad.
- d) Baja contracción.

En general, los cementos utilizados en las diversas investigaciones fueron: el cemento Portland tipo 1 al tipo-3, o bien el de endurecimiento rápido. En cascos para barcos es preferible el empleo de cementos de bajo contenido de aluminatos tricálcicos (4% en total), en comparación con el 11% que contiene el cemento Portland común. La calidad de la arena tiene fundamental importancia en el material que se obtiene. Tomando en consideración que las techumbres por construir serán muy delgadas, inclusive de 10 mm de espesor, resulta evidente la necesidad de cribar esta arena para suprimirle los fragmentos demasiado grandes.

En el Instituto de Ingeniería se elaboraron mortero-

ros comparativos con arena pasada por la malla # 4 (4.8 mm) y la número 8 (2.4 mm), a fin de determinar cuál de estas mallas resulta más conveniente para recribarla antes de su utilización. Se observó que la arena pasada por la malla # 4 requirió menos agua de mezclado presentando un ligero aumento en la resistencia y una ligera disminución en la contracción por secado.

Se estima que si las aberturas de las mallas de refuerzo admiten partículas de hasta 5 mm., deben procurarse emplear esta arena recribada por la malla # 4 en vez de por la malla # 8.

La arena muy plástica no debe usarse pues disminuye la resistencia del material y si es demasiado fina emplea mayor cantidad de cemento, además de que las contracciones por secado resultan mayores.

La textura de la arena que se emplea debe ser lo más homogénea posible, de aristas preferentemente agudas y no redondeadas (arena silicia), libre de impurezas, sales y materias orgánicas. Si las contiene, debe ser cuidadosamente lavada y procesada antes de su empleo.

En el Instituto de Ingeniería tomaron en cuenta en la práctica que el mezclado del mortero debería efectuarse a

mano, por lo que fue necesario, preparar mezclas cuyas con -
sistencias les permitiera ser mezcladas y homogeneizadas adecu-
cuadamente, lo cual obligó a elaborar mezclas de consistenen -
cia plástica y se eliminó la posibilidad de utilizar mezclas
más secas, como hubiera sido deseable para la obtención de -
mejores resultados, ya que la mezcla, al tener mayor cantii -
dad de agua, tendrá mayores contracciones en el fraguado.

La consistencia de las mezclas de pruebas se midió -
por 2 procedimientos:

- a) Con la mesa de fluidez (ASTM C230) representando --
condiciones de laboratorio.
- b) Con un cono de revenimiento de tamaño reducido que -
puede ser aplicable como medio de control de campo.

La consistencia más seca que se pudo obtener, capaz
de ser homogeneizada a mano presentó las siguientes caracter-
rísticas:

- Fluidez (15 golpes en 10 seg) igual 80-85%.
- Revenimiento (3 capas de 25 golpes c/u) igual a -
2.3 cms.

MALLAS DE REFUERZO:

En las investigaciones realizadas, para seleccionar los tipos de mallás más adecuados, se hicieron revisiones de las disponibles en el mercado, y para poder determinar su eficiencia, se realizaron estudios sobre el comportamiento de éstas a tensión, tanto solas como en especímenes de ferrocemento elaborados para ello.

La armadura resistente o núcleo metálico, puede colocarse en la forma simple, sin cimbra, superponiendo uniformemente una serie de mallas (en Argentina han colocado tubos curvados para darle forma al elemento). La armadura elegida, responde a varios tipos, diámetros y separación de los alambres. La configuración hexagonal conocida como tela de gallinero, es muy usada, pues permite obtener fácilmente las formas de simple y doble curvatura debido a su gran flexibilidad, además que es de fácil adquisición en el mercado. --- Las mallas de alambre a 90', con los nudos soldados, son muy resistentes, si bien su extrema rigidez las hace menos aptas para configurar formas curvas. Las mallas entrelzadas pero no soldadas, son más flexibles pero presentan el inconveniente que no ofrecen resistencia al corte en su plano. Las armaduras de metal desplegado dan muchas posibilidades y ventajas pues el contenido de acero es menor (39% menos) que en las mallas comunes y la sección de los orificios es mayor, -

con aberturas de 22 a 68', lo cual facilita la penetración del mortero, y el mejor llenado y compactación de la sección, especialmente para altas cuantías de armadura.

En las investigaciones realizadas por el Instituto de Ingeniería de la U.N.A.M., se determinó que el metal desplegado y la malla de gallinero, en dirección perpendicular a los alambres, prácticamente no trabajó y que para especímenes con dimensiones similares, ensayados en direcciones transversales, se obtuvieron cargas de tensión del orden de 20 y 30%, para las mallas de metal desplegado y de gallinero respectivamente, en relación a las obtenidas en los ensayos efectuados en la misma dirección que la de los alambres.

3.1.2 DIVERSAS EXPERIENCIAS

En los últimos años, el ferrocemento ha venido teniendo bastante auge, precisamente por sus ventajas y por sus características. Sin embargo, es en el área naval (sobre todo en la construcción de pequeños barcos), donde más se ha utilizado.

En varios países, como Italia, Nueva Zelanda, Canadá, Estados Unidos, Brasil y otros, ya se empiezan a fabricar, en forma industrial, embarcaciones con este material contando también con asesorías, planos y especificaciones

técnicas, en los casos particulares.

En 1948, la firma NERVI y BARTOLI, construyó el velero Nennele de 12.5 m de eslora, cuyo casco de ferrocemento tenía un espesor de 12 mm armado con 7 mallas metálicas superpuestas, a las que se les adicionaron barras de acero de 6 mm de espesor distanciadas 5 cm. entre sí. Estas barras de armadura adicionales se sostuvieron, mientras se ejecutaba el casco, mediante un armazón de tubos de 25 mm. de diámetro, separados 1 m, evitando así la colocación de cimbra. -- Desde que Nervi construyó con éxito sus barcos de ferrocemento, se incrementó el interés sobre: las construcciones navales y civiles en general. En los Estados Unidos desde la segunda guerra mundial se han proyectado numerosos barcos en ferrocemento basándose en la economía que representa el no necesitar para su ejecución costosas maquinarias en los astilleros. En Nueva Zelanda en 1961 se construyó el primer velero de ferrocemento y desde entonces se han fabricado numerosas unidades mercantes, de pesca, recreo y turismo.

Sin embargo, el mayor índice de producción masiva - corresponde a China Continental, con una ininterrumpida construcción de "SAN PANES" en ferrocemento. Por otra parte, en todo el SE de Asia, se evidencia un marcado interés por la ejecución de barcos de pesca para abastecer la creciente demanda de proteínas en alimentación local. Filipinas, ---

Hawaii, Hong Kong, Singapur, Tailandia, Australia y Japón han dado hasta ahora igual respuesta a la industria liviana. Si bien, se ha generalizado la idea de que el ferrocemento solo sirve para embarcaciones menores, este concepto rutinario ha sido desvirtuado en Japón con la ejecución de unidades de 14 000 toneladas y se proyecta para el futuro otras de más de 30 000 toneladas.

En Rusia, se construyeron buques de cabotaje de 25 000 toneladas en ferrocemento, para el tráfico interior del Mar Negro y para los enlaces del Mar Blanco y el Báltico por el canal del Norte. Paralelamente a las aplicaciones en el campo naval, desde 1947, se han materializado cubiertas colgantes, cascarones y paneles de ferrocemento. En la Unión Soviética y Europa Oriental se han intensificado los esfuerzos para investigar y conocer ese material, y en los últimos años en Rusia (2 años) solamente se han ejecutado más de 400,000 m² de cubiertas. Además de una considerable reducción en el peso propio de la estructura, se economiza del 15 al 25% de acero y aproximadamente un 60% de cemento en relación con estructuras similares en hormigón armado, para uso industrial. En la Unión Soviética, existe un código de utilización del ferrocemento que incluye instrucciones prácticas para su ejecución, además de su aplicación con fines sanitarios y agrícolas.

Entre las primeras realizaciones de ferrocemento, se pueden citar, la cubierta tipo Shed de la galería central de la feria de Milán en 1947, de Nervi. y la bóveda ondulada de 98 m de claro de la cubierta del salón central de la exposición de Turín, realizada con elementos prefabricados unidos entre si mediante nervios de concreto reforzado-colados en obra, en la parte superior e inferior de las ondas. Su espesor es de 38 mm y su gran resistencia se logra mediante el incremento de la inercia debido a la forma plegada. El peso propio de la cubierta es mínimo, característica fundamental para poder adecuarse a las exigencias del proyecto.

Otra obra de gran envergadura, se efectuó en el Palacio de los Deportes en Roma, donde elementos prefabricados de ferrocemento, forman la estructura y el cerramiento entre el entramado espacial de nervios de la cubierta que cubre el gran ámbito central. También se pueden citar la cubierta ondulada de la pileta de la Academia Naval de Livorno, y las cúpulas parabólicas de 3 cms de espesor del vivero sobre el río Tirino en los abruzos, que cubren 15 m de claro. Estas cúpulas, ofrecen gran rigidez de conjunto, aunque también poseen una marcada flexibilidad de cada unidad independiente, lo cual permite absorber sin dificultad las sollicitaciones provocadas por descensos desiguales de los apoyos articulados, debidos a eventuales deslizamientos

del terreno, por filtraciones en las capas permeables del suelo que rodea al río. Las cúpulas concebidas sobre una planta triangular se apoyan sobre nervaduras metálicas. El aislamiento térmico se aumentó usando arcilla expandida en la composición del mortero y el peso aproximado resultó de 30 kg/cm² de cubierta.

El teatro de la Opera de Sidney, se puede contar entre las obras arquitectónicas en las que el ferrocemento toma un papel importante, ya que su cubierta está formada por delgadas bóvedas parabólicas de ese material, recubiertas con tejas como decoración y aislamiento hidrófugo.

Otras aplicaciones muy importantes son las que se llevan a cabo en los silos, aunque no se conocen muchas experiencias en la construcción de esos almacenes, son dignos de mencionarse, ya que los silos construidos con ferrocemento en Tailandia, Nueva Zelanda, y Etiopía, así como los estudios realizados en este campo por el Instituto Asiático de Tecnología, ha arrojado resultados tales como que el hermetismo que se logra no permite el acceso del aire o del agua, por lo cual se obtiene una magnífica conservación del producto almacenado, como son los granos y semillas.

Una de las aplicaciones en donde es más atractivo el uso del ferrocemento, es en depósitos de agua, como son-

tinacos y cisternas así como fosas sépticas ya que como indican las investigaciones realizadas se trata de un material impermeable.

Se tienen conocimientos de experiencias en Nueva Zelandia, sobre construcciones con ferrocemento, de tanques de depósitos de agua, de 0.8 m^3 , los cuales ya se están fabricando en forma industrial, con garantía hasta de 25 años. - También se ha generalizado en diversas partes del mundo, la construcción con este material de fosas sépticas.

En Italia, se hicieron modelos de depósitos de agua y se probaron, con resultados muy satisfactorios, en cuanto a su permeabilidad y su resistencia y ya se empiezan a fabricar de una manera industrial.

3.2 PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL FERROCEMENTO

Las experiencias positivas que se han obtenido, en todas partes del mundo, en la aplicación del ferrocemento, ha provocado que los investigadores se interesen en conocer sus propiedades y características por lo que se han elaborado programas de ensayos del material bajo diferentes acciones considerando como importantes, su comportamiento a tensión, compresión, flexión e impacto, así como de otras propiedades, para que con ello se pueda diseñar racionalmente-

las estructuras que se piensen construir con este material.

Para determinar las propiedades físicas, se diseñaron especímenes y métodos de ensayos adecuados, tomando como base la experiencia que existe al respecto.

Para las pruebas a las que se somete el ferrocemento, es importante señalar, las propiedades de los materiales que lo componen, queden bien determinadas. Así por ejemplo, como se señaló anteriormente, la elección de las mallas de refuerzo dependerá de su fácil adquisición en el mercado y de su eficiencia como elemento de refuerzo (costo por su resistencia a tensión); y que la composición del mortero deberá ser rica en cemento, utilizando arenas bien graduadas para obtener las mínimas contracciones por secado, manejabilidad adecuada para las condiciones de trabajo y alta impermeabilidad.

Para poder analizar los resultados obtenidos se relacionaron con los valores del volumen del refuerzo y superficie específica de los especímenes correspondientes.

La superficie específica del ferrocemento se define como la relación entre el área de contacto del acero de refuerzo y el volumen de la pieza considerada, por lo tanto:

$$S_L = dn/at$$

en donde

S_L = superficie específica

d = diámetro del alambre

n = número de capas de malla de refuerzo

a = espaciamiento del alambre

t = espesor del espécimen.

En la selección de las cantidades de refuerzo hay que tomar en consideración las recomendaciones hechas por varios autores en el sentido de que para que el ferrocemento se pueda analizar como un material homogéneo, debe tener una superficie específica superior a 0.5 cm^{-1} siendo los valores usuales los comprendidos entre 2 y 3 cms^{-1} . Es importante señalar también que cuando el valor de S_L es igual o menor a 0.5 cm^{-1} , se está hablando de mortero reforzado y se deberá analizar como se hace con el concreto, y cuando los valores exceden de 3 cms^{-1} , las características propias del ferrocemento empiezan a variar, especialmente en lo que respecta a su resistencia a la compresión, que disminuye en forma notoria.

El volumen de refuerzo se define como la relación -
del volumen de acero de refuerzo existente en la zona de -
prueba entre el volumen del espécimen en esa misma zona, -
por lo tanto:

$$V_R = d^2 n / 4at$$

en donde:

V_R = volumen de refuerzo

d = diámetro del alambre

n = número de capas de mallas de refuerzo

a = espaciamiento del alambre

t = espesor del espécimen

3.2.1 RESISTENCIA A COMPRESION

En todas las pruebas para determinar la resistencia a compresión del ferrocemento se han empleado una diversa -
variedad de mallas de refuerzo y tipos de morteros, sin em-
bargo, se puede considerar que la resistencia del concreto-
coincide con la del ferrocemento, aunque los resultados ob-
tenidos en las investigaciones nos indican que la resisten-
cia a compresión se ve disminuída en la forma en que la su-

perficie específica aumenta.

En los ensayos a compresión no fue posible hacer un estudio de agrietamiento, ya que cuando éste aparece, la pieza ha alcanzado su capacidad de carga, presentándose la falla a diferencia de los ensayos a tensión, flexión, e impacto, en donde los estudios estuvieron enfocados hacia la determinación de los esfuerzos correspondientes a distintos niveles de agrietamiento, ya que es importante su relación con la permeabilidad del material y con la corrosión del acero de refuerzo.

Al analizar en conjunto los resultados en los ensayos se encontró una tendencia bien definida, la resistencia a compresión del ferrocemento disminuye a medida que aumenta la cantidad del refuerzo. Es importante aclarar que dicha disminución es pequeña para valores de superficie específica (S_L) inferior a 1 cm^{-1} , pero para valores de S_L comprendidos entre 1 y 2 cm^{-1} decrece rápidamente, y existe nuevamente la tendencia a conservarse constante a partir de ese valor. Esta tendencia general observada en el comportamiento del ferrocemento difiere sin embargo, de un tipo, de malla a otro y pueden diferenciarse dos grupos: el formado por las mallas de metal desplegado y el formado por las mallas hexagonales (tela de gallinero).

En los especímenes con mallas de metal desplegado, la rapidez con que disminuye la resistencia, es menor que la que se presenta en las mallas hexagonales. Esto se explica, por qué las mallas de metal desplegado, son más rígidas y trabajan más estrictamente que las hexagonales (gallinero).

En las investigaciones realizadas por Carlos Ramos y Antoine Naaman, se utilizó malla cuadrada soldada de alambre galvanizado, de 0.64 mm de diámetro y con 6.4 mm de separación entre los alambres. El mortero que se utilizó, tuvo una relación agua/cemento = 0.6 y de arena cemento igual a 1.5, empleándose cemento Portland del tipo III.

El número de capas de alambre utilizado varió de cero capas a ocho capas.

Las muestras elaboradas por dichos investigadores tenían forma de prismas, con dimensiones de 5 X 7.6 cm. y 1.27 cm. de espesor. Todos los especímenes fallaron en corte y usualmente en forma de doble cono.

A continuación se resume en la siguiente tabla, (Fig. 3.2.1) los resultados obtenidos por Naaman y Ramos.

FIGURA 3.2.1 RESISTENCIA EN COMPRESION (Kg/cm^2)

	0 Capas	2 Capas	4 Capas	6 Capas	8 Capas
	375	329	364	369	410
c	437	350	336	430	504
	---	343	360	420	362
c Prom.	411	340	353	406	473

Las investigaciones realizadas por el Instituto de Ingeniería de la U.N.A.M. nos señalan que dentro de los objetivos de la investigación, también se encuentra desarrollar un sistema constructivo, sencillo, con el cual gente del campo, en forma artesanal, pueda construir diversas estructuras de ferrocemento, y así aprovechar la mano de obra no calificada, por lo cual otra de las variables que se estudiaron fue el método del colado. Las probetas se fabricaron utilizando dos métodos: uno representativo de las condiciones de laboratorio, donde se tiene un buen control de calidad y se pueden optimizar las condiciones de trabajo y otro representativo de las condiciones del campo, en el cual se encuentran pequeñas variaciones en las dimensiones y espesores de los especímenes, las condiciones del colado son diferentes y los diferentes factores que intervienen en la prueba.

En las investigaciones realizadas en el Instituto.- se eligieron para las pruebas los siguientes tipos de malla: metal desplegado de 600 gr./m, metal desplegado de 1,000 - gr/m, y la malla hexagonal de 14.3 por 19 mm (malla de ga - llinero).

