

300615

820



UNIVERSIDAD LA SALLE

ESCUELA DE INGENIERIA
INCORPORADA A LA U. N. A. M.

EL USO DE LOS ELEMENTOS PREFABRICADOS EN CONSTRUCCION DE VIVIENDA DE INTERES SOCIAL

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A N
GILBERTO CASTAÑEDA HEREDIA
ENRIQUE CORNEJO LAFUENTE

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



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 está 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.

TEMARIO DE LA TESIS QUE PRESENTAN LOS SRES. GILBERTO CASTAÑEDA HEREDIA Y-
ENRIQUE CORNEJO LAFUENTE CON EL TITULO: " EL USO DE LOS ELEMENTOS PREFABRICADOS EN CONSTRUCCION DE VIVIENDA DE INTERES SOCIAL "

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1	Prólogo	1
1.2	Objetivo	3

CAPITULO II

ANTECEDENTES

2.1	Vivienda en México.	4
2.2	Desarrollo de la vivienda en México.	13

CAPITULO III

METODOS TRADICIONALES.

3.1	Introducción .	25
3.2	Cimentación.	26
3.3	Estructuración	
	3.3.1 Muros.	32
	3.3.2 Losas.	39
3.4	Acabados.	44
3.5	Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias.	46
3.6	Instalación Eléctrica.	47
3.7	Herrerfa.	48
3.8	Carpinterfa.	49

CAPITULO IV

METODOS PREFABRICADOS.

4.1	Introducción.	50
-----	---------------	----

4.1.1	Generalidades.	50
4.1.2	Procesos Generales.	52
4.1.3	Modulación.	53
4.1.4	Estructura, Arquitectura y Economía.	54
4.2	Vivienda Prefabricada.	
4.2.1	Introducción.	55
4.2.2	Edificación.	56
4.2.3	Disposición Estructural.	59
4.2.4	Tipo de Páneles.	
4.2.4.1	Páneles de Fachada.	60
4.2.4.2	Páneles Traviesa y Divisorios.	61
4.2.4.3	Páneles de Piso o Losa.	61
4.2.4.4	Páneles Especiales.	61
4.2.4.5	Juntas.	62
4.2.5	Planeación.	63
4.3	Producción	
4.3.1	Plantas.	64
4.3.2	Equipo.	67
4.3.3	Prefabricación.	69
4.3.4	Indicaciones Tecnológicas.	71
4.4	Proyecto de Vivienda Prefabricada.	
4.4.1	Generalidades.	73
4.4.2	Cimentación.	75
4.4.3	Estructura.	78
4.4.4	Albañilería.	87
4.4.5	Acabados.	88
4.4.6	Instalaciones.	
4.4.6.1	Instalación Eléctrica.	90
4.4.6.2	Instalación Hidráulica y Sanitaria.	91

CAPITULO V

COMPARACION DE LOS METODOS TRADICIONAL Y PREFABRICADO

5.1	Generalidades.	95
-----	----------------	----

5.2 Costo	114
5.3 Tiempo	116
5.4 Caracterfsticas de Construcción.	117

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

6.1 Conclusiones Generales.	120
6.2 Consideraciones Económicas.	125
6.3 Conclusiones Particulares.	127
6.4 Recomendaciones.	130

BIBLIOGRAFIA.	131
---------------	-----

C A P I T U L O I

GENERALIDADES

1.- PROLOGO

Uno de los satisfactores básicos del ser humano es sin lugar a dudas la habitación. Toda persona busca un lugar para vivir y entre sus necesidades prioritarias está la obtención de una vivienda decorosa, que satisfaga sus requerimientos básicos.

El flujo de familias del campo a la ciudad, el crecimiento demográfico y la diversificación e industrialización de la Economía han causado una excesiva demanda de Vivienda en el sector mayoritario de la población del País, formado por la gente de nivel Socio-Económico bajo y medio.

La demanda de vivienda ha generado el llamado "Problema de la Vivienda" en nuestro país, agravado por el déficit crónico y acumulativo en su producción, tanto cuantitativa como cualitativamente, y el empobrecimiento a nivel nacional, factores que dan al problema proporciones alarmantes.

No obstante la creación de organismos dedicados a la generación de vivienda, como el FOGA, FOVI, INDECO, FOVISSTE e IN-FONAVIT, no se han superado los índices de oferta.

Surge aquí la necesidad de implementar formas y métodos de producción de vivienda con resultados óptimos: producción suficiente, buena calidad y apariencia, rentabilidad económica, corto tiempo de ejecución y bajo costo de adquisición por

parte del usuario, lo que constituye un reto a la Industria de la Construcción en general y al Ingeniero Civil en particular.

Estas condiciones hacen que los métodos tradicionales de construcción se vean un tanto ineficaces como respuesta al problema de producción ya planteado y se vislumbra la necesidad de procedimientos integrales de construcción de vivienda que cumplan con las variables descritas.

La producción de vivienda se ha hecho hasta nuestros días en base a métodos tradicionales de construcción, sin hacer uso de las grandes ventajas en costo y tiempo que ofrece la Prefabricación, que ya rinde sus frutos en otras áreas de la Industria de la Construcción.

El ingreso familiar ha sido la característica distintiva de la Política Habitacional Nacional, dirigiendo los mayores esfuerzos a los sectores de menor ingreso, tratando también de seguir un plan de saturación urbana a fin de usar primero los espacios existentes en los centros de población.

Asimismo, se prueban sistemas versátiles que aprovechan diversos elementos para tratar de atender las necesidades de vivienda. Son alentadores los primeros resultados de la Autoconstrucción y del Mejoramiento Comunitario, pero distan mucho de ofrecer una solución global al problema.

La magnitud del número de viviendas que habrá que construir y mejorar en los próximos 15 años nos obliga a racionalizar los procesos constructivos, de tal forma que podamos modular las partes y componentes de una casa para que sean fácilmente incorporadas por los constructores, permitiendo una producción masiva económica y facilitando la adquisición de una vivienda decorosa a las mayorías.

1.2.- OBJETIVOS

La finalidad general de este trabajo es dar una alternativa factible para la construcción de Vivienda de Interés Social enfocada al sector urbano, haciendo uso de los Prefabricados de Concreto.

Como objetivos particulares se busca dar respuesta a las siguientes cuestiones:

- * Causas del poco uso de los Prefabricados
- * Características principales
- * Ventajas y Desventajas
- * Impacto Social y Económico
- * Factibilidad
- * Posibles Acciones de Solución

Para ello, en el Capítulo II damos una visión histórica de la situación habitacional en México en los últimos años, ligada a los hechos políticos, económicos y sociales que la han influenciado.