Se varió la cantidad de refuerzo empleada en los es - pecímenes de ensayos y se utilizó una relación arena-cemen - to = 1.75 y una relación agua-cemento = 0.5, emplearon ce - mento Portland tipo III. Los resultados obtenidos, los re - lacionaron con los valores del volumen del refuerzo (V_R), o de la superficie específica (S_L).

Los resultados obtenidos se resumen en la siguiente tabla, en la cual se presentan los esfuerzos máximos prome - dio de cada serie, las deformaciones unitarias a las que - se presentaron dichos esfuerzos así como la resistencia y - deformación unitaria máxima compresión de los especímenes - de mortero simple de dimensiones similares a los del ferro - cemento (Ver fig. 3.2.1. a).

Tomando en cuenta lo anterior, se consideró conve - niente establecer las relaciones, resistencia máxima - su - perficie específica y volumen de refuerzo, para cada tipo - de malla. Las relaciones se establecieron por el método de mínimos cuadrados, obteniendo como resultados las siguien -

tes ecuaciones:

Para las mallas de metal desplegado de 1 000 gr/m

$$f_c = 384 - 91.5 S_L + 7.5 S_L^2 = 350 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f_c = 383 - 51.5 V_R + 2 V_R^2 = 350 \text{ Kg/cm}^2$$

Para valores de S_L hasta 4 cm^{-1} y de V_R hasta 8%.

Para las mallas de metal desplegado de 600 gr/m

$$f_c = 479.7 - 220.6 S_L + 42 S_L^2 = 350 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f_c = 478 - 161.8 V_R + 22.9 V_R^2 = 350 \text{ Kg/cm}^2$$

Para valores de S_L de hasta 3.8 cm^{-1} y de V_R de hasta 5%

Para mallas hexagonales (gallinero)

$$f_c = 515 - 417 S_L + 113 S_L^2 = 350 \text{ en Kg/cm}^2$$

$$f_c = 459 - 317 V_R + 75 V_R^2 = 350 \text{ Kg/cm}^2$$

Para valores de S_L de hasta 2.2 cm^{-1} y de V_R hasta de 4%.

FIGURA 3.2.1a.

RESULTADOS DE LOS ENSAYES A COMPRESION

SERIE	Especímen	fc max. kg/cm ²	Def.Unitaria	fc max mortero kg/cm ²	Def.Unitaria mortero	S _L cm ⁻¹	V _R %
PL-1000-2		350	-	403	-	0.94	1.66
PL-1000-4		270	0.0016	375	0.0028	1.88	3.31
PL-1000-6	Molde	240	0.0013	366	0.0025	2.82	4.98
PL-1000-8		200	-	312	0.0027	3.76	6.64
PL-1000-2		235	0.0016	403	-	1.07	1.87
PL-1000-4		120	0.0014	375	0.0028	2.69	4.75
PL-1000-6	Panel	140	0.0013	366	0.0025	3.43	6.05
PL-1000-8		105	-	312	0.0027	3.95	6.95
PL-600-3		315	0.0018	353	0.0027	0.86	1.16
PL-600-6		200	0.0017	300	0.0027	1.72	2.32
PL-600-9	Molde	190	0.0014	312	0.0026	2.80	3.77
PL-600-12		195	0.0009	344	0.0028	3.45	4.65
PL-600-3		300	0.0014	253	0.0027	1.15	1.57
PL-600-6		215	0.0014	300	0.0027	2.03	2.75
PL-600-9	Panel	220	0.0025	312	0.0026	2.97	4.00
PL-600-12		250	0.0013	344	0.0028	3.67	4.96
GA-1/2-2		355	0.0025	393	0.0022	0.50	0.70
GA-1/2-4		220	0.0017	353	-	1.00	1.45
GA-1/2-6	Molde	-	-	387	-	-	-
GA-1/2-8		175	0.0022	369	0.0025	2.02	2.90
GA-1/2-2		275	0.0018	393	0.0022	0.61	0.65
GA-1/2-4		135	0.0016	353	-	1.27	1.35
GA-1/2-6	Panel	190	0.0014	387	-	1.77	1.90
GA-1/2-8		225	0.0011	369	0.0025	2.10	2.25

Para tomar en cuenta la forma del espécimen en la resistencia a compresión obtenida se comparó dicha resistencia con la de los especímenes estándar para el ensaye a compresión de morteros, cubos de 5 X 5 X 5 cm y cilindros de 5 cm de diámetro y 10 cm de altura. La resistencia a compresión promedio para los especímenes estándares con morteros fue: en cubos, de 488 Kg/cm², la obtenida en los cilindros, fue de 350 Kg/cm², en tanto que la alcanzada con los especímenes de dimensiones similares a los de ferrocemento fue de 355 Kg/cm², obteniéndose una reducción en la resistencia debido a la forma del espécimen entre 20 y 30%, respecto a lo de los especímenes estándar y prácticamente igual a la de los cilindros.

3.2.2 RESISTENCIA A LA TENSION

Haciendo consideraciones de tipo general se podría decir que el comportamiento del ferrocemento a la tensión es el reflejo del comportamiento a la tensión de la malla; los especímenes hechos con acero dúctil presentaron grandes deformaciones finales, en tanto que aquellas con acero de alta resistencia tuvieron una resistencia última mayor pero con deformaciones finales menores. Con base en lo anterior, las pruebas de laboratorio para determinar el comportamiento a tensión del material; sirven también en el criterio de selección de las mallas disponibles para su uso como ma-

terial de refuerzo. Esto es muy importante, ya que la re -
sistencia a la tensión del ferrocemento, depende del tipo -
de malla que se utilice.

En los ensayos realizados por los investigadores -
Naaman y Ramos se utilizaron para sus pruebas cuatro tipos--
de malla galvanizada: malla cuadrada soldada, malla semi--
hexagonal, malla hexagonal (gallinero) y malla cuadrada en-
trelazada. En esta serie de ensayos se estudió la influen -
cia del volumen de refuerzo en las características resisten -
tes del ferrocemento. Se utilizaron aceros de alta ductili -
dad y baja resistencia, y viceversa. Las características -
del mortero se conservaron constantes, la relación agua-ce -
mento fue igual a 0.5 y la relación arena-cemento igual a -
1.5.

En las pruebas se observó que en los especímenes -
elaborados con malla cuadrada, el comportamiento bajo ten -
sión está directamente influenciado por las características
de la malla de refuerzo. En las muestras reforzadas con ma
llas de alambre de alta resistencia el agrietamiento se ca -
racterizó por la presencia de numerosas grietas, práctica -
mente invisibles a la vista.

En la Figura 3.2.2 b se muestran los resultados ob -
tenidos:

CURVAS CARGA - ALARGAMIENTO PROMEDIO

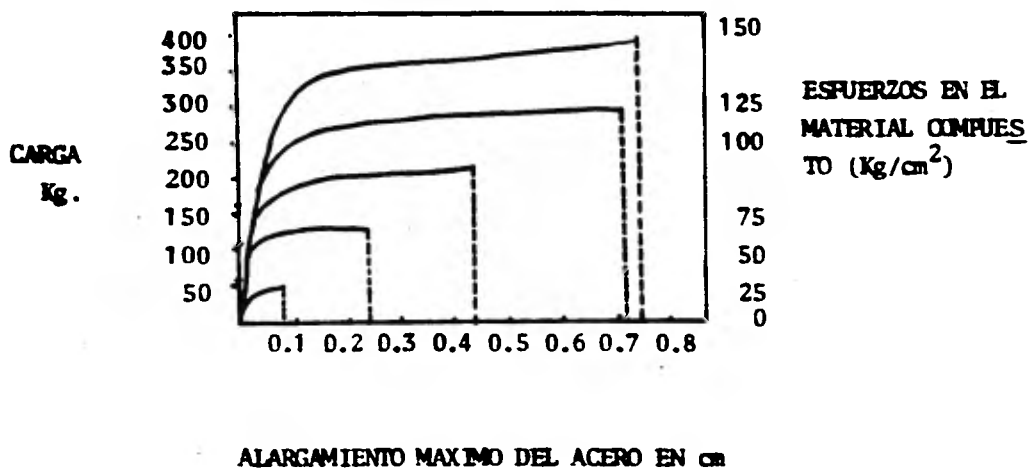


FIGURA 3.2.2 (a)

En las investigaciones realizadas en el Instituto de Ingeniería para determinar los esfuerzos a los cuales se presentan los diferentes niveles de agrietamiento y conocer cuando así conviniera la aparición de estos esfuerzos en los cambios en la superficie específica. S_L , y en el volumen de refuerzo V_R , se elaboran gráficas con los valores promedios de los resultados de ensaye.

Dentro de la investigación se tomó gran importancia al ancho de grietas, debido al comportamiento del material en lo que se refiere a impermeabilidad y corrosión de re --

fuerzo, así por ejemplo para agrietamientos de 0.02 mm se considera el material impermeable. En las investigaciones realizadas Bezukladov se encuentra que para anchos de grietas de 0.5 mm y una carga hidrostática de aproximadamente 5 mts. de agua, los recipientes de ferrocemento dejan pasar ligeramente el agua, pero las grietas se sellan por si so las. Por otra parte, para grietas mayores de 0.1 mm se ha encontrado que se presentan problemas de corrosión e impermeabilidad.

Los esfuerzos determinados por el Instituto de Ingeniería para las diferentes anchos de grietas a la falla, se presentan a continuación: (Ver figura 3.2.2 (b)).

En los estudios realizados por el Instituto se encontró que el comportamiento de las piezas de ferrocemento-elaboradas con metal desplegado, fue diferente al obtenido en piezas construidas con malla hexagonal, teniendo mayores esfuerzos de tensión el metal desplegado.

También es importante mencionar que los resultados-obtenidos nos dicen que para los tipos de malla estudiados, la capacidad de tensión de refuerzo ensayado en forma de malla difiere de la obtenida cuando se prueba conjuntamente con el mortero, por lo que los esfuerzos obtenidos se relacionan con la superficie específica y el volumen de refuerzo.

FIGURA 3.2.2 (b)

ESFUERZOS DE TENSION A DIFERENTES NIVELES DE AGRIETAMIENTO-MOLDE

Serie	Superficie Especifica L, cm ²	Volumen de refuerzo R, %	Ancho de grietas			Esfuerzo Máximo Kg/cm ²
			0.02 mm	0.05 mm	0.10 mm	
			Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	
PL - 1000 - 2	0.93	1.65	-	-	-	39.40
PL - 1000 - 4	1.86	3.29	32.25	42.17	63.25	78.10
PL - 1000 - 6	2.80	4.94	46.00	78.88	81.92	106.50
PL - 1000 - 8	3.72	6.59	45.12	61.89	92.53	130.15
PL - 600 - 3	0.86	1.16	-	24.27	32.50	44.90
PL - 600 - 6	1.72	2.32	21.75	30.33	36.40	70.70
PL - 600 - 9	2.58	3.48	44.00	68.87	92.26	108.30
PL - 600 - 12	3.44	4.65	41.00	63.71	45.50	110.50
GA - 1/2 - 2	0.48	0.69	-	-	-	26.40
GA - 1/2 - 4	0.97	1.38	-	27.30	26.10	28.20
GA - 1/2 - 6	1.45	2.08	-	-	32.00	43.10
GA - 1/2 - 8	1.94	2.77	33.70	36.41	42.45	49.20

FIGURA 3.2.2 (b)

ESFUERZOS DE TENSION A DIFERENTES NIVELES DE AGRIETAMIENTO - PANEL

Serie	Superficie Especifica S_L, cm^{-1}	Volumen de refuerzo $V_R, \%$	Ancho de grietas			Esfuerzo Máximo Kg/cm^2
			0.02 mm	0.05 mm	0.10 mm	
			Kg/cm^2	Kg/cm^2	Kg/cm^2	
PL - 1000 - 2	1.15	2.03	34.75	36.50	38.55	48.70
PL - 1000 - 4	2.69	4.74	-	-	-	125.40
PL - 1000 - 6	3.48	6.15	59.50	112.20	-	126.80
PL - 1000 - 8	4.10	7.24	69.50	125.70	136.95	164.50
PL - 600 - 3	1.06	1.44	-	-	54.85	67.00
PL - 600 - 6	2.07	2.80	-	-	37.90	81.30
PL - 600 - 9	2.95	3.99	-	-	-	-
PL - 600 - 12	3.63	4.90	62.75	117.02	-	-
GA - 1/2 - 2	0.56	0.60	-	-	10.24	10.3
GA - 1/2 - 4	1.30	1.40	-	7.62	10.49	15.8
GA - 1/2 - 6	1.74	1.87	-	13.16	-	16.6
GA - 1/2 - 8	2.03	2.18	-	13.56	14.22	18.0

Los resultados obtenidos en la prueba de tensión directo en especímenes de mortero simple fue de aproximadamente 2.5 Kg/cm^2 .

De las pruebas realizadas, el Instituto de Ingeniería concluyó que los esfuerzos para diferentes niveles de agrietamiento se pueden calcular con las siguientes expresiones.

Para un agrietamiento de 0.2 mm y utilizando mallas de metal desplegado, el esfuerzo de tensión, en la dirección en que se encuentran los alambres y para superficies específicas mayores de 1 cm^{-1} , puede obtenerse de la expresión:

$$f_{t0.02} = 11 + 12 S_L = 25 \text{ Kg/cm}^2$$

Es importante señalar que en la dirección perpendicular a los alambres, los esfuerzos obtenidos fueron mucho menores, o sea del orden del 20%.

Los esfuerzos de tensión para anchos de grietas de 0.05 y 0.10 mm y utilizando metal desplegado, en la dirección de los alambres y con una superficie específica mayor de 1 cm^{-1} se pueden calcular con las siguientes expresiones:

Para una grieta de 0.05 mm

$$f_{t0.05} = 3.5 + 27.3 S_L = 25 \text{ kg/cm}^2$$

y para una grieta de 0.10 mm

$$f_{t0.10} = 13.6 + 22.3 S_L = 25 \text{ kg/cm}^2$$

Utilizando mallas hexagonales, para valores de la superficie específica, comprendidos entre 0.5 y 2 cm^{-1} y anchos de grietas de 0.05 y 0.10 mm., los esfuerzos de tensión en la dirección de los alambres se pueden calcular con la expresión:

$$f_{t0.5-0.10} = 6.7 + 3.2 S_L = 10 \text{ kg/cm}^2$$

para valores de superficie específica de 0.5 a 2 cm^{-1} .

Para obtener los esfuerzos máximos en tensión, utilizando metal desplegado, en la dirección de los alambres, y con superficies específicas comprendidos entre 1 y 4 cm^{-1} se puede utilizar lo siguiente:

$$f_{t\text{max}} = 17.8 + 32.4 S_L = 25 \text{ kg/cm}^2$$

Para la malla hexagonal (de gallinero), con valores de S_L de 0.5 y 2 cm^{-1} los esfuerzos se pueden obtener como:

$$f_{\text{tmax}} = 16 + 17.1 S_L = 20 \text{ kg/cm}^2$$

3.2.3 RESISTENCIA A LA FLEXION

Para determinar las características del ferrocemento a flexión podemos citar las investigaciones realizadas por Naaman y Ramos, los cuales ejecutaron tres series de ensayos en los cuales variaron tanto las características de las mallas con el número de capas de esfuerzo.

En la serie I, el refuerzo consistió en una sola malla cuadrada de alambre de 0.64 mm de diámetro, de una resistencia máxima de 6.335 kg/cm^2 , y una separación de 6.4 mm entre los alambres. En la serie II el refuerzo consistió en una malla igual a la anterior, pero, con una resistencia máxima de 9800 kg/cm^2 . En la serie III, se utilizó una malla entrelazada cuadrada de alambre de 1.04 mm de diámetro, con una resistencia máxima de 8000 kg/cm^2 y una separación de 12.7 mm entre alambres.

Las muestras se ensayaron a flexión a los 7 días, siendo los resultados obtenidos los que se muestran en la siguiente tabla: (Ver figura 3.2.3 (a))

SERIE	NUMERO DE CAPAS	VOL/DE REFUERZO %	ESFUERZO GRUETA Kg/cm ²	ESFUERZO EN FLEXION Kg/cm ²	MODULO ELASTICO Kg/cm ²	RIGIDEZ	
						Inic.	Final
I	0	0	62	62	-	-	-
	2	1.58	72	140	-	-	-
	4	3.16	83	259	-	-	-
	6	4.74	87	411	-	-	-
	8	6.32	114	510	-	-	-
II	2	1.58	81	210	2.27×10^5	0.884	0.239
	4	3.16	84	367	2.44×10^5	0.990	0.334
	6	4.74	87	523	2.58×10^5	0.947	0.572
	8	6.32	90	566	2.66×10^5	0.876	0.638
III	2	2.06	66	206	1.99×10^5	0.65	0.196
	4	4.12	71	373	2.20×10^5	0.715	0.223
	6	6.18	75	483	2.45×10^5	0.797	0.265

FIGURA 3.2.3. (a)

El módulo de elasticidad de la tabla está calculado antes de que aparezca la primera fisura y asumiendo que el momento de inercia de la sección permanece constante.

En los estudios realizados por el Instituto de Ingeniería el tipo de refuerzo fue una de las variables y se analizan para cada malla estudiada conjuntamente de acuerdo con los valores de superficie específica y volumen de refuerzo alcanzados, en la siguiente tabla se presentan los resultados obtenidos: (Ver fig. 3.2.3. (b)).