El Tercer Capítulo describe los Métodos Tradicionales de Construcción usados en la producción de Vivienda de Interés Social en todas sus fases, desde el trazo hasta su acabado.

Durante el Cuarto Capítulo describimos los Métodos Prefabricados a base de grandes paneles de concreto y losa de vigueta y bovedilla, opciones practicables y en existencia en el mercado.

A continuación, en el Capítulo V, partiendo de un proyecto base, se comparan los Métodos Tradicional y Prefabricado, para finalmente emitir las conclusiones y recomendaciones obtenidas a lo largo de este trabajo en el Sexto Capítulo.

Hacemos notar que nos referimos únicamente a la vivienda urbana y no a la rural, que presenta condiciones y características totalmente distintas, que hacen impracticables las soluciones planteadas a nivel urbano.

C A P I T U L O I I

ANTECEDENTES

2.1.- VIVIENDA EN MEXICO

El hombre, al tener la necesidad de establecerse en un lugar, da origen a la vivienda como requisito prioritario a su nueva condición sedentaria. En México, surgen culturas como la Zapoteca, Olmeca, Maya y Azteca, originadas a partir de pueblos nómadas, que al establecerse en un lugar se desarrollaron y florecieron. Este desarrollo incluyó una cierta organización social a base de castas, con viviendas representativas de cada una de ellas. Se usan los materiales propios de cada región, siendo elemento común el adobe en muros y las enramadas en techos.

Posteriormente, con la Conquista, la construcción y la vivienda se ven influenciadas por los modelos españoles. Se erigen los grandes claustros, conventos, iglesias y grandes haciendas con organización feudal. Principia a notarse la división entre el medio rural y el urbano.

Durante el movimiento de Independencia se inicia la escasez incipiente de vivienda, originada por los destrozos de la larga lucha y la caótica situación económica del país. Surgen los términos Gobierno, Estado, Iniciativa Privada y Capital.

Al iniciarse el Movimiento Revolucionario de 1910 se crea un ambiente de inestabilidad, lo que origina el atraso de la actividad económica acumulada durante el porfiriato.

Se incrementa el déficit habitacional al dejar de funcionar el elemento capitalista creador de vivienda, pues éste cambiaba su giro a alguno que le conviniera respecto a la situación política. Aún así, durante las dos primeras décadas de este siglo, las necesidades de vivienda estaban casi cubiertas.

Se conocen desde entonces tres tipos de vivienda: Privada, que se refiere a personas que invierten en la construcción de vivienda para cubrir sus propias necesidades; Popular, que se refiere a la vivienda creada para arrendar a bajo costo y Pública, que se refiere a la producida por el Estado.

Durante el año de 1924 se inicia el periodo de integración dirigido por Plutarco Elías Calles, quien a pesar de de la Guerra Cristera logra una etapa en la que se perfila el México moderno. Se inicia en 1925 un Programa de Desarrollo Económico y Reforma Agraria y un régimen institucional en el que se favorece a los burócratas al crearse la Dirección de Pensiones Civiles y de Retiro. Durante este periodo el Sector Público representa el 0.04%, el Sector Privado el 44.9% y el Sector Popular el 55.00% de las viviendas edificadas.

Al finalizar en 1928 el mandato de Calles, la continuidad en el poder mediante la creación de un Partido Oficial, permite al grupo gobernante hacer obras de transformación de la economía agraria, servicios públicos, salubridad y educación.

Pascual Ortiz Rubio, apoyado por el nuevo Partido, derrota a Vasconcelos, pero cae en la ambigüedad al promulgar unilateralmente cambios populares y reprimir los movimientos iniciados libremente, precipitando su caída.

El presidente sustituto, Abelardo Rodríguez, gobierna entre fuertes tensiones sociales, pero sale adelante con su Plan Sexenal. En este periodo se crea el Banco Nacional Hipotecario Urbano y de Obras Públicas, S.A. que financiaría la construcción de vivienda desde 1933, para en 1936 dar ori-

gen a las legislaciones específicas de vivienda.

El Conjunto de Habitación Obrera fué uno de los primeros logros de la vivienda popular.

Se hace un Concurso de Casa Mínima y la triunfadora consta de una estancia, dos alcobas para los hijos, independientes de la de los padres, instalación sanitaria y espacios para servicios. Su disposición es en tira, permitiendo un pasillo interior continuo que brinda ventilación e iluminación al interior.

Los porcentajes de producción de vivienda son en este lapso:
55.02% para el Sector Popular
44.80% para el Sector Privado
0.18% para el Sector Público.

En el período de la Expropiación Petrolera (1934-1940), el Gral. Lázaro Cárdenas se apoya en el Plan Sexenal de su antecesor para lograr la presidencia. Se plantea la lucha en el grupo gobernante, hay crisis en el Gabinete, se destierra a Calles, se fundan nuevas organizaciones populares y se organiza el Partido Oficial. Se trata de establecer la soberanía nacional e independencia económica.

El Banco Nacional Hipotecario Urbano y de Obras Públicas, S.A. financia importantes obras de servicios y crea legislaciones para la construcción de vivienda. En 1934 se emite un Decreto Presidencial que da origen a la Dirección General de la Habitación Popular, que forma parte del Departamento del Distrito Federal y tiene a su cargo la construcción de vivienda económica para la clase trabajadora de ingresos mínimos de esa dependencia.

En 1936 se dictan las normas que han de decir cuáles trabajadores tienen derecho a una casa y fija obligaciones de los beneficiarios y del propio Departamento.

Al finalizar dicho período el 0.42% corresponde al Sector Público, 44.47% al Privado y 55.11% al Popular.

Al iniciarse el período 1940-1946, el Gral. Manuel Avila Camacho justifica la política de Unidad Nacional en base al

fondo de la Segunda Guerra Mundial. La Reforma Agraria y los movimientos obreros languidecen, la inversión extranjera se deja sentir, se reactiva la doctrina capitalista en detrimento de la justicia social de Cárdenas.

En este periodo se crea el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) con el propósito de dotar a la población con un instrumento de seguridad social. Se encomienda la construcción de vivienda a instituciones sociales y el IMSS incluye en sus objetivos la dotación de vivienda como un derecho dentro del concepto de seguridad social.

El Sector Público tiene un fuerte ascenso en la producción de vivienda con un incremento del 20% con respecto al lapso anterior con 12,540 viviendas. El Sector Popular alcanza un 56% del total global.