Las pruebas de flexión se ejecutaron en un claro de 60 cms. Para relacionar el valor de los esfuerzos alcanzados para estas flexiones con la cantidad de acero de refuerzo (S_L o V_R), se obtuvo por mínimos cuadrados las correspondencias siguientes:

Para una deflexión de 0.1 cms

$$f_{f0.1} = 32 + 4.7 S_L \text{ en kg/cm}^2$$

$$f_{f0.1} = 34 + 2.5 V_R \text{ en kg/cm}^2$$

Para una deflexión de 0.1 cm

$$f_{f0.2} = 36.9 + 12.1 S_L \text{ en kg/cm}^2$$

$$f_{f0.2} = 43.7 + 6 V_R \text{ en kg/cm}^2$$

FIGURA 3.2.3 (b)
 ENSAYO POR FLEXION
 Serie PL - 1000

Serie	Colado	Esfuerzo ^a del Mortero	Esfuerzo ^a primera grieta	Esfuerzo ^a flecha 0.1 cm	Esfuerzo ^a flecha 0.2 cm	Esfuerzo ^a máximo	Esfuerzo ^a máximo promedio	S _L cm-1	V _R
PL-1000-2	M O	1650	69.15	20.00	40.00	75.00	107.50	0.94	1.66
		1675		50.00	72.00	140.00		0.94	1.66
PL-1000-4	L D	1580	111.71	46.67	44.62	184.63	184.63	1.91	3.38
		1510		-	-	-		-	-
PL-1000-6	E	146C	231.40	49.83	64.72	249.17	350.58	2.82	4.98
		1360		61.64	71.91	451.99		4.03	7.11
PL-1000-8		1500	231.40	60.80	92.25	304.01	382.64	3.86	6.81
		1480		39.81	55.04	461.26		3.86	6.81
PL-1000-2	P A	1210	198.69	43.05	77.00	198.70	198.70	1.20	2.12
		1300		46.36	69.55	198.70		1.20	2.12
PL-1000-4	N E	1430	333.24	28.44	46.12	215.24	288.76	2.89	5.13
		1340		38.64	70.04	362.28		2.89	5.13
PL-1000-6	L	1460	240.08	37.94	60.85	207.61	285.63	3.32	5.88
		1360		57.81	93.24	363.64		3.76	6.67
PL-1000-8		1500	241.64	58.13	103.81	373.70	341.17	4.42	7.84
		1480		40.74	74.07	308.64		4.18	7.41

FIGURA 3.2.3 (b)
 ENSAYE POR FLEXION (CONTINUACION)
 Serie PL - 600

Serie	Colado	Esfuerzo* del Mortero	Esfuerzo* primera grieta	Esfuerzo* flecha 0.1 cm	Esfuerzo* flecha 0.2 cm	Esfuerzo* máximo	Esfuerzo* máximo promedio	S _L cm-1	V _R †
PL-600-3	M O L D E P A N E L	1670	73.13	-	-	-	149.60	-	-
		1400		49.87	64.83	149.60		0.87	1.18
PL-600-6		1200	71.80	27.30	34.91	102.94	132.03	1.66	2.24
		1210		42.07	53.71	161.12		1.66	2.24
PL-600-9		1210	180.86	33.77	65.56	238.41	238.41	2.61	3.53
		1300		39.74	64.57	238.41		2.61	3.53
PL-600-12		1430	58.52	-	-	-	-	-	-
		1340		-	-	-		-	-
PL-600-3		1670	131.49	-	-	-	-	-	-
		1400		-	-	-		-	-
PL-600-6	1200	242.19	39.06	65.63	312.50	324.22	2.18	2.94	
	1210		35.94	68.75	335.94		2.18	2.94	
PL-600-9	1210	391.14	42.11	76.71	383.54	391.06	3.16	4.28	
	1300		27.07	66.18	398.58		3.16	4.28	
PL-600-12	1430	371.23	64.88	115.34	475.78	475.78	4.09	5.53	
	1340		72.09	118.22	475.78		4.09	5.53	

FIGURA 3.2.3 (b)
 ENSAYE POR FLEXION (CONTINUACION)
 Serie GA-1/2

Serie	Colado	Esfuerzo* del mortero	Esfuerzo* primera grieta	Esfuerzo* flecha 0.1 cm	Esfuerzo* flecha 0.2 cm	Esfuerzo* máximo	Esfuerzo* máximo promedio	S _L cm-1	V _R %
GA-1/2-2	M	1460	37.24	20.00	21.00	45.00	52.50	0.49	0.53
		1360		46.50	50.00	60.00		0.49	0.53
GA-1/2-4	O	1400	42.56	31.66	42.21	84.43	72.02	1.01	1.08
	L	1360		29.80	39.74	59.60		0.98	1.05
GA-1/2-6	D	1350	60.83	44.63	57.39	106.27	125.80	1.52	1.63
	E	1310		34.60	47.06	145.33		1.73	1.86
GA-1/2-8		1230	93.09	45.35	72.56	108.84	124.42	1.87	2.01
		1260		40.00	55.00	140.00		1.96	2.11
GA-1/2-2	P	1460	39.64	29.02	27.21	36.28	46.12	0.65	0.70
		1360		27.98	44.07	55.96		0.57	0.61
GA-1/2-4	A	1400	33.37	28.43	53.49	56.31	50.68	1.63	1.76
	N	1360		14.41	18.02	45.05		1.31	1.41
GA-1/2-6	E	1350	33.73	8.24	16.49	74.95	74.95	1.78	1.92
	L	1310		29.98	29.98	74.95		1.78	1.92
GA-1/2-8		1230	43.70	35.12	51.09	63.86	64.31	2.18	2.34
		1260		27.84	32.05	64.75		2.18	2.34

* Esfuerzo en Kg/ cm²

Los valores de S_L y V_R serán en cm^{-1} y en por ciento respectivamente.

Para obtener los esfuerzos máximos por flexión el Instituto encontró las siguientes expresiones:

$$f_{fmax} = 19.5 + 92.6 S_L \text{ en kg/cm}^2$$

$$f_{fmax} = 64.2 + 47.6 V_R \text{ en kg/cm}^2$$

Los valores de S_L y V_R estarán en cm^{-1} y por ciento respectivamente.

3.2.4 OTRAS PROPIEDADES DEL FERROCEMENTO

Ya se han mencionado las diferentes características mecánicas del ferrocemento que lo hacen ser un material completamente homogéneo, como son su resistencia a compresión, tensión y flexión, además de que es un material que no requiere de mano de obra especializada para su construcción ni de cimbra debido a que la misma malla retiene al mortero. Pues bien es importante señalar también otras características del ferrocemento que son: resistencia al impacto, al fuego, agrietamiento, permeabilidad, propiedades térmicas, ductibilidad, tenacidad y otros.

Resistencia al impacto. Las diferentes investigaciones realizadas al respecto, nos señalan que la configuración de las mallas de refuerzo tienen gran influencia a la resistencia al impacto. En las observaciones realizadas, en los especímenes de prueba, se encontró que la pieza no se daña en toda su extensión sino sólo en la zona específica del impacto, agujerándose en última instancia, pero sin transmitir grietas a lo largo de la misma lo cual facilita, las reparaciones en caso de daño en la pieza de ferrocemento, ya que basta amarrar el nuevo refuerzo a la zona dañada y colocar el mortero correspondiente, para la pieza que nuevamente estará en condiciones de servicio.

Resistencia al fuego. Las características de los materiales que componen al ferrocemento, lo hacen ser un material con una resistencia al fuego comparable con la del concreto reforzado, es decir, satisfactoria.

Agrietamiento. En las diversas investigaciones se notó que el parámetro que influyó significativamente en el agrietamiento fue la superficie específica del refuerzo, -- misma que indicó el área total de adherencia entre el mortero y el acero. En los trabajos realizados por Bezukladov se observó que el ancho promedio de las grietas en especímenes de ferrocemento, es proporcional a la superficie específica.

Una característica importante que se observó en el agrietamiento del ferrocemento fue, antes de obtener la carga última, tiende a aumentar el número de grietas sin aumentar el ancho, de las mismas, cuando aumenta el esfuerzo al que ha sometido.

Permeabilidad. En la prueba de permeabilidad efectuada en el Instituto de Ingeniería con una carga de agua de 10 cms. a presión atmosférica y por un lapso de 7 días se notó que las probetas de 1 cm. de espesor quedan completamente humedecidas por la parte inferior a las 24 horas de estar en condición de prueba, las de 3 cm. de espesor se encontraban parcialmente humedecidas al centro de las 24 horas sin que se haya observado un incremento en las manchas durante los días adicionales de ensaye; las de 5 cm. de espesor, después del lapso de prueba, las de 3 cms. de espesor se encontraban parcialmente humedecidas al centro de las 24 horas sin que se haya observado un incremento en las manchas durante los días adicionales de ensaye; las de 5 cms. de espesor, después del lapso de prueba, la parte inferior de las probetas se encontraba en condición seca. El compartimiento antes señalado, fue similar para los dos tipos de refuerzo empleados (metal desplegado y tela de gallinero).

Después de 14 ciclos de humedecimiento y secado, el comportamiento de los especímenes de ensaye resultó prácticamente el mismo, aunque se observaron, en algunos casos, el sello de conductos capilares tal vez debido a la acumulación de sales en ellos.

Debido a lo anterior y a que los anchos de grietas en el ferrocemento son reducidos, se puede concluir que, para las condiciones de laboratorio, el material resultó impermeable.

Propiedades Térmicas. Entre las propiedades térmicas se encuentra la dilatación térmica, que en el ferrocemento depende de los materiales empleados en su fabricación, así como de la cantidad relativa con que éstos intervienen. Un factor determinante en los valores de la dilatación térmica es la humedad, obteniéndose valores máximos de dilatación a humedades de 60%. El valor promedio de dilatación térmica es de 3×10^{-6} °C, el cual es relativamente pequeño, si se le compara con el del concreto que es de 10×10^{-6} /°C, o con el del acero que es de 12×10^{-6} /°C; sin embargo, el coeficiente de dilatación térmica puede reducirse hasta un 50% para humedades del orden del 10% o más secos.

Otras propiedades térmicas es la transmisión de ca-

lor, que en el ferrocemento depende, en gran parte, de las condiciones de ensaye. Realizando pruebas de laboratorio, usando la llamada caja fría (la cual es una caja, en la que no existe ningún elemento refrigerante que abata la temperatura, que permite pasar la placa de ferrocemento, ni existe ventilación alguna), la temperatura alcanzada fue de aproximadamente 35°C, el exceso de calor recibido por la caja fría a través de las placas, fue de aproximadamente 5°C para los de 1 cm de espesor y de 19°C para las placas de 5 cm de espesor.

Ductilidad. La ductilidad es la capacidad que tiene un material de deformarse antes de romperse. En el ferrocemento, a medida que el número de capas de refuerzo se aumenta, se observa un incremento en la deformación total máxima, por lo que se concluye que este material es dúctil.

Tenacidad. La tenacidad se define como la máxima cantidad de energía que una determinada muestra es capaz de almacenar, antes de romperse. En el ferrocemento, la tenacidad aumenta al aumentar el número de capas de refuerzo.

Costos. Como ya se ha mencionado, una de las características más importantes del ferrocemento, es que no se requiere de la mano de obra especializada para su fabricación, y siendo ésta un porcentaje elevado en el costo total

en cualquier tipo de construcción, se puede eliminar su costo, utilizando métodos de autoconstrucción, en los cuales - los propios beneficiarios sean los constructores de sus vi- viendas, quedando así un material de los más baratos que se conocen, tomando en cuenta las propiedades que posee.

3.3 EL FERROCEMENTO EN TECHUMBRES

3.3.1 GENERALIDADES

Se conocen experiencias de construcción de techum - bres de ferrocemento en diversas partes del mundo, como son: en Italia con el Dr. Nervi; en Checoslovaquia con G.K. --- Khaldukov; en Estados Unidos con R. Walkus; en México po- demos señalar las experiencias obtenidas por el Ing. José - Castro Orvañanos, así como las de la Secretaría de Asenta - mientos Humanos y Obras Públicas con asesoría, entre otros, del Instituto de Ingeniería de la UNAM, y también podemos - nombrar las realizadas por el Ing. Alfonso Olvera del IPN.

De todos es sabido el problema de la escasez de vi- vienda en México y de las condiciones inadecuadas de habita - bilidad en gran parte de las existentes, ya que tradicional - mente, un sector mayoritario de la población, ha construido su propia vivienda sin seguir ningún programa oficial o par - ticular, lo que ocasiona que las viviendas presenten carac -

terísticas negativas en cuanto a habitabilidad, durabilidad y seguridad.

Haciendo un análisis de las soluciones constructivas que se emplean actualmente para techos de vivienda, encontramos que éstas son bastantes reducidas. Por ejemplo en el medio urbano podemos encontrar techos que van desde láminas de cartón, y en algunos casos de asbesto o metálicas, soportadas sobre vigas de madera, hasta losas de concreto coladas in situ. Estas últimas tienen un uso muy reducido.

Los techos realizados con láminas de cartón, resultan inconvenientes debido a su poca durabilidad y sus bajas condiciones de habitabilidad. Los techos de láminas de asbesto presentan el inconveniente de ser frágiles, además de que sus características térmicas no son muy adecuadas, y presentan algunos problemas para su colocación (para la autoconstrucción). Las losas de concreto reforzado tienen el inconveniente de su costo, además de requerir impermeabilización y de que su elaboración requiere de mano de obra calificada.

En las soluciones realizadas en las zonas rurales de climas húmedos y templados, se puede decir que generalmente, los techos son de armaduras de madera (rolliza o la-

minada) con teja o palapa; y en zonas de climas extremos, son vigas paralelas de madera con terrado, aunque existen diferentes soluciones locales.

3.3.2 TIPOS DE TECHUMBRES DE FERROCEMENTO

El material se presta, tanto para cubiertas cons -
truidas en el sitio como para la prefabricación de elemen -
tos a pie de obra. Su tecnología es sencilla y se pueden -
construir o fabricar piezas curvas con una eficiencia es -
tructural aceptable, sin requerir equipo especial o cimbras
complicadas.

Se desarrollaron techumbres a base de piezas prefa-
bricadas, que además de constituir en sí una solución y --
aplicación inmediata, sirvieron para conocer el comporta -
miento y limitaciones de ciertos elementos estructurales de
ferrocemento. Con los resultados obtenidos en el desarro -
llo de las piezas prefabricadas, se pudo iniciar otra parte
del estudio, que consistió en construir ese tipo de elemen -
tos in situ, con lo cual se resolverán problemas distintos -
de los que podían solucionarse con las piezas prefabricadas,
como es el caso de la reposición de techumbres de cartón ag
fáltico o el de cubiertas de más de 12 m^2 con una sola pie-
za.

Las soluciones de techumbres prefabricadas de ferrocemento con métodos de construcción, son aplicables ventajosamente cuando se usan en proyectos modulados, lo que garantiza no requerir muchos moldes distintos además de que el tamaño de las piezas permite su fácil manejo y evita usar equipo o herramienta costosa.

Así encontramos diversas soluciones de prefabricación con ferrocemento como es el caso de los domos prefabricados del ingeniero Castro Orvañanos, o bien, los diversos elementos de cubierta factibles de construirse con ferrocemento, propuestos por el Instituto de Ingeniería de la UNAM, y que son: las bóvedas cilíndricas, placas plegadas, secciones de peralte variable en dos aguas, sección en Y compuesta y losas de tipo emparedado.

Las bóvedas cilíndricas se muestran en la figura 3.3.2a, en la cual se pueden observar que son elementos espaciados en cada 50 cm. El espesor, peralte y separación dependieron principalmente del peso, que para el caso de autoconstrucción y de la investigación en sí, no debe de exceder de 80 kg. para facilitar su izado y colocación por dos personas. El peso teórico de cada pieza es de 75 kg. sin embargo, es de esperarse que el peso real en la práctica aumente aproximadamente 10 kg, debido a que los espesores pueden resultar un poco mayores.

Es importante señalar que en el arranque de las bóvedas se forma una pequeña viga reforzada con acero de alta resistencia. La unión de los elementos se realiza en la clave de las bóvedas, para evitar de esta manera, por defectos en la fabricación o sellado de las juntas posibles filtraciones.

En las placas plegadas la solución propuesta es similar a la anterior, en la que los elementos forman placas plegadas de sección triangular, como se podrá observar en la figura 3.3.2.b. La sección es ligeramente menos eficiente que la anterior, pero su construcción es un poco más sencilla.

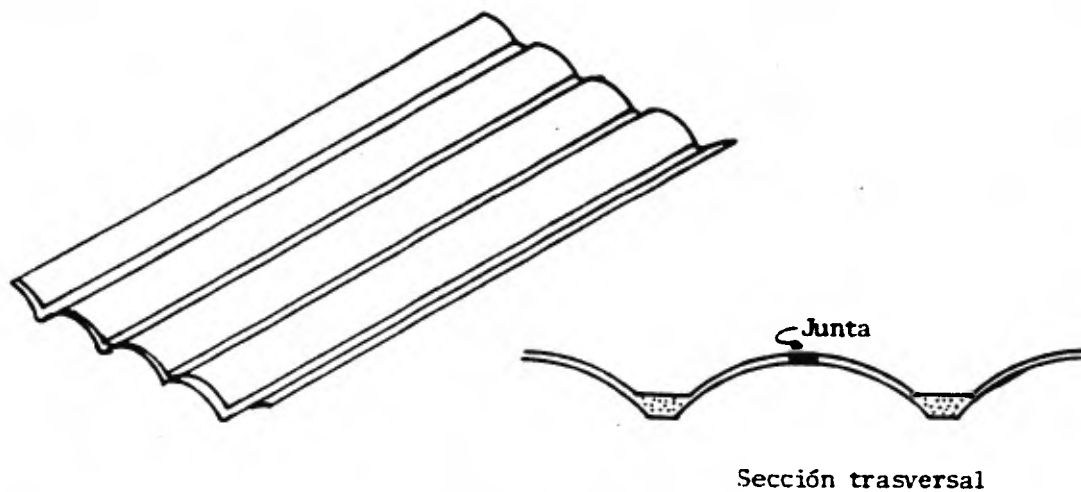


FIGURA 3.3.2 (a) BOVEDAS CILINDRICAS

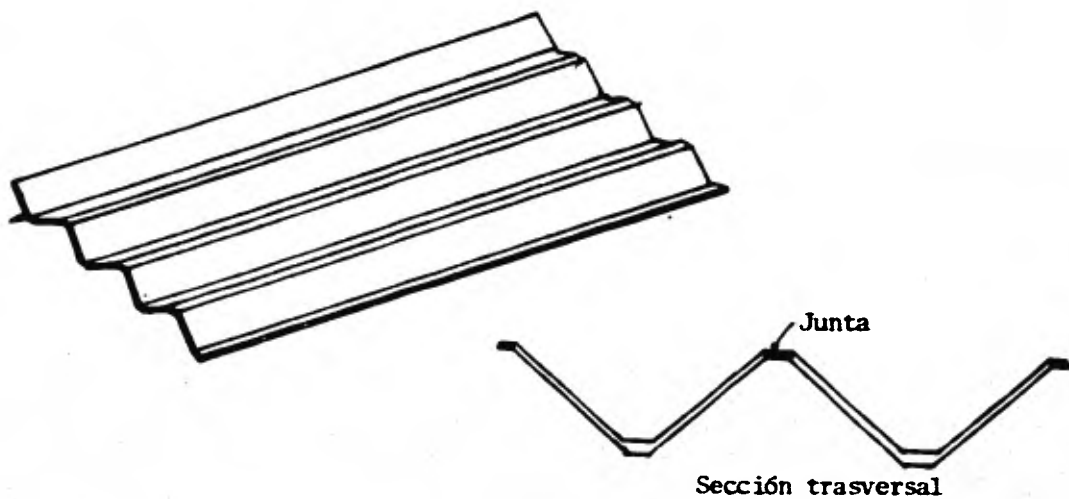


FIGURA 3.3.2 (b) PLACAS PLEGADAS

En las secciones de peralte variable en dos aguas, nos encontramos que tienen una cantidad pequeña de concreto, aunque requieren de más refuerzo que los otros elementos, alojado éste en dos vigas de peralte variable. El espesor nominal de la placa resultó del diseño de un centímetro y de la separación de las vigas de 25 cm. centro a centro. En la figura 3.3.2c se puede apreciar esa alternativa.

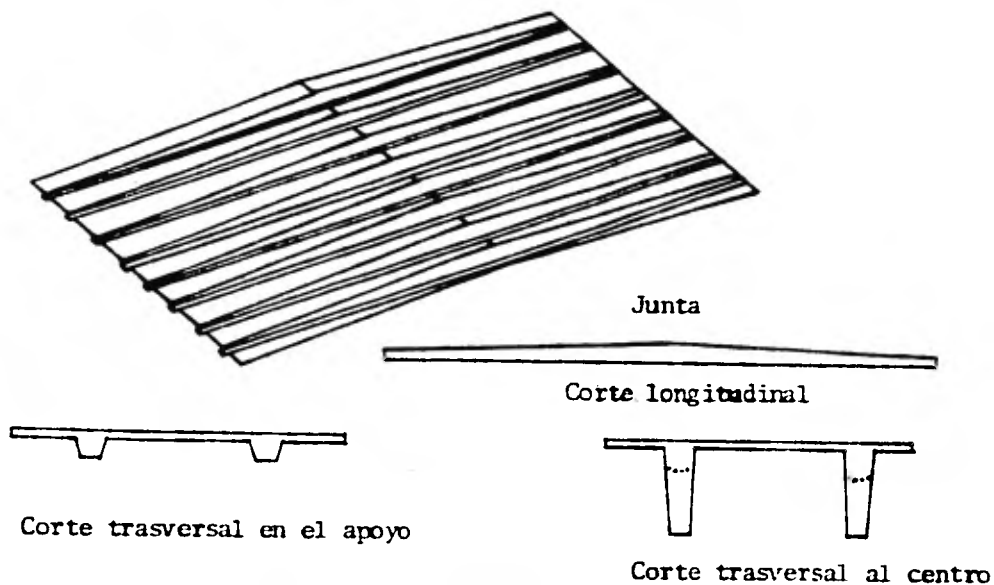


FIGURA 3.3.2 (c) SECCION DE PERALTE VARIABLE

La sección en Y compuesta es una placa de espesor variable, que trabaja esencialmente en compresión según su eje longitudinal y en flexión según su eje transversal, con lo que se aprovechan mejor las características del material. Esta placa se cuela integralmente con una armadura prefabricada de acero de alta resistencia. La armadura queda al descubierto en el interior de la habitación. Esta solución se resolvió para un ancho de 75 cm., y aunque el peso resultó de 130 kg. por pieza, no cumpliendo de esta manera con la limitación de 80 kg. es tal su eficiencia que aunque teniendo un poco más de dificultad para su izado y montaje, es recomendable su utilización. Ver la figura 3.3.2d.

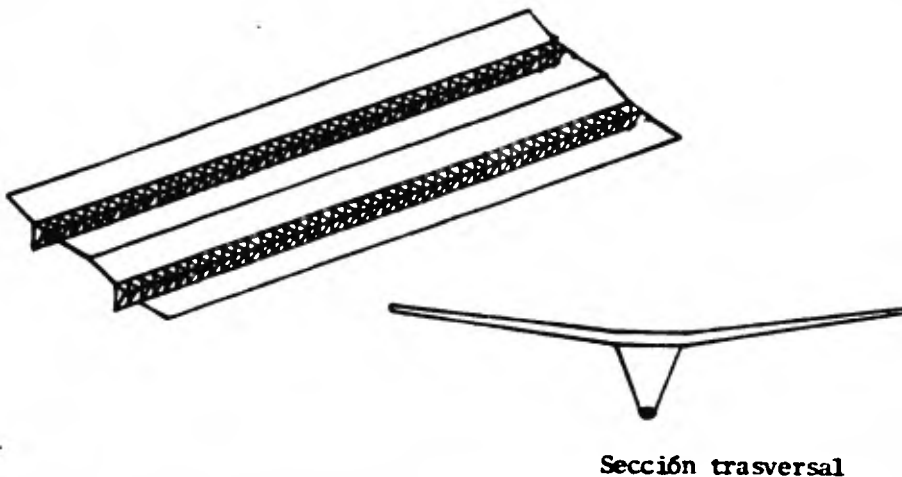
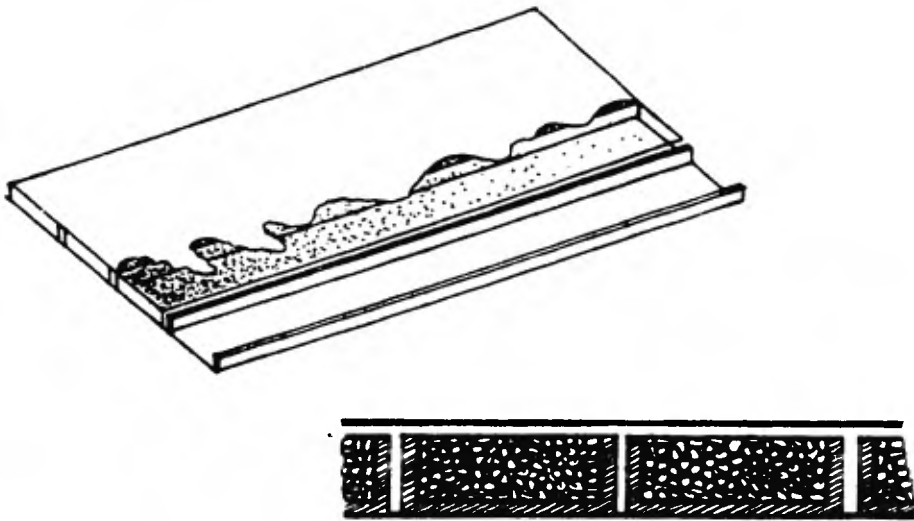


FIGURA 3.3.2 (d) ELEMENTOS EN Y

Debido al poco espesor de los elementos antes descritos, nos encontramos que éstos presentan un bajo aislamiento térmico, por lo que para mejorar el aislamiento y la impermeabilidad, se desarrolló un sistema formado esencialmente por dos placas de ferrocemento separadas por un relleno de material ligero, que garantiza un espacio donde se disipan los cambios de temperatura que ejercen sobre la vivienda. A este sistema se le llamó losas tipo emparedado, el cual se puede observar en la figura 3.3.2e.



Corte transversal

FIGURA 3.3.2 (e) LOSA TIPO EMPAREDADO

El sistema de losas de tipo emparedado se puede considerar mixto, ya que combina elementos prefabricados con un colado in situ. Los elementos prefabricados constan de una sección en forma de canal de 50 cm. de ancho y se pueden usar tanto en losas, como en muros.

Las canales se colocan sobre los muros de apoyo, posteriormente se rellenan con un material ligero y por último se cuele una capa de ferrocemento, anclando el refuerzo de estas capas a las canales, lo que da como resultado obtener un mejor sello de juntas y dar continuidad al sistema.

3.3.3 PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

El procedimiento constructivo para los domos prefabricados de ferrocemento, que a continuación se describe, fue elaborado por el ingeniero José Castro Orvañanos:

Elaboración del molde:

Será necesario contar con 4 cerchas de madera unidas entre sí, las que deberán tener las formas correspondientes en las secciones transversales del cascarón en los puntos-- que muestra la figura 3.3.3.1

El trazo de las cerchas se hace con las coordenadas respectivas, o con los arcos de círculo o de elipse, que corresponden a la superficie de los elementos que vayan a construirse.

El procedimiento constructivo del molde consiste simplemente en hacer un domo de tierra bien compactado, recubierto por un firme de concreto pulido de 8 cm. de espesor, con la forma definida por las cerchas.

Armado de los domos prefabricados:

Es necesario, antes de armar la pieza por construir, limpiar perfectamente y engrasar el molde para facilitar posteriormente el desmolde. El armado consiste en un anillo perimetral formado por dos varillas de alambron de 1/4 de pulgada, una de ellas recta y la otra con los dobleces necesarios para construir las asas de izaje y amarre a la estructura, las cuales deberán ubicarse en las esquinas del borde y en los lados a un espaciamento máximo de 1 metro. Además, dos capas de tela de gallinero de alambre galvanizado calibre 22 y 15 mm. de separación amarradas al anillo perimetral, colocadas directamente sobre el molde, una en sentido perpendicular a la otra. Es necesario asegurar un traslape mínimo de 5 cm. entre las tiras de la malla y que éstas se restiren lo más posible con objeto de lograr el mi

nimo espesor de la pieza.

Curado y colado de los domos prefabricados:

El mortero usado para el colado se elabora usando - mezclas de cemento normal o puzolánico y arena en propor - ción 1:1.5 en volumen y una relación agua-cemento de 0.55.

La operación propia del colado consiste en distri - buir el mortero sobre la tela de gallinero, procurando que - el mortero penetre debajo de la tela (ésto se logra levan - tando periódicamente la malla) y que el recubrimiento sea - el mínimo posible. Después de un par de horas de realizada la operación anterior se dará el acabado deseado (pulido o - escobillado), con objeto de sellar las grietas o defectos - que aparezcan en la pieza.

El curado del cascarón recién fabricado se hará cu - briéndolo con arena húmeda por espacio de 72 horas.

Descimbrado y almacenamiento de los domos.

La operación de descimbrado de las piezas se hará - con la ayuda de un tripié construido con polines de madera, un marco metálico o cualquier otra estructura capaz de so - portar el peso de la pieza (25 kg/m^2), una garrucha de 3 --

gargantas y cable de manila de 3/4 de pulgada. Normalmente ese equipo y el esfuerzo de 2 ó 3 personas será suficiente para levantar el cascarón del molde.

Una vez desamarrado el cable de las asas del domo, varias personas podrían trasladarlo manualmente al sitio de almacenaje o al de su posición definitiva.

Los cascarones se almacenan apilándolos uno sobre otro, se tendrá la precaución de poner unos pedazos de madera sobre los bordes de los cascarones con objeto de separar los entre sí por los menos 5 cm.

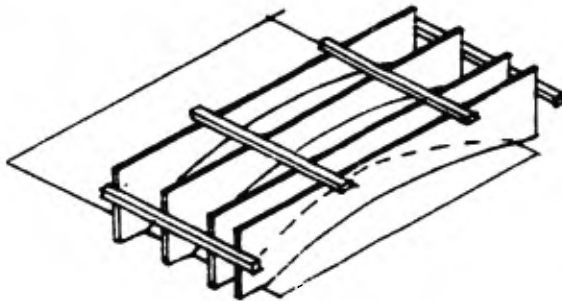


FIGURA 3.5.3.1

A continuación se describe el procedimiento constructivo que siguió el Instituto de Ingeniería para la elaboración de sus elementos de ferrocemento:

Moldes:

Con objeto de minimizar la influencia económica de los moldes sobre el costo de las piezas, éstos se desarrollaron en tierra recubierta con mortero pobre de cemento; para evitar variaciones dimensionales y deterioro por uso e intemperismo, el acabado del recubrimiento fue pulido.

Para la construcción de moldes se emplearon tarrajas de madera montadas sobre marcos que las rigidizan y permiten su deslizamiento al apoyarse sobre guías longitudinales. Con lo anterior fue posible perfilar la sección de los elementos fácilmente.

Una vez fraguada la capa del mortero, se colocaron reglas de madera para controlar el grueso de la sección de los elementos.

Los moldes para el colado de elementos tipo emparejado y placas son más simples de fabricar que aquellos donde no se tienen secciones planas, pues sólo se requiere de un firme plano y a nivel con acabado pulido, sobre el cual

se fijan tiras de madera con espaciamiento y espesor necesario. Para el colado de vigas, en el caso de piezas emparedadas, se requieren tiras adicionales que sirvan como cachete para conformar las nervaduras.

Armado, colado, curado:

Previo a las operaciones de armado y colado es necesario impregnar los moldes de aceite, que se aplica como pintura varias veces hasta que ya no lo absorba la superficie del molde.

Todos los elementos del ferrocemento requieren refuerzo en dos direcciones ortogonales. Para el refuerzo en una dirección, el rollo de metal desplegado se cortaron tramos de 4 metros de ancho necesario según el desarrollo de la sección del elemento por armar; lo anterior deja a los alambres de la malla en el sentido perpendicular al eje longitudinal de las piezas; otra forma de corte fue en tramos de 92 cm. de largo, que es el ancho estándar del rollo de malla, por el ancho necesario para cada pieza, por lo que los alambres de la malla quedan paralelos al eje longitudinal de los elementos de techo.

En este tipo de malla, en especial, es fácil que se produzcan bolsas, que por la rigidez de la misma son difi

les de eliminar sólo con el peso del mortero; para reducir las sin necesidad de amarres, sobre el molde se colocaron - primero los tramos de 92 cm., traslapándolos 5 cms.; posteriormente, sobre éstos se colocó el tramo de 4 metros; a este último se le presionó contra el molde por medio de tiras de madera, que además de fijar el armado sirvieron para el control de espesores.

La operación de colado se realizó con la ayuda de - la tarraja usada en la fabricación del molde, que al apoyarse sobre las tiras de madera para sujetar el armado a lo largo del molde y al deslizarse, permitió controlar el espesor del mortero de la pieza y además perfilar la sección. - Antes de la colocación del mortero se vertió un poco de lechada para facilitar el escurrimiento de la mezcla a través de las mallas y garantizar un acabado pulido de la cara de la pieza que quede en contacto con el molde. Después de correr la tarraja, la superficie se terminó con llana metálica, con lo que se logró buen acabado.

Todos los elementos se descimbraron 24 horas después - después del colado y se curaron en el lugar donde se estibarón, regando agua con manguera a intervalos durante dos días, y se dejaron expuestos al ambiente.

En el caso de los elementos en Y se coló la placa -

de ferrocemento en la forma antes descrita, e inmediatamente después se colocó la armadura prefabricada, sujetando su refuerzo principal mediante alambres de manera que ésta se ahogara en el mortero de la placa con el recubrimiento necesario.

Para el sistema combinado de placas planas de ferrocemento y semiviguetas, las placas se colaron sobre un firme nivelado y pulido donde se fijaron tiras de madera que sirvieron tanto para controlar el espesor de las mismas, como para darles las dimensiones requeridas, que en este caso fueron 97 x 47 cms. El colado de las semiviguetas también se hizo sobre un firme de concreto nivelado y pulido, al que se fijaron tiras de madera de sección trapezoidal con que se dió forma a la muesca longitudinal de las semiviguetas. Posteriormente se colocaron las armaduras y la cimbra lateral.

Montaje y construcción de juntas:

En el desarrollo de los sistemas constructivos se procuró que fuera sencillo el manejo y el montaje de piezas. Para levantar y colocar sobre los muros los elementos de techo, se requieren dos personas que deberán cuidar el espaciamiento entre piezas y su posición a nivel.

La construcción de juntas se hizo aplicando una ca-

pa de mortero por la parte interior, sobre las barbas de malla dejadas al descubierto durante la operación de colado.- El ancho de las juntas fue, en todos los casos, 4 cm.; el sello de la junta se realizó 24 horas después de la opera-ción antes descrita, colando desde la parte superior un mortero de arena fina con relación cemento-arena = 1. Para el caso de los elementos en Y para el sistema de semiviguetas y placas, el montaje sobre los muros se hizo antes del colado de la cadena de manera que el acero de las nervaduras -- quedara ahogado en la misma, lo que rigidiza el apoyo y mejora el comportamiento estructural del techo.

Relleno, armado y colado de la placa superior de -
las losas tipo emparedado:

El sistema con que se obtienen mejores propiedades, tanto desde el punto de vista estructural como de permeabilidad y temperatura es el de las losas tipo emparedado. Para lograr dichas propiedades se debe tener cuidado en el relleno, armado y colado de la placa superior que, además de garantizar la continuidad del sistema proporciona el sello-adecuado a las juntas.