A partir de 1946, durante el gobierno de Miguel Alemán se reinterpreto el proceso revolucionario y se corrigió el rumbo. Durante 1947 el Banco Hipotecario Urbano y de Obras Públicas, S.A. desarrolla programas enfocados hacia los sectores medios y bajos de la población, basados en la Ley de Servicio Público de Habitaciones Populares, emitida en el año de 1946.

Se construyen las primeras grandes Unidades Habitacionales en el Distrito Federal, como la Unidad Habitacional Presidente Miguel Alemán en 1947, con 1,000 viviendas, la Unidad Habitacional Presidente Juárez en 1949, con 980 viviendas y en Ciudad Sahagún, la Unidad de Habitación en 1952, con 150.

El Sector Público cuenta con 0.84%, el Privado con 45.55% y el Popular con 55.61% al concluir el periodo.

El régimen de Adolfo Ruiz Cortines se caracteriza políticamente por ser la transición entre el desarrollo nacional del mandato de Alemán y el intento neopopulista del siguiente sexenio. Surge la inflación como factor de atraso y crisis económica. Se crea el Fondo de las Habitaciones Populares (1954) con el fin de incrementar el programa de Vivienda. A finales de 1954 se forma el Instituto Nacional de la Vivienda para atender la demanda habitacional rural y urbana de los grupos que no eran beneficiarios de al-

rural y urbana de los grupos que no eran beneficiarios de alguna de las otras instituciones.

Se inicia también la construcción de la Habitacional Santa Fe en el D.F., perteneciente al IMSS, con 2,200 viviendas para 11,000 pobladores. En ese mismo se construyó el Centro Habitacional Legaria. Para finales del período el Sector Público tiene el 1.15%, el Privado 43.00% y el Popular 55.85% de las viviendas del país.

El sexenio de Adolfo López Mateos se caracteriza por no contar con una cima definida y progresista, lo que origina choques en la ideología y en la práctica. Se producen tensiones en el grupo dirigente, la burguesía se opone al gobierno, a la Alianza Popular y principalmente a la estatización, que aumenta considerablemente.

Durante 1964 se crea el Programa Financiero de Vivienda con antecedentes en el financiamiento comercial que la Banca Privada otorgaba a diversos promotores para la construcción de vivienda. Se canalizan jurídicamente inversiones para la construcción de vivienda a bajo costo.

Los antecedentes más importantes de la Dirección General de la Habitación Popular son: el Conjunto Santa Cruz Meyehualco (1962) y San Juan de Aragón (1964), con 3,000 y 9,927 viviendas respectivamente.

Otros conjuntos son: Conjunto Urbano Presidente Adolfo López Mateos en Nonoalco-Tlatelulco (1960-1964) con 11,916 viviendas, la Unidad Presidente Kennedy (1964) con 3,104 viviendas, creada por el Fondo de Operación y Descuento Bancario a la Vivienda (FOVI); todos ubicados en el Distrito Federal.

En el interior de la República, la Unidad Hidalgo en Manzanillo, Colima (IMSS), la Unidad Ensenada en Ensenada B.C.N. y la Unidad Tijuana en Tijuana B.C.N.

Al final del sexenio, del total de viviendas el 1.93% pertenece al Sector Público, 43.06% al Privado y 55.01% al Popular.

El mandato de Gustavo Díaz Ordaz se caracteriza por el inicio de un crecimiento estatal sin planeación y por la represión

guna de las otras instituciones.

Se inicia también la construcción de la Habitacional Santa Fe en el D.F., perteneciente al IMSS, con 2,200 viviendas para 11,000 pobladores. En ese mismo se construyó el Centro Habitacional Legaria. Para finales del período el Sector Público tiene el 1.15%, el Privado 43.00% y el Popular 55.85% de las viviendas del país.

El sexenio de Adolfo López Mateos se caracteriza por no contar con una cima definida y progresista, lo que origina choques en la ideología y en la práctica. Se producen tensiones en el grupo dirigente, la burguesía se opone al gobierno, a la Alianza Popular y principalmente a la estatización, que aumenta considerablemente.

Durante 1964 se crea el Programa Financiero de Vivienda con antecedentes en el financiamiento comercial que la Banca Privada otorgaba a diversos promotores para la construcción de vivienda. Se canalizan jurídicamente inversiones para la construcción de vivienda a bajo costo.

Los antecedentes más importantes de la Dirección General de la Habitación Popular son: el Conjunto Santa Cruz Meyehualco (1962) y San Juan de Aragón (1964), con 3,000 y 9,927 viviendas respectivamente.

Otros conjuntos son: Conjunto Urbano Presidente Adolfo López Mateos en Nonoalco-Tlatelolco (1960-1964) con 11,916 viviendas, la Unidad Presidente Kennedy (1964) con 3,104 viviendas, creada por el Fondo de Operación y Descuento Bancario a la Vivienda (FOVI); todos ubicados en el Distrito Federal.

En el interior de la República, la Unidad Hidalgo en Manzanillo, Colima (IMSS), la Unidad Ensenada en Ensenada B.C.N. y la Unidad Tijuana en Tijuana B.C.N.

Al final del sexenio, del total de viviendas el 1.93% pertenece al Sector Público, 43.06% al Privado y 55.01% al Popular.

El mandato de Gustavo Díaz Ordaz se caracteriza por el inicio de un crecimiento estatal sin planeación y por la represión política. Surge la reglamentación sobre Empresas Pa-

El Banco Nacional Hipotecario Urbano y de Obras Públicas, S.A. cambia a Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos (BANOBRA). Al haberse creado en 1964 el Programa Financiero de Vivienda, el BANOBRA se incorpora para ampliar su programa de vivienda al contar con un mayor financiamiento del Sector Privado.

Se construyen siete conjuntos habitacionales en el D.F. con 40% de financiamiento Privado y 25% por el adquirente mediante el precio inicial de su vivienda.

En 1970 se crea la Dirección General de la Habitación Popular para promover y ejecutar programas de habitación popular y administrar los conjuntos habitacionales a cargo del Departamento del Distrito Federal. Ese año desaparece el Instituto Nacional de la Vivienda y lo sustituye el Instituto Nacional para el Desarrollo de la Comunidad y de la Vivienda (INDECO).

Al concluir el periodo el Sector Público cuenta con 3.50%, el Privado con 41.48% y el Popular con el 55.02% del total de la vivienda producida.

El periodo siguiente, dirigido por Luis Echeverría Álvarez se caracteriza por un avance en ciertas partes de la Economía, pero incrementando la deuda externa de México, empezando una crisis económica que tendrá graves repercusiones en los sexenios posteriores.

La vivienda económica producida a partir de 1972 adquiere una nueva concepción espacial. Surge lo que se conoce como "La casa que crece", la cual puede irse aumentando de tamaño sin sufrir cambios en su integración espacial.