Los pasos necesarios para la construcción son: primero se colocan tapones en los extremos de las piezas para-

evitar la caída del relleno y contener el mortero de las juntas; después se rellena con el material ligero seleccionado hasta el nivel superior de las vigas de borde, procurando que quede uniformemente distribuido, y se recubre con papel (se coloca una capa de papel grueso sobre el relleno para que el mortero no penetre en él y se pueda controlar el espesor de la placa); posteriormente se tiende una capa de malla ligada a las barbas que previamente se dejaron ahogadas en las nervaduras, se procede al colado, en el que se debe poner atención especial al llenado de juntas donde se aloja el refuerzo adicional.

En este caso, el espesor se controla pasando una regla apoyada sobre las tiras de madera que sirven como tapones en los extremos de las piezas.

Para techumbres de ferrocemento coladas "in situ" contamos con el procedimiento constructivo propuesto por el Ing. José Castro Orvañanos que a continuación se describe:

Teniendo ya construidos los muros que servirán de paredes a la habitación y también ya hecho el armado de una cadena de remate a esos muros, se procede a construir el techo.

La mejor solución encontrada fue la siguiente: cons

truir una cuadrícula con doble curvatura de varilla $F_y p = 4000 \text{ kg/cm}$ y diámetro de $5/16''$, y de un metro de lado, para claros hasta de 4 metros y diámetro $3/8''$ hasta claros de 6 metros en la siguiente forma: se amarran los extremos de la primera varilla que servirá de guía a las demás al refuerzo de la cadena de remate de dos muros opuestos, dándole cualquier curvatura que se desee y un peralte mínimo de 45 cms. para 3 metros de claro, 55 cms. para 4 metros, 70 cms. para 5 metros y 85 cms. para 6 metros (la curvatura no deberá necesariamente seguir con precisión una ley determinada por lo que cualquiera que sea la que se proporcione a simple vista bastará para que la pieza funcione con eficiencia). Las siguientes varillas se colocarán perpendicularmente a la anterior, a un metro de separación una de otra; sus extremos deberán amarrarse a la cadena perimetral, y sus partes intermedias a la colocada en primer lugar, procurando siempre que todas tengan ciertas curvaturas. Por último se completará la cuadrícula con varillas coladas en igual forma, solo que ahora en dirección normal a las anteriores. Es necesario subrayar la importancia de los amarres del armado del cascarón al de la cadena perimetral, ya que de este anclaje depende en parte el comportamiento de la techumbre.

Con objeto de poder colocar la tela de gallinero sin que se cuelgue, será necesario que la separación defini

tiva de la cuadrícula de soporte sea de 50 cms., por lo que habrá de poner un alambroón de 1/4" entre las varillas de 5/16", de igual manera como se colocaron estas últimas.

Para complementar el armado será necesario tener, sobre la cuadrícula descrita: una capa de tela de gallinero de 13 mm. de separación y calibre 22, y otra por debajo de la misma en dirección ortogonal a la anterior cuidando que los traslapes entre las tiras de tela de gallinero sean de por lo menos 5 cms. y que ambas capas queden amarradas no solo a la cuadrícula de varilla de soporte, sino también entre sí, usando para esto el mismo alambre de las mallas.

El remate del armado en los extremos se hará ya sea formando una canaleta, o un volado o dejando las puntas necesarias para amarrar el armado de una pieza contigua, según las necesidades específicas en cada caso.

Por último, la operación del colado se llevará a cabo en una o dos etapas, según sea el tamaño del claro menor de la techumbre, usando un mortero seco y rico, preparado con una porción de cemento puzolánico y una porción y media de arena que pase la malla número 8. La relación agua cemento será de 0.55 a 0.6. Es necesario tener presente que cuanto menor espesor tenga la cubierta, mejor será su calidad, por lo que se recomienda que al momento del colado las

mallas de alambre estén bien restiradas, no estén abombadas y el mortero solo recubra el armado.

Para esta operación bastan dos personas; un obrero subido sobre uno de los apoyos perimetrales distribuye el mortero con la mano o con la ayuda de una cuchara de alba - fil sobre la tela de gallinero hasta donde su mano alcance (1.2 a 1.5 metros), formando un anillo perimetral. Simultáneamente, otro obrero, dentro del cuarto por techar detiene el mortero aplicado desde la parte exterior, para que no caiga, con la ayuda de una talocha o una llana metálica. Una vez terminada la operación descrita, se dará el acabado requerido tanto por la parte interior como por la parte exterior.

Otra forma de realizar el colado consiste en embarrar el mortero por la parte inferior hasta 1.2 a 1.5 metros de los muros, y aproximadamente dos horas después, o sea cuando ya el mortero no se desprende fácilmente de la malla, se da el acabado final tanto por arriba como por abajo.

En caso de que el claro corto sea mayor de 3 metros, quedará la parte central sin colar, y se complementará ésta después de 72 horas, en que un obrero se puede subir sobre el colado perimetral previo para realizar el mismo procedi-

miento descrito en el párrafo anterior.

Es aconsejable que, en todos los casos, se pongan algunos puntales con el objeto de evitar deformaciones provocadas por el propio peso del mortero en el período anterior al fraguado y se garantice la curvatura del cascarón en todos sus puntos.

En la figura 3.3.3.2 se muestra el armado de una techumbre de ferrocemento:

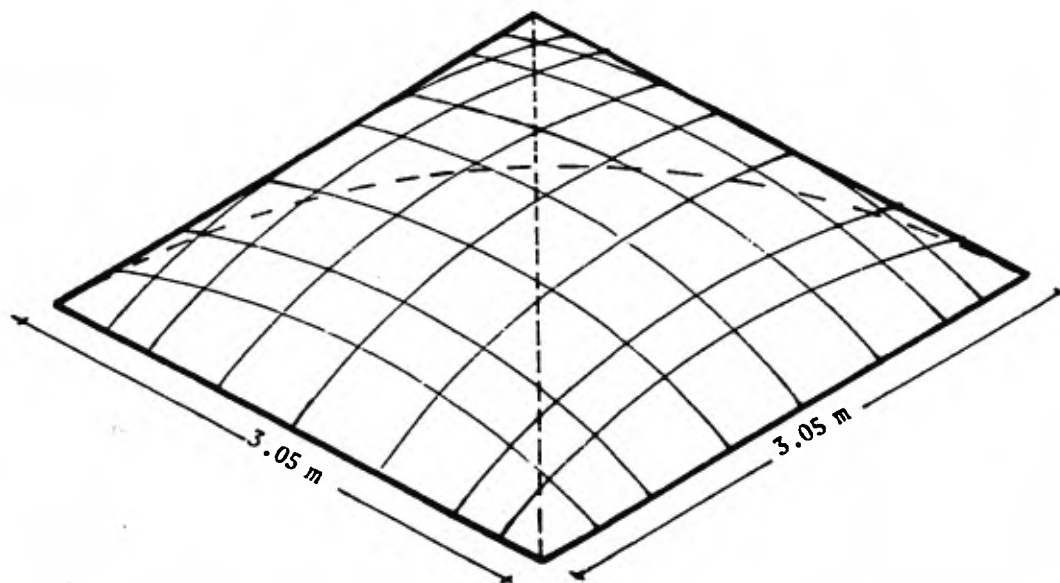


FIGURA 3.3.3.2 ARMADO DE UNA TECHUMBRE DE FERROCEMENTO

3.3.4 COSTOS

Como las techumbres descritas se han pensado para - casos de autoconstrucción exclusivamente, el costo de la ma no de obra no se ha tomado en cuenta, ya que no representa- rá una erogación para el dueño del producto terminado; por lo tanto, en el análisis del costo sólo se considerará el - costo del material.

Para una techumbre de 4.15 x 4.15 (17.2 m²) colada- in situ y para precios al menudeo en el mercado en el pri - mer semestre de 1981, tenemos:

CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	IMPORTE
Varilla de 5/16"	13.5	kg	18.12	244.62
Alambrón de 1/4"	7.0	kg	18.37	128.59
Alambre recocido	2.5	kg	20.75	51.88
Alambre galvanizado cal. 22	1.2	kg	35.20	42.24
Cemento puzolánico	300.0	kg	2.86	858.00
Arena azul	0.15	M ³	275.00	41.25
Tela de gallinero 13 mm. cal. 22	45.00	m	24.38	1,097.10
T O T A L:			\$	2,463.68
PRECIO UNITARIO:			\$	143.05

C A P I T U L O I V

UNA APLICACION PRACTICA: EL PROYECTO SAHOP-PIDER
EN TLAXCALA

UNA APLICACION PRACTICA: EL PROYECTO SAHOP-PIDER EN TLAXCALA

La Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas, por medio de la Dirección General de Obras de Mejoramiento Urbano, formuló un programa de mejoramiento de la vivienda rural, encontrando la siguiente situación:

1. Existe una demanda de vivienda por encima de los límites normales.
2. El 70% de las viviendas carecen de agua potable dentro de ella.
3. Más del 70% de las casas del país carecen de drenaje.
4. Alrededor del 50% usan petróleo, leña o carbón.

5. Más del 50% carecen de energía eléctrica.

En términos generales, más de la mitad de las viviendas en México carecen de los servicios básicos. De la parte restante, el 30% del total, que sí tienen servicios, están en la ciudad de México, donde se aloja el 17% del total de la población. Esta desproporción indica las fuertes diferencias que se presentan en la distribución de servicios entre la capital del país y otras ciudades o más aún con el campo.

Para desarrollar el programa antes citado, la Dirección General de Obras de Mejoramiento Urbano se apoyó en las investigaciones realizadas por el Instituto de Ingeniería de la U.N.A.M., el cual define las principales deficiencias de la vivienda rural como sigue:

1. Ausencia de medios para recolectar, almacenar y purificar el agua para consumo humano.
2. Omisión de los servicios indispensables de higiene.
3. Carencia de dispositivos para tratar y eliminar los desechos.
4. Resistencia estructural insuficiente para soportar las fuerzas horizontales derivadas de los movimientos sísmicos.
5. Materiales impropios para pisos, paredes y techos.

6. Area insuficiente para el número de ocupantes.
7. Ventilación e iluminación inadecuadas
8. Falta de disponibilidad de energía eléctrica.
9. Falta de locales para alojamiento de animales y depósito de forrajes.

Como medio de superar las deficiencias antes señaladas, se cuenta con algunas soluciones desarrolladas por el propio Instituto, que ha venido trabajando en este campo desde 1974.

Para el programa propuesto el propio Instituto le propuso a la S.A.H.O.P. que se llevara a cabo en cuatro etapas, más una de evaluación. Aquí mencionaremos únicamente la primera de éstas por ser la que nos interesa.

En ella se presenta una recopilación de investigaciones realizadas con anterioridad que han conducido a soluciones aplicables a este fin, conteniendo además el procesamiento de la información, la elaboración de documentos y la transferencia de tecnología.

Entre los temas comprendidos en esta primera etapa se pueden señalar los siguientes:

- a) Unidades hidrosanitarias para vivienda rural

- b) Tinacos y fosas sépticas de ferrocemento
- c) Canaletas de ferrocemento
- d) Elementos de cubiertas de ferrocemento para vivienda rural.

4.1 DEFICIT DE VIVIENDA EN LA ENTIDAD

El censo general de población y vivienda de 1970 registró en el Estado de Tlaxcala 420,683 tlaxcaltecas y un total de 72,470 viviendas. En el mismo documento se detectó un déficit de 8421 unidades que proyectado a 1978 significó 13,144 y para 1980 15,080; ello, considerando el núcleo familiar promedio en 5.2 personas.

Sin embargo, el problema de la vivienda en Tlaxcala no solo queda representado por el déficit cuantitativo arriba señalado, sino que éste se acentúa una vez que se consideran los porcentajes de vivienda en deterioro, por sus carencias de equipamiento y por sus deficiencias constructivas.

En especial para el medio rural de la entidad, el porcentaje calculado de viviendas deterioradas alcanza el 71.5%.

Por otra parte, el comportamiento en el aumento --

anual de viviendas está representado por una tasa del 1.06%, en tanto que el crecimiento de la población está dado por un 1.9% anual. A nivel nacional el comportamiento lo dan las tasas del 2.74% y 3.4% respectivamente.

Atendiendo a tan crítica situación, que en el medio rural llega a extremos tales de propiciar la emigración, la planeación de los asentamientos humanos señala la necesidad de favorecer o emprender acciones que coadyuven a evitar el agravamiento de tal situación.

Detectadas las carencias en cuanto al rezago en la construcción y la necesidad de superar las condiciones de deterioro en las viviendas de la entidad, se requiere en los siguientes 30 años a partir de 1970 el trabajar en 3833 viviendas anualmente. De esta cantidad es necesario para lograr dicha meta que el 44% de estas acciones queden a cargo del sector social.

En este sentido toma forma la propuesta de atender en las zonas rurales labores encaminadas al mejoramiento de la vivienda, en condiciones que adicionalmente impulsen la organización de trabajo comunitario.

En otro orden de ideas, la planeación de los asentamientos humanos en la entidad, subraya el interés de fomen-

tar el equilibrio geográfico en la misma, con el fortalecimiento de centros de población, que cubran funciones de concentradores de servicios rurales para las pequeñas comunidades que se localizan en su área de influencia. Dentro de los centros de población seleccionados se cuentan los de - Atlangatepec, Altzayanca y Terrenate, además de Hueyotlipán.

4.2 ASPECTOS SOCIO-ECONOMICOS

Seis poblados: Atlangatepec, Altzayanca, Toluca de Guadalupe, Concepción Hidalgo, Carrillo Puerto y Terranete cuentan con dotación ejidal, para los cuales, la extensión promedio es de 6.16 has. de terreno de temporal por ejidatario. Por su parte, San Isidro Buensuceso no dispone de dotación ejidal y Atlanyatepec cuenta con una limitada extensión de tierra de riego aprovechando el volumen almacenado en la presa del mismo nombre.

Resumiendo las características de la explotación ejidal, ésta se representa en el siguiente cuadro:

EJIDO	DOTACION H.A.S. TOTAL	CULTIVABLE	EJIDATARIO	SECTOR PRIM/PEA
ATLANGATEPEC	2,952	1,457	285	83.3
ALTZAYANCA	1,932	1,036	205	68.5
TERRENATE	3,112	1,959	262	87.0
CONCEPCION HIDALGO	644	603	74	90.1
TOLUCA DE GUADALUPE	3,415	1,440	180	78.5
CARRILLO PUERTO	698	154	73	85.9
HUEYOTLI- PAN	3,682	3,032	423	82.4

El terreno no cultivable está formado por cerros, - solo apto para el pastoreo que cada vez lo degrada más. La excepción se da con Terrenate que cuenta con áreas de monte en explotación racional.

La dotación ejidal abarca a un limitado número de - padres de familia, lo cual induce una fuerte presión sobre la tierra de propiedad particular, que en extensión similar poseen las comunidades.

En cuanto a los cultivos que ocupan tales terrenos-

una aproximación puede ser:

POBLADO	PORCIENTO DE SUP. DESTINADO A CULTIVOS			
	MAIZ	CEBADA	PARA	OTROS
ATLANGATEPEC	73	23		4*
ALTZAYANCA	80	15	5	
TERRENATE	50	20	30	**
SAN ISIDRO BUENSUC.	100			***
CONCEPCION HIDALGO	60	40		
TOLUCA DE GPE.	60	40		
TEXMOLA	100			
CARRILLO PUERTO	80	20		
HUEYOTLIPAN	60	40		

* Forrajes y maíz de riego, trigo

** Aprovechamiento limitado y racional del bosque

*** Aprovechamiento clandestino del bosque en la -
montaña la MALINTZIN.

Esta producción adolece de serias limitantes, fundamentalmente por la restringida precipitación pluvial que - además se presenta con una distribución poco estable a lo largo de la temporada, lo cual condiciona el que se recurra a un cultivo de período más corto y que requiera menos precipitación pluvial; la cebada en sus dos variedades: mal-

tera y forrajera.

El cultivo de la papa se lleva a cabo en las tierras ganadas al bosque y que por sus condiciones de humedad favorecen este cultivo. Ocasionalmente se siembran pequeñas áreas de haba y avena forrajera.

Los rendimientos de los cultivos resultan cercanos a los medios nacionales, del orden de los 1200 kg/ha. en maíz, 1700 kg/ha. en la cebada, así como 12,000 kg/ha. de papa.

Etnográficamente la población mestiza es componente mayoritaria en los poblados con que se integra el programa salvo el caso de San Isidro Buensuceso del municipio de San Pablo del Monte en el cual, la componente indígena abarca el 100% de la comunidad.

En San Isidro Buensuceso se da el caso más agudo de subdesarrollo en sus aspectos de mortalidad infantil, desnutrición, escolaridad, el uso bilingüe con dificultad para entender el español, así como una economía basada en la explotación primaria de una agricultura en terrenos de fuerte pendiente, ganados a la montaña Malintzin y el paulatino deterioro del monte talado.

4.3 ORGANIZACION Y DESARROLLO

Una vez hechos los estudios necesarios para la realización del proyecto se procedió a promocionar y organizar el desarrollo del mismo con los beneficiarios.

Las obras se realizan colectivamente, en la mayoría de los casos aunque algunas familias lo hicieron en forma individual, aprovechando el sistema de faenas y de tequio - que existe en algunas zonas del país.

4.3.1 ZONAS DE MEJORAMIENTO DE LA CASA RURAL Y RECURSOS - ASIGNADOS

Una vez hechos los levantamientos correspondientes a cada zona, se determinó el estado de las casas y se calculó un presupuesto promedio por casa, siendo éste entre 13 y 14 mil pesos aproximadamente.