Durante 1972, a iniciativa del Poder Ejecutivo, se crea el Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT), cuyos objetivos son administrar los recursos del Fondo Nacional de la Vivienda para establecer y operar un sistema de financiamiento que proporcione al trabajador crédito barato y suficiente para adquirir, construir o reparar su vivienda. Se crea también el Fondo de Vivienda para los Trabajadores al Servicio del Estado (FOVISS-

TE) con funcionamiento semejante al del INFONAVIT.

En 1973 se crea el Fideicomiso con la Sociedad Mexicana de Crédito Industrial para iniciar el Programa de Remodelación Urbana por parte del INDECO, quien solicita la creación de un organismo que regularice los terrenos para cumplir los objetivos fijados. Así se origina la Comisión para la Regularización de la Tenencia de la Tierra (CORETT) en noviembre de 1974.

Al concluir el sexenio el Sector Público tuvo un 7%, el Privado 37% y el Popular 56% de la producción de la vivienda.

El periodo de José López Portillo se caracteriza por una crisis de confianza debida al fracaso del sistema Político y Económico ocasionado por un falso desarrollo.

Durante 1979 se inicia la Reforma Política para abrir un espacio limitado a la oposición y evitar que surjan problemas que pudiesen desencadenar violencia.

La dependencia económica de México es cada vez mayor, aumentan las importaciones, incluso en alimentos, y disminuyen las exportaciones, lo que origina el derrumbamiento del Sistema Económico.

La situación se torna crítica al final del periodo, hay una inflación de más del 100% que golpea severamente a los estratos sociales bajos, se trata de fijar un precio tope para los artículos de primera necesidad.

El crecimiento de las ciudades es desmedido, por lo que surge una reglamentación sobre el Uso del Suelo.

La participación de la vivienda es de 10.32% para el Sector Público, 35.21% para el Privado y 54.47% para el Popular.

El periodo de Miguel de la Madrid Hurtado se inicia en 1982 con una alta inflación y severa crisis económica heredada del sexenio anterior. Se empieza a promover la industrialización de la vivienda y la prefabricación para promover su construcción.

La industria de la Construcción es la más afectada por la paralización de la economía y la falta de inversión.

2.2.- DESARROLLO DE LA VIVIENDA EN MEXICO

Distinguimos dos tipos principales de vivienda según su ubicación: la rural y la urbana.

La vivienda rural está situada en pequeñas comunidades, principalmente agrícolas, dispersas y sin grandes concentraciones humanas, infraestructuras ni servicios.

La vivienda urbana se ubica en zonas de alta concentración humana, con población predominantemente dedicada a actividades de transformación y de servicios.

Ambos tipos de vivienda tienen características y problemas propios, que muchas veces no son comunes.

Se analizará por medio de tablas el desarrollo que ha tenido la vivienda, tocando aspectos como su origen por inversión de capital, por total de viviendas, índice de utilización o de habitación/vivienda, materiales de construcción, servicios con que cuenta, tenencia, localización en función de la población, necesidades totales, etcétera, lo que nos dará una idea más concreta del estado actual y a futuro del déficit habitacional de nuestro país.

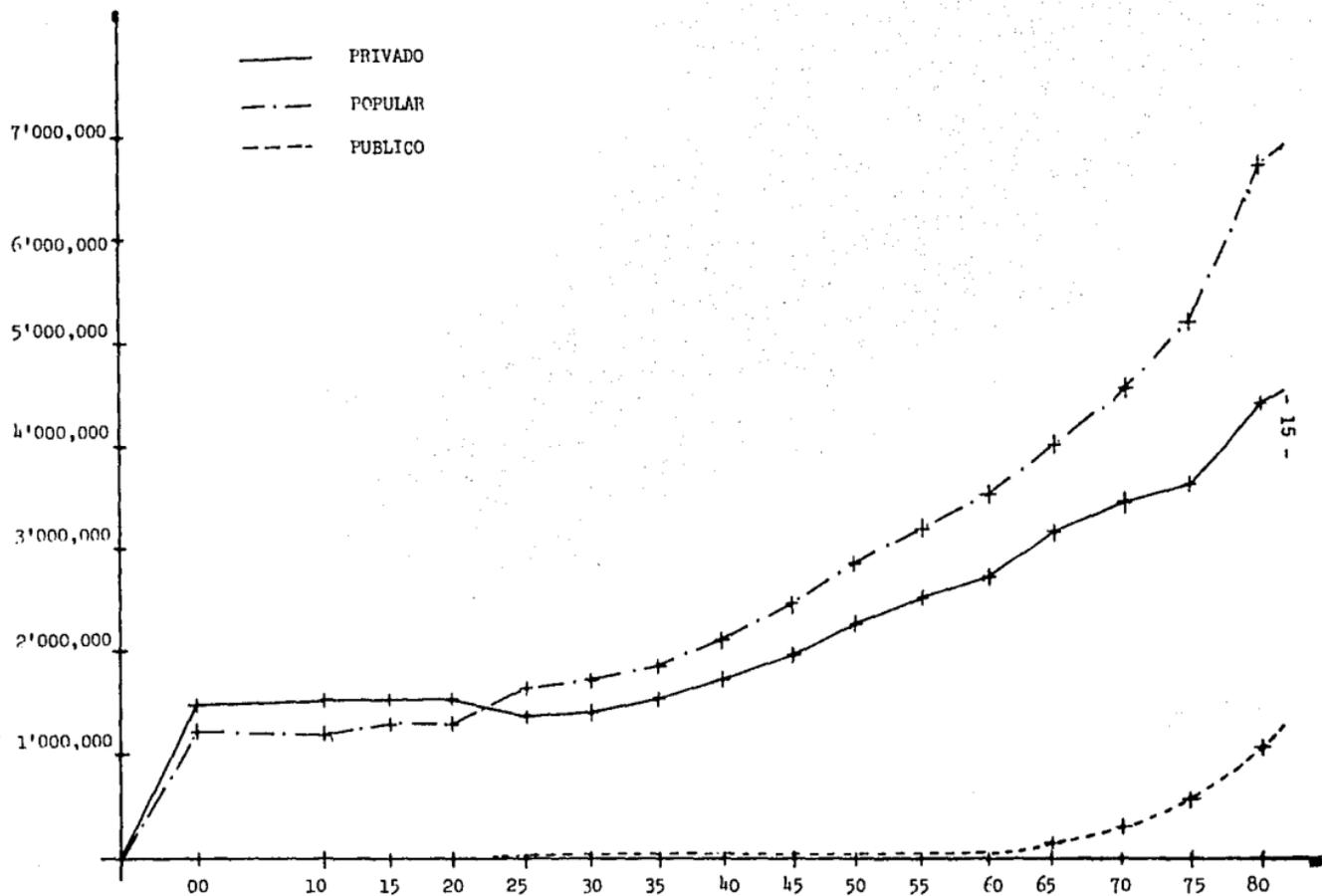
. ORIGEN POR INVERSION DE CAPITAL

ARO SECTOR	1900	1910	1915	1920	1925
PUBLICO	-	-	-	-	2.5
PRIVADO	1'538,574	1'558,885	1'579,197	1'599,508	1'378,350
POPULAR	1'258,833	1'275,452	1'292,070	1'308,689	1'692,213