La primera etapa del mejoramiento de la casa rural con recursos PIDER se realizó en 1978, siendo el presupuesto para cada municipio el siguiente:

PROGRAMA DE MEJORAMIENTO CASA RURAL PIDER - 1978

MUNICIPIO	COMUNIDAD	#. HAB.	TIPO DE OBRA	PRESUPUESTO
TERRENATE	Toluca de Gpe.	1,253	Mejoramiento de 179 casas	1'484,341
			Arreglo vía pú- blica	<u>240,659</u> 2,725,000

ALTZAYANCA	Concepción Hgo.	1,016	Mejoramiento de 150 casas	2,049,000
			Arreglo vía pú- blica	<u>251,000</u> 2'300,000

XALOSTOC	Tecomola	892	Mejoramiento de 124 casas	1'634,385
			Oficina Municipi- pal	<u>315,615</u> 1,950,000

ALTZAYANCA	Carrillo Puerto	574	Mejoramiento de 118 casas	1'609,385
			Oficina Municipi- pal	<u>315,615</u> 1'925,000

SUBTOTAL				\$ 8'900,000
INDIRECTOS				<u>700,000</u>
T O T A L				\$ 9'600,000

En 1979 se asignó otro presupuesto para el mejoramiento de la casa rural, siendo las zonas beneficiadas y los presupuestos asignados los siguientes:

PROGRAMA DE MEJORAMIENTO CASA RURAL PIDER - 1979

MUNICIPIO	LOCALIDAD	# HAB.	TIPO DE OBRA	PRESUPUESTO
ALTZAYANCA	ALTZAYANCA	1,720	Mejoramiento de 200 casas	2'760,00
TERRENATE	SAN NICOLAS TERRENATE	1,320	Mejoramiento de 150 casas	2'070,00
HUEYOTLIPAN	SAN IDELFON SO HUEYOTLI PAN	1,920	Mejoramiento de 100 casas	1'380.00
SAN PABLO DEL MONTE	SAN ISIDRO BUENSUCESO	1,650	Mejoramiento de 100 casas	1'380.00
ATLANGATE PEC	ATLANGATE- PEC	350	Mejoramiento de 60 casas	2'225.00
TERRENATE	TOLUCA DE GUADALUPE	1,253	Mejoramiento de 50 casas (2a. - Etapa)	690.00
ALTZAYANCA	CONCEPCION HIDALGO	1,016	Mejoramiento de 18 casas (2a. Etapa)	248.40
ALTZAYANCA	CARRILLO PUERTO	574	Mejoramiento de 15 casas (2a. - Etapa) Arreglo vía pú- blica	207.00 240.00 447.00
SUBTOTAL . . .				\$ 11'200.40
INDIRECTOS				840.03
7.5%				
ESTUDIOS				3'255.50
TOTAL . . .				\$ 15'295.93

NOTA: LAS CANTIDADES SON EN MILES DE PESOS

4.3.2 METODOLOGIA PARA LA REALIZACION DE LAS OBRAS EN LAS VIVIENDAS

Se instala, en primer lugar, una bolsa de materiales de construcción, aprovechando los materiales locales para producir, por ejemplo: adobe mejorado, vigas, ventanas, puertas, etc.

La comunidad en algunos casos, forma su bodega de materiales locales: grava, arena, piedras, etc.

Cada familia beneficiada con el proyecto solicita su crédito de materiales de construcción, firmando su solicitud y comprometiéndose a pagarlo en faenas para los sistemas de servicios y otras obras públicas del poblado, como el tianguis, la plaza, la vía pública. También se puede pagar en efectivo, en los plazos que el mismo interesado fije.

CONTROL DE LOS MATERIALES PARA LAS OBRAS

Las entregas de materiales en bodega, se hacen mediante la firma de recibido por parte del técnico responsable y del representante del comité de obras.

Las entregas de materiales en las casas, se hacen mediante la firma de recibido del dueño de la casa, y se

lleva su respectivo control, en la hoja de crédito correspondiente.

CONTROL DE LAS OBRAS

El residente o técnico promotor, formula estimaciones por obra, verificando si las cantidades de materiales empleadas corresponden a las cuantificaciones del proyecto. Al mismo tiempo lleva un control sobre el avance de las obras. Posteriormente, en las oficinas centrales, se lleva con el sistema computarizado de control de obras.

DISEÑO DE LAS CASAS

No se modifican radicalmente las formas, los espacios, la técnica constructiva empleadas tradicionalmente. Se mejora aprovechando los sistemas y materiales existentes.

Se hace un análisis de las dimensiones, forma y materiales de la casa tradicional en la zona.

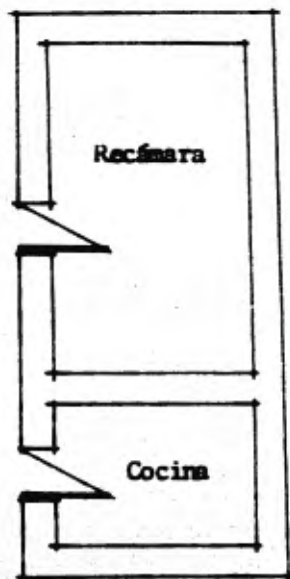
Con base en este análisis se proyectan las mejoras a la casa.

4.3.3 EL PROYECTO DE INGENIERIA

4.3.3.1 DESCRIPCION DEL PROYECTO; NORMAS Y ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCION

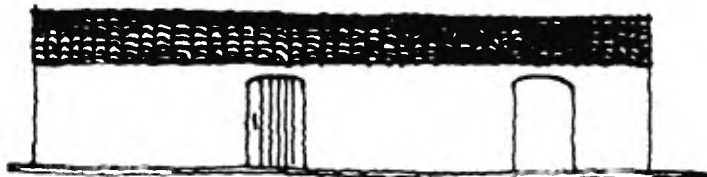
El trabajo a desarrollar, una vez atendidos los aspectos de promoción y organización, empiezan con la determinación conjunta por parte del residente de la obra y el beneficiario, sobre el tipo de mejoras o ampliaciones que se le harán a la vivienda.

Para poder determinar y controlar las mejoras por hacer, el residente realiza un levantamiento de la casa, como a continuación se muestra:



Esc.1-100

- 1) Muro de "tapia" en malas condiciones
- 2) Piso de tierra arcilla
- 3) Techo de tejamanil en malas condiciones
- 4) Puerta de tablas en malas condiciones
- 5) Paredes interior y exterior sin repellar



PROGRAMA
**MEJORAMIENTO
 CASA RURAL**
 LOCALIDAD
CONCEPCION HIDALGO
 PLANO
LEVANTAMIENTO

Sr. Isaac Recoba Altamirano

42 años, Casado, Casado

5 personas en total:

2 Hombres

3 Mujeres

Domicilio: 3 Sur # 4



Una vez realizado el levantamiento antes citado, el residente realiza el presupuesto correspondiente y hace una cuantificación de los materiales a emplear en el mejoramiento. El control del crédito y del suministro de los materiales se lleva a cabo utilizando las formas de S.A.H.O.P. que se anexan.

El trabajo en sí se ajusta a las siguientes especificaciones de construcción, para el caso de aprovechar los elementos existentes:


SECRETARIA DE ASENTAMIENTOS HUMANOS Y OBRAS PUBLICAS
SAHOP - PIDER

V A L E : Por material que empleo en la rehabilitación de la Vivienda Núm. _____
 calle _____ en la Población _____
 Propiedad de: _____

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P. U.	IMPORTE

Tlaxcala, Tlax., a _____ de _____ de 197____
 Autorizó _____ Recibió _____

I. REFUERZOS ESTRUCTURALES EN MUROS DE ADOBE. En las esquinas de los muros de adobe desde la parte de arriba hacia abajo, se hace una ranura en caja hasta la mitad de la altura del muro para alojar un castillo de 20 x 20 cms. de sección, armado con 4 varillas de 3/8" y estribos de alambroón de 1/4" a cada 20 cms. y colado con concreto de $f'_c = 150 \text{ kg/cm}^2$. Se rematan los muros con una dala de repartición que irá a nivel o con la inclinación que tenga la techumbre en sección rectangular de 15 x 20 cms. armado con 4 varillas de 3/8" y estribos también de alambroón de 1/4" a cada 15 cms. empleando concreto $f'_c = 150 \text{ kg/cm}^2$.

II. TECHUMBRE. LOSA DE FERROCEMENTO. Consiste en una losa armada con varilla de 3/8" o 5/16" (dependiendo del claro) y alambroón de 1/4", malla de gallinero calibre # 22 y octágonos de 13 mm., mortero $f'_c = 200 \text{ kg/cm}^2$. Las especificaciones y procedimiento constructivo se señalaron en el capítulo 3.

III. RECUBRIMIENTOS. Cuando los muros son de adobe o de block a fin de protegerlos del intemperismo, se les aplicará un repellado con mortero cemento-cal-arena, así mismo, cuando los aplanados existentes se encuentren deteriorados, se resanarán con mortero cemento-cal-arena para después aplicarles una lechada de pintura de cal.

IV. PISOS. Cuando existen pisos de tierra, éstos se nivelarán y compactarán al 90% mínimo, colocándose un piso de concreto de 10 cm de espesor $f'_c = 100 \text{ kg/cm}^2$.

V. PUERTAS Y VENTANAS. Cuando es necesario, se abre un vano en el muro para colocar una ventana de fierro-estructural por cada habitación, así mismo, se coloca la puerta de entrada a la habitación la cual será de fierro estructural y lámina lisa calibre 22.

Todo lo anterior se realiza bajo el sistema de auto construcción.

Es importante señalar que el personal técnico que se emplea para llevar a cabo el proyecto es el siguiente:

- Un residente por cada 3 poblados
- Un sobrestante por cada poblado
- Un bodeguero por cada poblado.

El residente y el sobrestante se encargan de capacitar y supervisar el trabajo de mejoramiento de la casa rural realizado por los beneficiarios.

Tratándose de las construcciones nuevas con que la vivienda puede ser ampliada, éstas se apegaran a las siguientes

tes características:

I. MAMPOSTERIA DE 3a. CLASE para alturas comprendidas entre 4 y 6 metros con mortero de cemento-cal-arena 1:5.

II. CADENAS DE DESPLANTE. De sección rectangular de concreto armado de $f'_c = 150 \text{ kg/cm}^2$, armado con varillas de $f_y = 2320 \text{ kg/cm}^2$ del # 3 y estribos del # 2 a cada 25 cms. no aparente de 15 x 15 cms.

III. MURO DE BLOCK. De cemento y material inerte-huecos aparentes de cualquier altura hasta 6 metros con mortero de cemento-cal-arena 1:5 de 20 cms. de espesor con piezas 20 x 20 x 40 cms.

IV. CASTILLO. De sección rectangular de concreto-armado $f'_c = 150 \text{ kg/cm}^2$ armado con 4 varillas de $f_y = 2320 \text{ kg/cm}^2$ del # 3 y estribos # 2 a cada 25 cms. no aparentes - de 20 x 15 cms.

V. CADENA DE CERRAMIENTO. De sección rectangular de concreto armado $f'_c = 150 \text{ kg/cm}^2$, armado con 4 varillas de $f_y = 2320 \text{ kg/cm}^2$ del # 3 y estribos del # 2 a cada 25 cms. no aparentes de 20 x 15 cms.

VI. LOSA DE FERROCEMENTO. Armada con varilla de -

3/8" y alambón de 1/4", malla de gallinero calibre # 22 y octágonos de 13 mm mortero $f'_c = 200 \text{ kg/cm}^2$.

VII. PISO. De cemento sobre terreno natural o de relleno para pisos interiores y exteriores de concreto simple $f'_c = 100 \text{ kg/cm}^2$ = de 10 cms. de espesor, acabado escobillado.

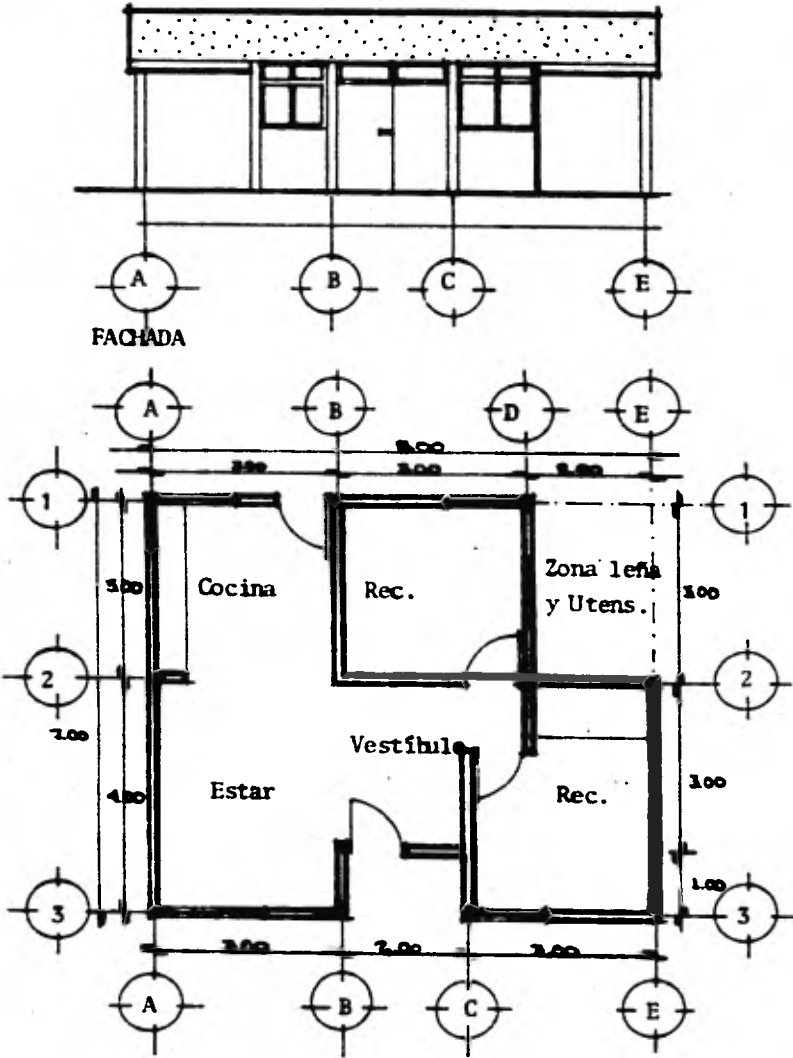
VIII. SUMINISTRO Y COLOCACION. De fierro estructural con perfiles TIL de 1/8" 3.12 mm. x 32 mm.

IX. SUMINISTRO Y COLOCACION. De puerta de fierro-estructural con perfiles TIL de 3.12 mm. x 32 mm. y tambor-sencillo de lámina # 22.

A continuación se muestra un proyecto tipo para mejoramiento de casa rural construcción nueva.

4.3.3.2 ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS Y ESTIMACION DE LAS APORTACIONES REALIZADAS POR LA COMUNIDAD

Se presentan a continuación 2 presupuestos típicos, a partir de los cuales es posible inferir las características de la rehabilitación o de la construcción complementaria en la vivienda campesina.



PLANTA ARQ.



ESC. 1:100



Programa
MEJORAMIENTO
CASA RURAL

Proyecto
CASA RURAL

En una y otra de las formas de presupuesto, se tienen separadas las dos últimas columnas en donde queda representado en primer lugar, las necesidades de recursos presupuestales para la adquisición de materiales industrializados y el pago de mano de obra especializada (sobrestantes y bodegueros).

La última columna de estos dos cuadros representan la fracción del importe que corresponde al insumo mano de obra no especializada, y que se contabiliza como aportación de la comunidad.

En el anexo A se presenta el estudio de los precios unitarios para cada uno de los conceptos en donde se hace la muy especial separación de lo que es adquisición de materiales industrializados. En los mismos estudios de precios unitarios, en forma especial se hace una separación para resaltar el alto porcentaje que como aportación de la comunidad se tiene en conceptos que se realizan con mano de obra no especializada.

De relevancia es el resumen presentado para el caso de Atlangatepec, donde las características se refieren a la construcción en total de la vivienda (casa nueva).

Los análisis de precios y los presupuestos antes se

ñalados se realizaron considerando los precios de 1978 y to-
mando en cuenta el tabulador de salarios en el Estado de -
Tlaxcala.

PRESUPUESTO: REHABILITACION VIVIENDA APROVECHANDO LOS
ELEMENTOS EXISTENTES

CONCEPTO	UDAD	CANT.	C.U.	IMPORTE	R.PRES.	COOP.
Muro de block de ce- mento y material -- inerte huecos aparen- tes de cualquier al- tura hasta 6 mt con- mortero cemento-cal- arena 1:5 de 20 cms. espesor con piezas - de 20 x 20 x 40 cms.	M ²	14.00	108.62	1,520.68	501.83	1,018.85
Castillos de sección rectangular de con- creto armado $f'_c =$ - 150 kg/cm ² armado con 4 varillas de $f_y =$ - 2320 kg/cm ² # 3 y es- tribos # 2 a cada 25 cm no aparentes de - 20 x 15 cm	M.L.	22.50	118.00	2,655.00	1,513.35	1,141.65
Cadena de cermien- to de sección rectan- gular de concreto ar- mado $f'_c = 150$ kg/cm ² armado con 4 varillas de $f_y = 2320$ kg/cm ² # 2.5 y estribos del # 2 a cada 20 cm. no aparentes de 20 x 25 cms.	M.L.	28.00	148.85	4,167.80	2,250.62	1,917.18

CONCEPTO	UDAD	CANT.	C.U.	IMPORTE	R.PRES.	COOP.
Losa de ferrocemento armado con varilla de 3/8" y alambón de 1/4" malla de gallinero cal # 22 y octágonos de 13 mm mortero $f'_c = 200 \text{ kg/cm}^2$	M ²	45.00	197.64	8,893.80	4,713.72	4,180.08
Aplanado con mortero 1:2:5	M ²	65.00	32.97	2,143.05	835.79	1,307.26
Piso de cemento sobre terreno natural o de relleno para pisos interiores y exteriores de concreto simple $f'_c = 100 \text{ kg/cm}^2$ de 10 cm espesor acabado escobillado	M ²	45.00	98.13	4,415.85	2,561.20	1,854.65
Suministro y colocación de puerta de fierro estructural con perfiles TIL, de 3.12 mm x 32 mm y tambor sencillo de lámina # 22	PZA.	1.00	421.26	421.26	421.26	
Suministro y colocación de fierro estructural con perfiles TIL de 1/8" 3.12 mm x 32 mm.	LOTE	2.00	275.16	550.32	550.32	
Colocación herrería	PZA.	2.00	100.00	200.00	200.00	
TOTAL . . . \$				24,967.76	13,548.09	11,419.67

PRESUPUESTO: VIVIENDA TIPO (NUEVA) 56 M²

CONCEPTO	UDAD	CANT.	C.U.	IMPORTE	R.PRES.	COOP.
Excavación pa ra estructu - ras a cual -- quier profun- didad hasta - 2.5 mts. en - material A	M ³	10.00	27.29	272.90		272.90
Mampostería 3a. clase para al- turas compren- didas entre 4- y 6 mts. con - mortero cal- - arena 1:5	M ³	8.00	552.68	4,421.44	3,271.86	1,149.58
Cadena de des- plante de sec- ción rectangu- lar de concre- to armado de - f' = 150 kg/- cm ² armado con 3 varillas de f _y = 2320 kg/- cm ² # 3 y es - tribos # 2 a - cada 30 cm no aparentes de - 15 x 20 cms.	M.L.	46.00	90.30	4,153.80	2,450.74	1,703.06
Muro de block- de cemento y - material iner- te huecos apa- rentes de cual quier altura - hasta 6 mts. - con mortero de cemento-cal- - arena 1:5 de 20 cm espesor con piezas de 20 x 20 x 40 cm	M ²	78.00	108.62	8,472.36	2,795.88	5,676.48

CONCEPTO	UDAD	CANT.	C.U.	IMPORTE	R. PRES.	COOP.
Castillo de sección rectangular de concreto armado $f'_c = 150 \text{ kg/cm}^2$ armado con varillas $f_y = 2320 \text{ kg/cm}^2$ # 3 y estribos # 2 a cada 25 cm no aparente de 20 x 15 cms.	M.L.	32.00	118.00	5,776.00	2,152.32	1,623.68
Cadena de cerramiento de sección rectangular de concreto armado $f'_c = 150 \text{ kg/cm}^2$ armado con varillas de $f_y = 2320 \text{ kg/cm}^2$ a cada 20 cm no aparente de 20 x 25 cms.	M.L.	46.00	148.85	6,847.10	3,697.44	3,149.66
Losa de ferrocemento armado con varilla de 3/8" y alambre de 1/4" malla de gallinero cal. # 22 y octágonos de 13 mm mortero $f'_c = 200 \text{ kg/cm}^2$.	M ²	56.00	197.64	11,067.84	5,865.96	5,201.88
Aplanado de cemento cal arena 1:2:5	M ²	218.00	32.97	7,187.46	2,805.11	4,384.35
Piso de cemento sobre terre						

no natural o de relleno para pisos interiores y exteriores de concreto simple, $f'_c = 100 \text{ kg/cm}^2$ de 10 cm espesor acabado escobillado	M ²	68.00	98.13	6,672.84	3,870.25	2,802.59
Suministro y colocación de fierro estructural con perfiles TIL de 1/8" de 3.12 mm x 32 mm	PZA.	6.00	275.16	1,650.96	1,650.96	
Suministro y colocación de puerta de fierro estructural con perfiles TIL de 3.12 mm x 32 mm y tambor sencillo de lámina # 22	PZA.	4.00	421.26	1,685.04	1,685.04	
Instalación eléctrica	SAL.	10.00	280.00	2,800.00	2,800.00	
Pintura vinílica	M ²	162.00	25.00	4,050.00	4,050.00	
Letrina de ferrocemento	PZA.	1.0	2200.00	2,200.00	1,700.00	500.00
		TOTAL . . .		\$65,257.74	38,795.56	26,464.18

4.3.3.3 ANALISIS COMPARATIVO

A continuación se presenta un análisis comparativo entre una losa plana maciza de concreto reforzado y una losa de ferrocemento por metro cuadrado. Este análisis se realizó con los precios de 1978 y considerando el tabulador de salarios en el estado de Tlaxcala.

La losa de ferrocemento ya desglosada se integra en un metro cuadrado con los siguientes elementos:

MATERIALES:

Varrilla 3/8" (0.557 x 2.05)Kg	1.14x9.25	=	10.54
Alambrón 1/4" (0.250 x 2.05)Kg	0.510x10.25	=	5.22
Tela de gallinero (2.10 m ²)	2.10 x 20.37	=	42.77
Alambre recocido 0.5 kg/m ² kg.	0.5 x 14.75	=	7.37
Mortero (0.04 + 5% desp.) M ³	0.042 x 1,01 7.81	=	<u>42.74</u>
			\$108.64

MANO DE OBRA:

Peón (rend. M ²) J.	1.00 x 89.00	=	89.00
	COSTO POR M ²		<u><u>\$. 197.64</u></u>

Porcentaje de aportación = 47%

Por su parte la losa plana maciza de concreto armado de $f'_c = 150 \text{ kg/cm}^2$ requiere:

MATERIALES:

Cimbra (incluye obra falsa) M^2 $1.00 \times 161.54 \times 0.82 =$	132.46
Fierro Kg $8.90 \times 9.25 \times 1.00 =$	82.32
Concreto simple M^3 $0.10 \times 745.55 \times 0.76 =$	<u>56.66</u>
	\$ 271.44

MANO DE OBRA:

En cimbra (incluye obra falsa) M^2 $1.00 \times 161.54 \times 0.18 =$	29.08
En concreto simple M^3 $0.10 \times 745.55 \times 0.24 =$	<u>17.89</u>
	\$ 46.97

COSTO POR M^2 \$ 318.41

Porcentaje de aportación = 14.75%

De donde se deduce que en el proceso de construcción a base de losa de ferrocemento, la aportación por parte de la comunidad, resulta aún más elevada.

4.4 EVALUACION DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos en el desarrollo del proyecto, se refieren únicamente a lo relacionado con techum -

bre de ferrocemento.

El programa de mejoramiento de casa rural para 1978 se inició en septiembre de 1978 y se terminó en marzo de 1979. Se tenía programado iniciarlo en septiembre de 1978- y terminarlo en diciembre del mismo año.

El programa de mejoramiento de casa rural de 1979 - se inició en julio de 1979 y se terminó en octubre de 1980- aunque se continuaron realizando detalles hasta enero de 1981.

Dentro de los problemas encontrados para desarrollar el programa podemos citar los siguientes:

- a) Convencer a la gente de los beneficios que acarrearía para ellos, el proyecto y que aceptaran las condiciones y especificaciones marcadas para su desarrollo.
- b) La capacitación de la gente fue un poco tardada y se llevó en forma paralela con el desarrollo o construcción de las viviendas, ésto debido principalmente al poco personal técnico con que se contaba.
- c) Debido a que la gente no podía dedicarse de lleno a

la construcción de las viviendas por tener que atender otras actividades y por lo apuntado en el inciso anterior el programa no se pudo llevar a cabo dentro de lo planeado.

- d) Se presentaron ciertos problemas con la elaboración del mortero, ya que las especificaciones indicadas para su mezcla y la finura del agregado usado presentaban problemas en la manejabilidad del mismo.
- e) Debido al poco personal técnico para supervisar la construcción de todas y cada una de las viviendas en forma detallada, se presentaron problemas en la calidad de las mismas.
- f) Igualmente hubo deficiencias en el suministro del cemento.

Se realizaron dos tipos de techumbres: una en forma de domo (como se indica en el capítulo III) y otra en forma plana a un agua. Esta última se utilizó en los casos en que a la gente no les agradaba la forma de domo. Tiene además la ventaja de que resulta un poco más fácil su realización.

Todas las techumbres fueron coladas "in situ".

El mortero utilizado en la construcción de las te -
chumbres de las viviendas, presentó las siguientes caracte-
rísticas:

- Se empleó cemento portland normal tipo I
- Relación arena-cemento - 1:1.5
- Relación agua-cemento = 0.5
- La arena empleada fue pasada por la malla # 8
- No se utilizó ningún tipo de aditivo.

Las características del curado, indicado por la re-
sidencia, a los beneficiarios, fue el de curar con agua 2 -
veces por día y durante 7 días, pasado los cuales se pon -
dría una lechada de cemento para sellar.

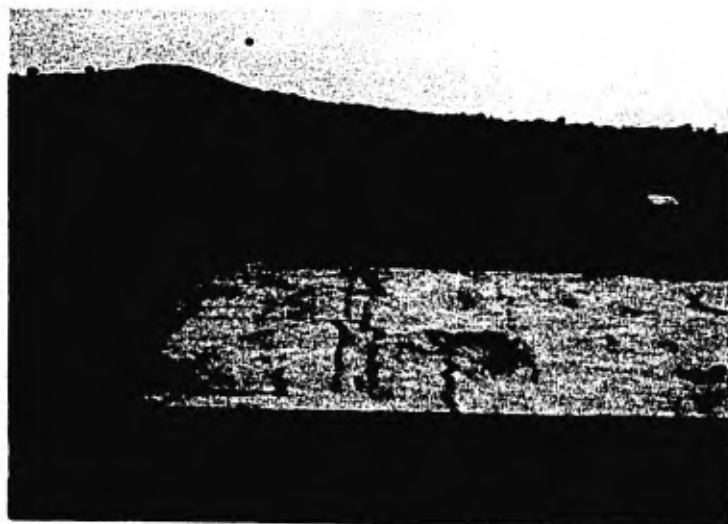
El laboratorio del Centro S.A.H.O.P. Tlaxcala se en -
cargó de realizar las pruebas necesarias para el control de -
calidad de los componentes de la losa de ferrocemento, en -
contrándose éstas dentro de lo especificado, en términos ge -
nerales.

Se realizaron pruebas de resistencia en el campo a -
elementos ya colocados, empleando como carga bultos de maíz
con una distribución del peso = 250 kg/m^2 . Las deformatio -
nes se midieron con tensómetro. Los resultados obtenidos -
se encontraron satisfactorios.

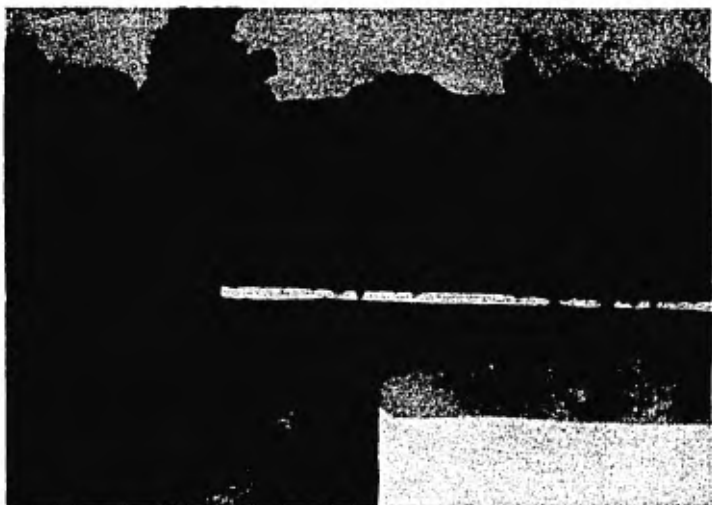
El principal problema encontrado fue el de que las losas presentaron agrietamientos fuera de lo especificado, - lo que originó filtraciones y corrosión en el refuerzo. Los motivos principales de este agrietamiento fueron las condiciones del mezclado del mortero y que el curado indicado no se realizó adecuadamente.

Para solucionar el problema de las filtraciones, S. A.H.O.P. en primer lugar tendió una lechada de cemento y - posteriormente tendió una capa de impermeabilizante asfáltico FR-3. A las losas con agrietamientos más críticos se les metió productos Fester. El costo que originó lo anterior fue absorbido por S.A.H.O.P., variando éste entre 30 - 40 pesos por m².

Las siguientes ilustraciones nos muestran los tipos de techumbres realizadas (domo y plana), así como el agrietamiento presentado en ellas.



LOSA EN UN AGUA



AGRIETAMIENTOS DE LAS LOSAS

CAPITULO V

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

De lo visto en los capítulos anteriores, podemos inferir las enormes posibilidades que en un futuro cercano -- tendrá el ferrocemento como material de construcción. Esto se debe básicamente a las ventajas que aporta en comparación con otros materiales, y que podemos resumir de la siguiente manera:

- 1) Un porcentaje elevado del bajo costo total del producto, lo origina la abundante mano de obra empleada en su fabricación, situación favorable para las características socio-económicas del país.
- 2) No se requiere instalaciones o equipos que representen inversiones considerables, ni mano de obra especializada, ya que su tecnología es adecuada para el constructor improvisado; aunque debe existir un cierto control.

- 3) Sus propiedades físicas y mecánicas, su bajo costo-inicial y fácil reparación en caso de daños hacen del ferrocemento un material con múltiples aplicaciones.

Respecto al problema de escasez de vivienda adecuada se puede afirmar que el ferrocemento juega un papel muy importante de acuerdo a sus características.

En la vivienda, un techo durable representa el gasto principal a realizar, por lo que los techos de las viviendas populares se construyen actualmente con materiales locales baratos que resultan lógicamente poco firmes y de mínima duración. De lo que se puede afirmar que el ferrocemento es una solución potencial al problema de los techos debido a su costo, durabilidad, y en particular por su versatilidad como material en contraste con otros materiales convencionales. De hecho la principal cualidad de este material radica en su fácil elaboración, ya que bajo supervisión técnica adecuada se puede realizar con mano de obra local poco especializada, ya tanto en zonas rurales como suburbanas.

En el proyecto SAHOP-PIDER en Tlaxcala por ejemplo, encontramos reunidas todas estas ventajas y propiedades, pe

ro en lo referente al aspecto agrietamiento e impermeabilidad no se obtuvieron los resultados esperados en la investigación señalada en el capítulo III de este trabajo.

Como podemos recordar, el Instituto de Ingeniería - tomó en cuenta la elaboración del mortero en el campo e indicó que éste debería presentar las siguientes características:

- Alta impermeabilidad, lo que implica el uso de - arenas bien graduadas.
- Alto consumo de cemento
- Mínima contracción por secado.
- Manejabilidad adecuada para las condiciones generales de trabajo que se empleen.

De lo anterior, se deduce que para reunir las características antes mencionadas es preciso que la mano de obra empleada adquiera cierta capacitación y sea supervisada técnicamente para la elaboración del ferrocemento.

En efecto, se logró comprobar en Tlaxcala que las techumbres de ferrocemento presentaban fuertes agrietamientos debido principalmente a que el mortero no se hizo con las especificaciones marcadas y por existir una notable ausencia de curado. Como se mencionó en el capítulo IV, el--

poco personal técnico disponible para el control y supervisión de las obras fue la razón principal que originó estos desperfectos.

Según se expuso en los capítulos anteriores, el problema de vivienda popular debe ser atendido en un corto -- tiempo, esto implica que la utilización del ferrocemento deba estar apoyada con Programas de Autoconstrucción por parte de todos los sectores, que distribuyan recursos a modo - de que se aumente la oferta de vivienda y alcanzar la demanda creciente insatisfecha.

En el Proyecto SAHOP-PIDER, encontramos 2 problemas importantes: la aceptación del ferrocemento como material - y la velocidad con que se llevó a cabo el Programa de Construcción. Siendo el ferrocemento un material nuevo y poco conocido por las gentes del Estado, hubo la necesidad de - realizar un plan general de convencimiento, que aunado a la etapa de capacitación de los autoconstructores repercutió - en el tiempo de los programas de trabajo. Así mismo, las - técnicas artesanales de autoconstrucción de techumbres coladas "in situ", una por una, provocaron un mayor atraso del programa.

Considerando que en los futuros programas de auto - construcción que se desarrollen, el tiempo será muy importante

tante, vemos una opción más adecuada de solución: la utilización de elementos prefabricados con ferrocemento; sin restar importancia a las techumbres coladas "in situ", que si bien son de gran importancia en la ayuda de casos particulares no resolverían el problema de construcción masiva de vivienda. Todo esto con una asesoría adecuada, para tal fin sería necesario incrementar un programa de servicio social donde intervengan pasantes de las carreras de Ingeniería, Arquitectura, Sociología, Antropología, etc., a fin de que la solución a los problemas tenga un enfoque interdisciplinario.

Para tal fin sería conveniente crear pequeños talleres dentro de las zonas prioritarias. La localización específica de estos talleres estaría dada por las distintas dependencias de Gobierno, de acuerdo al estímulo que se le da a los nuevos centros de población conforme al Plan Nacional de Vivienda y el Plan General de Desarrollo Urbano.

Esta nueva opción deberá comprender forzosamente una autoconstrucción controlada para evitar a toda costa el reducir la calidad del producto. El reto a vencer está de aquí a 20 años. Es necesario entonces que las dependencias de Gobierno aporten el inventario de las necesidades constructivas, de la mano de obra y de los materiales existen-

tes disponibles; y las Instituciones Educativas que forman técnicos en el ramo, creen tecnologías y proyectos que aprovechen este tipo de elementos prefabricados de manera que se puedan abatir los costos.