ARO SECTOR	1930	1935	1940	1945	1950
PUBLICO	2,125	7,600	16.460	26,625	39,558
PRIVADO	1'428,179	1'550,869	1'727,717	1'987,555	2'300,790
POPULAR	1'748,148	1'904,794	2'140,405	2'481,757	2'918,860

ARO SECTOR	1955	1960	1965	1970	1975
PUBLICO	57,733	82,159	163,978	291,358	576,213
PRIVADO	2'528,833	2'750,662	3'199,785	3'437,508	3'630,254
POPULAR	3'252,183	3'576,275	4'111,267	4'557,508	5'310,427

ARO SECTOR	1980	1982
PUBLICO	1'039,742	1'322,264
PRIVADO	4'360,172	4'512,986
POPULAR	6'817,086	6'979,750



15 -

. INDICE HABITACION / VIVIENDA. (UTILIZACION)

ARO CONCEPTO	1900	1910	1915	1920	1925
V.T.	2'797,407	2'834,337	2'871,267	2'908,197	3'076,750
P.T.	15'185,000	13'152,000	13'725,000	14'365,000	15'670,000
I H/V.	5.43	4.64	4.78	4.94	5.09

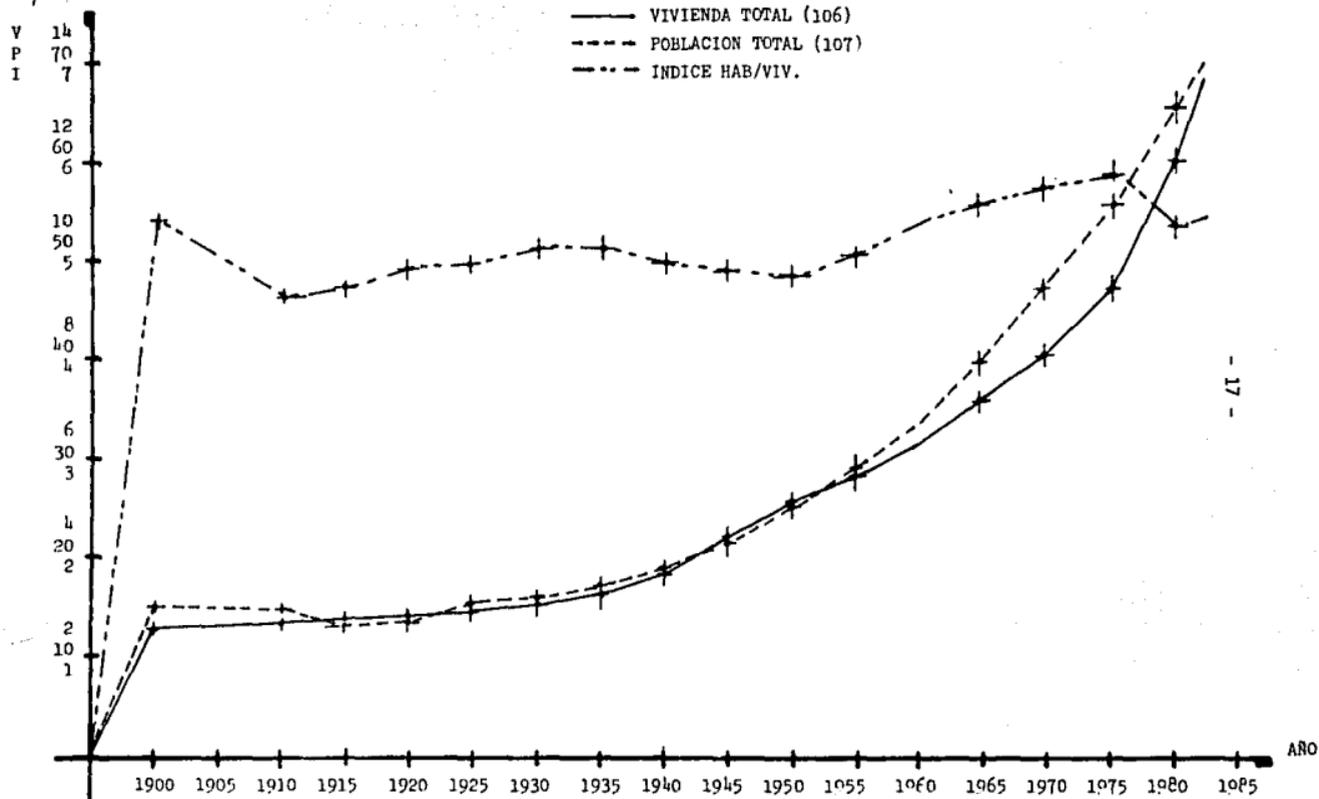
ARO CONCEPTO	1930	1935	1940	1945	1950
V.T.	3'178,452	3'463,263	3'884,582	4'495,937	5'259,208
P.T.	16'553,452	17'945,000	19'654,000	22'391,656	25'791,000
I H/V.	5.20	5.18	5.06	4.98	4.90

ARO CONCEPTO	1955	1960	1965	1970	1975
V.T.	5'838,749	6'409,096	7'475,030	8'286,369	9'516,894
P.T.	30'030,000	34'923,000	41'723,000	48'225,000	56'055,000
I H/V.	5.14	5.44	5.58	5.82	5.89

ARO CONCEPTO	1980	1982
V.T.	12'217,000	12'815,000
P.T.	65'957,000	70'125,000
I H/V.	5.39	5.47

V.T. - VIVIENDA TOTAL

P.T. - POBLACION TOTAL



. POR MATERIAL DE CONSTRUCCION.