A N E X O 'A'

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANALISIS PARA MURO DE 20 CM. DE BLOCK DE CEMENTO DE 20x20x40
CM. ASENTADO CON MORTERO DE CEMENTO ARENA 1:5

MATERIALES:

Block	Millar 0.0125 x 4,900.00	=	61.25
Mortero (1 cm. junta)	35% desp. M ³ 0.019 x 570.24	=	10.83
Andamios y reatas	Lote 1.00 x 1.50	=	<u>1.50</u>
			73.58

MANO DE OBRA:

Mano de obra (albañil) J.	0.160 x 130.00	=	20.80
Mano de obra (peón) J.	0.160 x 89.00	=	<u>14.24</u>
			35.04

COSTO POR M²..... \$108.62

Porcentaje de aportación = 67%

ANALISIS DE CASTILLO DE CONCRETO ARMADO DE 15 x 20 CM. CON-
4 VARILLAS DE 3/8" y ANILLOS DE 1/4" A CADA 20 CM. Y CONCRE
TO DE F'C = 150 KG/CM²

MATERIALES:

Cimbra (1.00x0.20x2)	M ²	0.40 x 50.00	=	30.00
Varilla 3/8 (4x1.00x0.566)	Kg	2.264 x 9.25	=	20.94
Anillos 1/4 (5x0.70x0.25)	Kg	0.875 x 10.25	=	8.96
Concreto (1.00x0.15 x0.20)	M ³	0.030 x 745.55	=	<u>22.36</u>
				72.26

MANO DE OBRA:

Mano de obra (peón) rend.	13.61 ML J. 0514 x 89.00=	45.74
------------------------------	---------------------------	-------

COSTO POR ML \$118.00
=====

Porcentaje de aportación = 43%

ANALISIS DE CADENA DE CERRAMIENTO DE CONCRETO ARMADO DE -
 20 x 25 CM. CON 4 VARILLAS DE 5/16" y ANILLOS DE 1/4" A CA-
 DA 20 CM. Y CONCRETO DE F'C = 150 KG/CM²

MATERIALES:

Cimbra (1.00x0.25x2)	M ²	0.500 x 50.00	=	25.00
Varilla 5/16" (4x1.00x0.338)	Kg	1.552 x 9.25	=	12.50
Anillos 1/4"	Kg	1.125 x 10.25	=	11.53
Alambre rec. (0.15 kg)	Kg	0.15 x 14.75	=	2.21
Concreto (1.00 x 0.20 x 0.25)	M ³	0.050 x 745.55	=	<u>37.27</u>
				88.51

MANO DE OBRA:

Peón (rend. 10.32 ML x J.)	J.	0678 x 89.00	=	60.34
-------------------------------	----	--------------	---	-------

COSTO POR ML \$148.85
 =====

Porcentaje de aportación = 46%

ANALISIS DE LOSA DE FERROCEMENTO ARMADO CON VARILLA DE 3/8"
Y ALAMBRON DE 1/4" Y REFORZADA CON MALLA DE GALLINERO CAL. -
22 y 13 MM. DE ABERTURA

MATERIALES:

Varilla 3/8" (0.557 x 2.05)	Kg	1.14 x 9.25	=	10.54
Alambrón 1/4" (0.250 x 2.05)	Kg	0.510 x 10.25	=	5.22
Tela gallinero (2.10)	M ²	2.10 x 20.37	=	42.77
Alambre rec. 0.5 kg/m ²	Kg	0.5 x 14.75	=	7.37
Mortero (0.04 + 5% desp.)	M ³	0.042 x 1017.81	=	<u>42.74</u>
				108.64

MANO DE OBRA:

Peón (rend. 7 M ²)	J.	1.00 x 89.00	=	89.00
--------------------------------	----	--------------	---	-------

COSTO POR M² \$197.64
=====

Porcentaje de aportación = 47%

ANALISIS DE APLANADO A PLOMO Y REGLA CON LLANA DE MADERA -
USANDO MORTERO CEMENTO CAL. ARENA 1:2:5

MATERIALES:

Mortero (1.00 M ² x 0.02) + 25% desp.	M ³ 0.025 x 538.35	=	13.45
Andamios y reatas	Lote 1.00 x 2.00	=	<u>2.00</u>
			15.45

MANO DE OBRA:

Albañil	J. 0.08 x 130.00	=	10.40
Peón	J. 0.08 x 89.00	=	<u>7.12</u>
			17.52

COSTO POR M ²	\$32.97

Porcentaje de aportación = 61%

ANALISIS DE PISO DE CONCRETO SIMPLE PULIDO SIN COLOR DE 9 CM
DE ESPESOR. CONCRETO DE F'C = 100 KG/CM²

MATERIALES:

Concreto (1.00 m² x 0.08)

$$\text{M}^3 0.080 \times 692.91 = 55.43$$

Fino: mortero cemento arena 1:5

$$\text{M}^3 0.010 \times 570.34 = 5.70$$

Cemento

$$\text{Kg } 1.00 \times 11.50 = \underline{11.50}$$

72.63

MANO DE OBRA:

Mano de obra (Albañil:pulido)

$$\text{J. } 0.112 \times 130.00 = 14.56$$

Mano de obra (peón:nivelado y conformado) J.

$$0.125 \times 89.00 = \underline{10.94}$$

25.50

$$\text{COSTO POR M}^2 \dots \text{ \$ } \underline{\underline{98.13}}$$

Porcentaje de aportación = 42%

**ANALISIS DE FABRICACION DE BLOCK DE MORTERO DE CEMENTO ARENA
1:5 DE 20 X 20 X 40 CMS.**

MATERIALES:

Cemento	1.77 Kg x 1.15	=	2.03
---------	----------------	---	------

MANO DE OBRA:

Peón (Haciendo block)	89.00 : 31	=	<u>2.87</u>
-----------------------	------------	---	-------------

COSTO POR PIEZA	\$ 4.90
-----------------	---------

Porcentaje de aportación = 59%

ANALISIS DE CIMIENTOS DE MAMPOSTERIA DE PIEDRA BRAZA LIMPIA
SIN LABOR ASENTADA CON MORTERO DE CEMENTO ARENA 1:5

MATERIALES:

Piedra (50% de vacios) M ³ 1.5 x 170.00	=	255.00
Mortero (30% de vacios) + 10% desp.		
M ³ 0.330 x 570.24	=	<u>118.18</u>
		443.18

MANO DE OBRA:

Mano de obra (Albañil) J. 0.500 x 130.00	=	65.00
Mano de obra (Peón) J. 0.500 x 89.00	=	<u>44.50</u>
		109.50

COSTO POR M³ . . . \$ 552.68

Porcentaje de aportación = 25%

ANALISIS DE CONCRETO SIMPLE F'C = 150 KG/CM²

MATERIALES:

Cemento (0.345+2% desp.)	Ton.	0.352 x 1,150.00	=	404.80
Arena (0.569+2% desp.)	M ³	0.580 x 110.00	=	63.80
Grava (0.569+2% desp.)	M ³	0.580 x 170.00	=	98.60
Agua (352/50) 0.033	M ³	0.232 x 1.50	=	<u>0.35</u>
				567.55

MANO DE OBRA:

Peón mezclando (rend. peón 1.00 M ³)	J.1.00x89.00	=	89.00
Peón vaciando	J.1.00x89.00	=	<u>89.00</u>
			178.00

COSTO POR M³ . . . \$ 745.55

Porcentaje de aportación = 24%

ANALISIS DE CONCRETO SIMPLE F'C = 100 KG/CM²

MATERIALES:

Cemento (0.262+2% desp.)	Ton.	0.287	x	1,150.00	=	330.05
Arena (0.474+2% desp.)	M ³	0.483	x	110.00	=	53.13
Grava (0.758+2% desp.)	M ³	0.773	x	170.00	=	131.41
Agua (287/50)	0.038	M ³	0.218	x	1.50	= <u>0.32</u>
						514.91

MANO DE OBRA:

Peón mezclando (rend. peón 1.0 M ³)	J.	x	1.00x89.00	=	89.00
Peón vaciando	J.	x	1.00x89.00	=	<u>89.00</u>
					178.00

COSTO POR M³ . . . \$ 692.91

Porcentaje de aportación 26%

ANALISIS DE MORTERO DE CEMENTO ARENA PROP 1:1.5

MATERIALES:

Cemento (0.685+2% desp.)	Ton	0.698	x	1,150.00	=	802.70
Arena (0.939+2% desp.)	M ³	0.957	x	110.00	=	105.27
Agua	M ³	0.252	x	1.50	=	<u>0.38</u>
						908.35

MANO DE OBRA:

Peón cirniendo (rend. peón 1.8 M ³)	J.	0.555	x	89.00	=	49.39
Peón mezclando (rend. peón 1.48 M ³)	J.	0.0675	x	89.00	=	<u>60.07</u>
						109.46

COSTO POR M³ . . . \$ 1,017.81

Porcentaje de aportación 11%

ANALISIS DE MORTERO CEMENTO ARENA 1:5

MATERIALES:

Cemento (0.275+2% desp.)	Ton.	0.281 x 1,150.00	=	323.15
Arena (1.ss4+2% desp.)	M ³	1.248 x 110.00	=	137.28
Agua	M ³	0.237 x 1.50	=	<u>0.35</u>
				460.78

MANO DE OBRA (APORTACION):

Peón circiando (rend.peón 1.8 M ³)	J.	0.555x89.00	=	49.39
Peón mezclando (rend.peón 1.48 M ³)	J.	0.675x89.00	=	<u>60.07</u>
				109.46

COSTO POR M³ . . . \$ 570.24

Por ciento de aportación 19%

ANALISIS DE MORTERO DE CEMENTO CAL ARENA 1:2:5

MATERIALES:

Cemento	(0.120+2% desp.)	Ton.	0.122 x	1,150.00	=	140.30
Cal	(0.240+2% desp.)	Ton.	0.244 x	740.00	=	180.56
Arena	(0.959+2% desp.)	M ³	0.978 x	110.00	=	107.58
Agua		M ³	0.305 x	1.50	=	<u>0.45</u>
						428.89

MANO DE OBRA (APORTACION):

Peón circiendo	(rend.peón 1.8 M ³)	J.0.555x89.00	=	49.39
Peón mezclando	(rend.peón 1.48 M ³)	J.0.675x89.00	=	<u>60.07</u>
				109.46

COSTO POR M³ . . . \$ 538.35

Porcentaje de aportación = 20%

ANALISIS DE DALA DE REPARTICION DE CONCRETO ARMADO DE
 15 X 20 CM CON 3 VARILLAS DE 3/8" Y ANILLOS DE 1/4" A
 CADA 30 CM. CONCRETO DE F'C = 150 KG/CM²

MATERIALES:

Cimbra	(1.00 x 0.15 x 2)	M ² 0.30 x 50.00	=	15.00
Varilla	3/8 (3x1.00x0.557)	Kg.1.67 x 9.25	=	15.44
Anillos	1/4" (3.3x0.70x0.25)	Kg.0.577 x 10.25	=	5.91
Concreto	(1.00x0.15x0.20)	M ³ 0.03x745.55	=	<u>22.36</u>
				58.71

MANO DE OBRA:

Peón (rend. 19.67 Mt.x J.)	J.0.355 x 89.00	=	31.59
----------------------------	-----------------	---	-------

COSTO POR ML . . . \$ 90.30

Porcentaje de aportación = 41%

ANALISIS DE CIMBRA DE MADERA EN LOSAS

MATERIALES:

Madera	Pie Tablón	12.611 x 10.00	=	126.11
Clavo de 3"	Kg.	0.092 x 16.00	=	1.47
Clavo de 6"	Kg.	0.306 x 16.00	=	<u>4.89</u>
				132.47

MANO DE OBRA:

Mano de obra (Carpintero)	J.	0.170 x 121.00	=	20.57
Mano de obra (ayudante)	J.	0.085 x 100.00	=	<u>8.50</u>
				29.07

COSTO POR M² . . . \$ 161.54

Porcentaje de aportación = 18%

ANALISIS VIGUETA DE CONCRETO ARMADO CON 4 VARILLAS DE 3/8"
 Y ESTRIBOS DE 1/4" A CADA 5 CM. CONCRETO DE F'C = 150 KG/CM²
 Y SECCION DE 10 x 15 CM.

MATERIALES:

Cimbra	(0.3 x 0.10)	M ²	0.63 x 40.13	=	1.20
Varilla 3/8"	(4 x 0.557)	KG	2.22 x 9.25	=	20.53
Alambrón 1/4"	(0.5 x 4 x 0.25)	KG	0.50 x 10.25	=	5.12
Concreto	(0.1 x 0.15 x 1)	M ³	0.015 x 745.55	=	<u>11.18</u>
					38.03

MANO DE OBRA:

Peón (remod. 10.67 Mt. x J.)	J. 0.355 x 89.00	=	31.59
------------------------------	------------------	---	-------

COSTO POR ML. . . . \$ 69.62

Porcentaje de aportación = 49%

ANALISIS DE COSTO UNITARIO PARA PUERTAS DE FIERRO ESTRUCTURAL

MATERIAL:

Angulo 1 1/4 x 1/8 (4.00+1.80+4.20+1.00) 2#	= 11.22 ML x 1.5 Kg/ML=	16.83 Kg x 8.00/Kg =	134.64
Tee de 1" x 1/8" (1.80+0.80) 2#	2.652ML x 1.320 Kg/ML=	3.500Kg x 8.80/Kg =	30.80
Solera de 1" x 1/2" (0.50) 2#	0.51 ML x 0.500 Kg/ML=	0.255Kg x 8.00/Kg =	2.04
Bizagras	3.00 Pza	3.00 Pza x 2.10/Pza=	6.30
Soldadura		0.255Kg x 25.30/Kg =	6.45
Lámina negra cal 22 (1.10 M2x6.30 Kg/M2) 2#		7.060Kg x 13.75/Kg =	97.07
Remacue recocido No. 3		0.080Kg x 28.00/Kg =	2.24
Alambrón liso de 1/4"		0.050Kg x 10.45/Kg =	0.52
			<u>\$ 280.06</u>

MANO DE OBRA:

1 Of.	210.00		
1 Ayud.	120.00	\$ 330.00; 3 PZAS	\$ 110.00/PZA.
	<u>\$ 330.00/JORNADA</u>		
HERRAMIENTA	5% DE (I + II)		\$ 19.50/PZA.
SERVICIOS	3% DE (I + II)		\$ 11.70/PZA.
		C.U.	<u><u>\$ 421.26/PZA.</u></u>

ANALISIS DE COSTO UNITARIO PARA VENTANAS DE FIERRO ESTRUCTURAL

MATERIALES:

Angulo de 1 1/4"x1/8" (2.60+2.00+1.40+1.20+1.40+1.20) 2# =	9.80ML x 1.50 Kg/ML =	14.994 Kg x 8.00/Kg.	
		\$ 119.95	
Tee de 1"x 1/8" (1.20 + 1.00) 2# =	2.20ML x 1.320Kg/ML =	2.962 Kg x 8.80/Kg.	
		\$ 26.06	
Manija	0.5 Pza x 1.00 =	0.5 Jgo. x 28.00/Jgo.	
		\$ 14.00	
Bisagras		4.0 Pza x 2.10/Pza.	
		\$ 8.40	
Soldadura (0.150 Kg) 2#		0.150 Kg x 25.30/Kg.	
		\$ 3.87	
		<hr/>	
		\$ 172.28/PZA.	

MANO DE OBRA:

1 Of.	\$ 210.00	
1 Ayud.	<u>120.00</u>	
	\$ 330.00/JORNADA	\$ 330.00 : 4 PZAS.

HERRAMIENTA: 5% de (I + O)	\$ 12.74/PZA.
SERVICIO 3% de (I + O)	\$ 7.64/PZA.
	<hr/>
	<u>\$ 275.16/PZA.</u>

B I B L I O G R A F I A

B I B L I O G R A F I A

1. Programa Nacional de Vivienda, Mayo 1978.
2. El Problema de la Vivienda, Gustavo Garza
3. El Problema de la Vivienda en México, Luis Manuel - Trejo.
4. El Problema de la Vivienda en México, Jesús Silva - Herbog
5. La Vivienda Popular, Problemas y Soluciones, Inst.- Nacional de Vivienda
6. La Vivienda de Interés Social, Inst. Nacional de Vivienda.
7. La Habitación Rural en México, Alfonso Favila
8. Vivienda de Interés Social en America Latina, Unión Panamer. de Asoc. de Ingen.
9. Programa Nacional de Vivienda, INDECO, Dic. 1979.

10. CIDIV, INDECO, No. 7 Mayo 1979
11. CIDIV, No. 9, INDECO, Sept. 1979
12. CIDIV No. 10, INDECO, Nov. 1979
13. CIDIV, No. 11, INDECO, Enero 1980
14. Sistemas de Techos para Autoconstrucción, No. 418, - Inst. de Ing., Agosto 1979.
15. Propiedades Básicas del Ferrocemento No. 395, Inst. de Ing., Julio 1977.
16. Revista Obras, Vol VII No. 81, Sept. 1979
17. Control de Calidad del Concreto y Técnicas de la - Construcción. Seminario Internacional de dos días - IMCYC. Ferrocemento, un material de Construcción - SP SHAH.
18. Simposio Internacional sobre Tecnología del Concreto. Memoria II. Instituto de Ingeniería Civil de la U.A.N.L.
19. Jornadas Sudamericanas de Ingeniería Estructural. - XVII. Simposio panamericano de estructuras. El ferrocemento, Graciela Fratelli de Campora.
20. Simposio Internacional sobre Tecnología del Concreto Memorias III. Instituto de Ingeniería Civil de la U.A.N.L.
 - Aplicaciones del ferrocemento en México, Enrique Erazo Ríos
 - Techumbres de ferrocemento elaborados con métodos de autoconstrucción, José Castro Orvañanos
 - El ferrocemento, material del futuro inmediato, - Alfonso Olvera López.