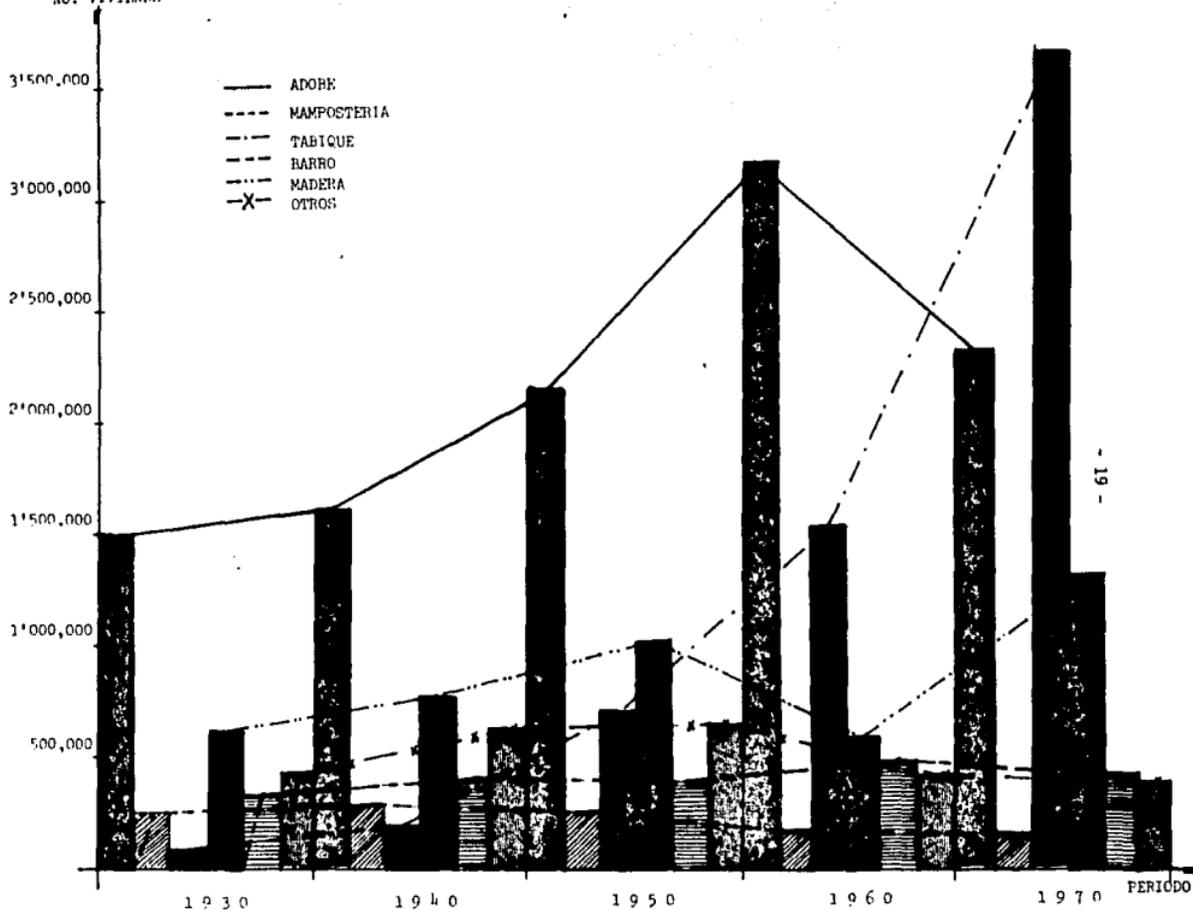
1 9 3 0			1 9 4 0		
MATERIAL	Nº VIVIENDA	%APROX.	MATERIAL	Nº VIVIENDA	%APROX.
ADOBE	1'499,298	46	ADOBE	1'611,245	42
MAMPOST.	255,050	8	MAMPOST.	288,824	7
TABIQUE	96,359	3	TABIQUE	197,379	5
MADERA	618,349	19	MADERA	771,365	20
BARRO	339,248	11	BARRO	396,658	10
OTROS *	420,148	13	OTROS *	619,111	16
T O T A L	3'178,452	100	T O T A L	3'884,582	100

1 9 5 0			1 9 6 0		
MATERIAL	Nº VIVIENDA	%APROX	MATERIAL	Nº VIVIENDA	%APROX
ADOBE	2'190,607	41.6	ADOBE	3'183,566	49.7
MAMPOST.	250,806	4.8	MAPOST.	170,562	2.7
TABIQUE	719,418	13.7	TABIQUE	1'546,946	24.1
MADERA	1'040,787	19.8	MADERA	588,486	9.2
BARRO	392,816	7.5	BARRO	494,554	7.7
OTROS *	664,774	12.6	OTROS *	424,982	6.6
T O T A L	5'259,208	100	T O T A L	6'409,096	100

1 9 7 0					
MATERIAL	Nº VIVIENDA	%APROX.	MATERIAL	Nº VIVIENDA	%APROX.
ADOBE	2'337,624	28.21	OTROS *	399,666	4.85
MAMPOST.	157,321	1.89	T O T A L	8'286,369	100
TABIQUE	3'658,146	44.14			
MADERA	1'317,165	15.89			
BARRO	416,442	5.02			

* LAMINA DE FIERRO, DE CARTON, DE ASBESTO, MADERA DE DESPERDICIO, ETC.

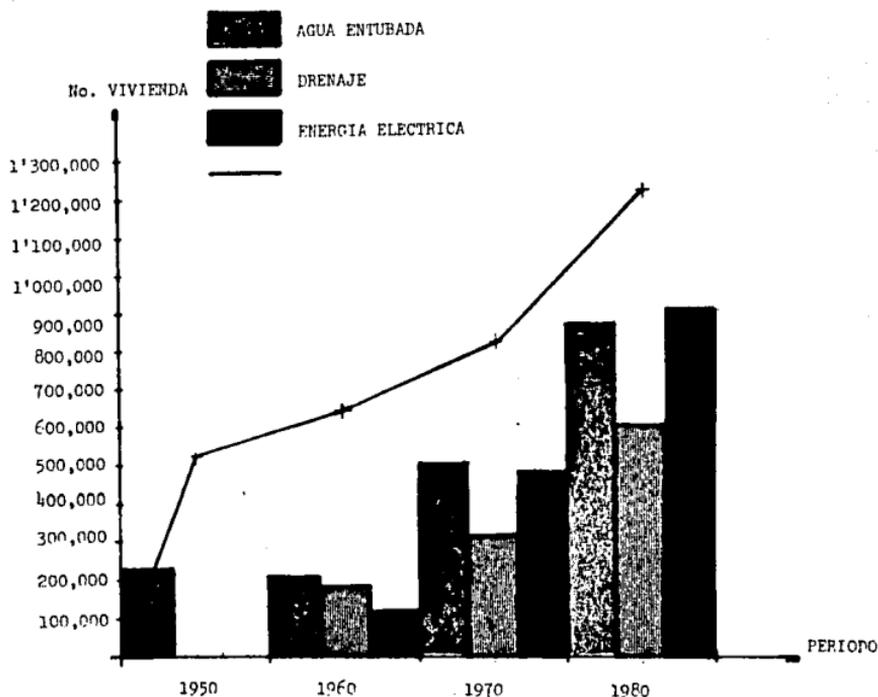
No. VIVIENDA



. POR LOS SERVICIOS CON QUE CUENTA

PERIODO	N° VIVIENDAS	AGUA ENTUBADA		DRENAJE		ENERGIA ELECT.	
		ABSOLUTO	%	ABSOLUTO	%	ABSOLUTO	%
1950	5'259,000	2'284,000	43.4	--	-	--	-
1960	6'409,000	2'070,000	32.3	1'852,000	28.9	1'120,000	17.5
1970	8'286,000	5'056,000	61.8	3'188,000	38.5	4'877,000	58.9
1980	12'217,000*	8'703,000	71.2	6'015,000	49.2	9'108,000	74.6

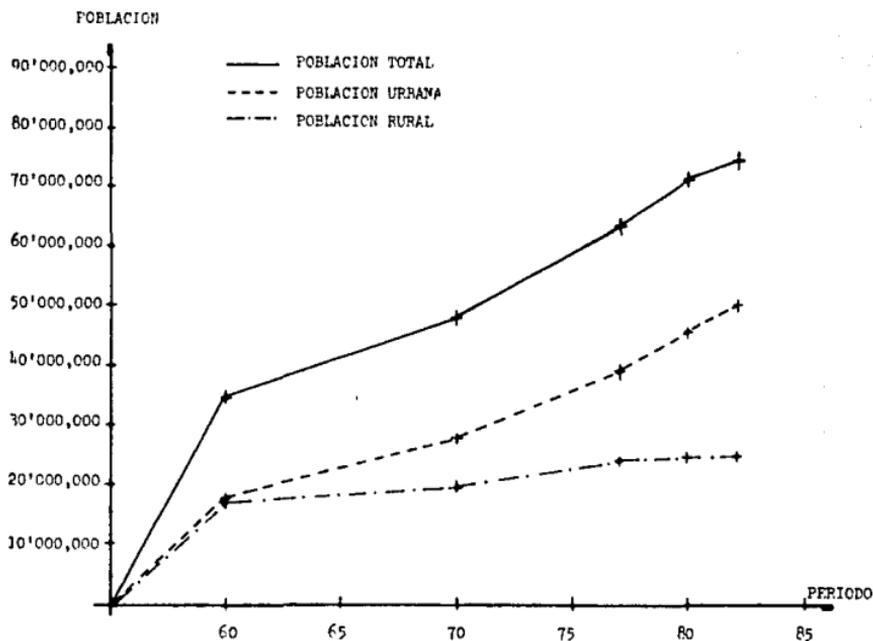
* SE REFIERE SOLO A VIVIENDAS PARTICULARES.



LOCALIZACION EN FUNCION DE LA POBLACION

PERIODO	POBLACION *		POBLACION URBANA *		POBLACION RURAL*	
	TOTAL	%	TOTAL	%	TOTAL	%
1960	34'923,000	50.69	17'704,118	49.31	17'219,011	
1970	48'225,283	58.64	28'278,280	41.36	19'946,458	
1977	63'821,500	61.84	39'467,984	38.16	24'353,516	
1980	70'146,500	65.29	45'800,832	34.71	24'545,968	
1982	74'707,700	67.22	50'221,918	32.78	24'485,784	

* INCREMENTO PLANEADO APROYECCION CONSTANTE.

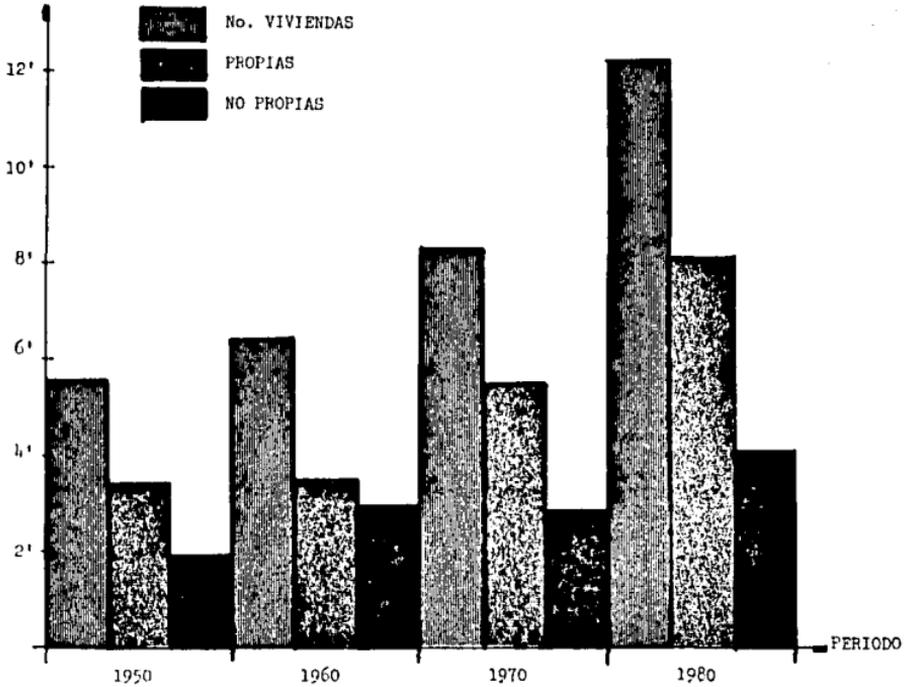


. POR SU TENENCIA.

PERIODO	N°VIVIENDAS	PROPIAS		NO PROPIAS	
		ABSOLUTO	%	ABSOLUTO	%
1950	5'259,000	3'370,000	64.1	1'889,000	35.9
1960	6'409,000	3'468,000	54.1	2'941,000	45.9
1970	8'286,000	5'471,000	66.0	2'815,000	34.0
1980	12'217,000*	8'160,000	66.8	4'057,000	33.2

* SOLO SE INCLUYE LA VIVIENDA PARTICULAR.

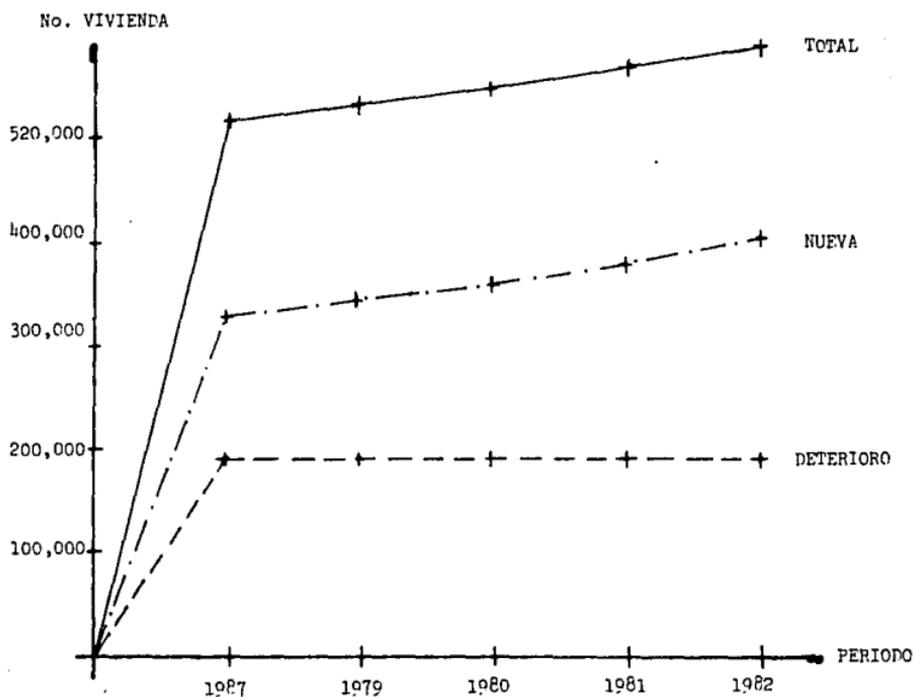
No. VIVIENDA



NECESIDADES DE VIVIENDA.

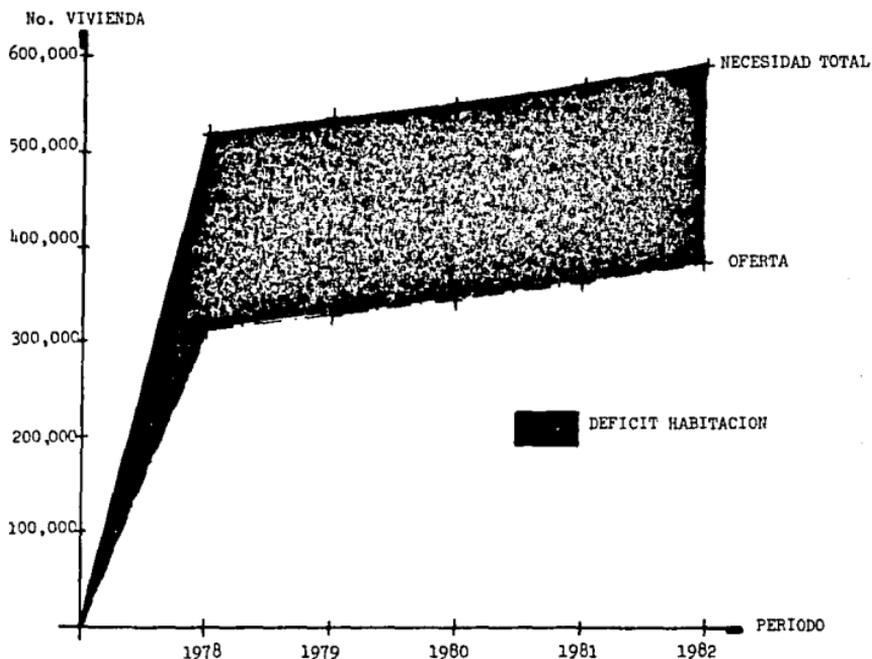
PERIODO	REPOSICION DE VIVIENDA		TOTAL
	POR DETERIORO	NUEVA*	
1978	192,775	327,354	520,129
1979	192,775	344,193	536,068
1980	192,775	361,927	554,702
1981	192,775	380,619	573,304
1982	192,775	400,305	593,080
T O T A L	963,875	1'814,398	2'778,273

* DEBIDO PRINCIPALMENTE AL CRECIMIENTO DEMOGRAFICO.



. DEFICIT HABITACIONAL

AÑO CONCEPTO	1978	1979	1980	1981	1982	TOTAL
POB. URB.	41'412,894	43'449,298	45'600,532	47'850,072	50'221,916	50'221,916
OFERTA	314,825	331,145	348,343	366,470	385,575	1'746,358
NEC. POR INCREMENTO	327,354	344,193	361,927	380,619	400,305	1'814,398
NEC. POR REPOSICION	192,775	192,775	192,775	192,775	192,775	963,875
- NECESIDAD TOTAL	520,129	536,948	554,702	573,394	593,080	2'778,273
DEFICIT ANUAL	205,304	205,823	206,363	206,919	207,506	1'031,915



C A P I T U L O I I I

M E T O D O S T R A D I C I O N A L E S

3.1.- INTRODUCCION

Para la construcción de Vivienda de Interés Social, atendiendo a su sistema constructivo, se conocen dos métodos principales: el denominado Método Tradicional y el Método Prefabricado.

En este capítulo se hablará del primero, considerando los puntos más importantes para la construcción de la Vivienda de Interés Social.

El Método Prefabricado será analizado en el capítulo siguiente, observando las características propias de éste.

Por la amplitud del tema, sólo se enfocará lo relacionado a la Vivienda de Interés Social, debido principalmente, a que es el método que más se ha usado en la evolución de la Construcción.

Así pues, se define al Método Tradicional como aquel en que las materias primas que constituirán la unidad de obra se procesan en el lugar de su colocación final, basándose en un alto porcentaje de uso de mano de obra. Esto implica que todo material empleado siga diferentes pasos hasta su colocación definitiva; tal es el caso del acero, que requiere

de un proceso de habilitación antes de ser colocado en su lugar definitivo.

En la construcción de Vivienda de Interés Social se tienen las siguientes partidas como básicas: Cimentación, Estructura, Instalaciones Eléctricas, Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias, Acabados, Herrería, Carpintería e Instalaciones de Seguridad, debido, principalmente, a un enfoque Costo-Tiempo, pues por ser de Interés Social, se busca que el costo sea bajo con una calidad que esté enmarcada por las especificaciones existentes.

3.2.- CIMENTACIONES

La cimentación es el elemento que equilibra las descargas contra la reacción del terreno, es decir, su función principal es la de transmitir el peso de la construcción al suelo.

En vivienda de interés social se clasifican en tres grupos:

a) Por su material:

Mampostería de Piedra: Las dimensiones de dicha cimentación variarán de acuerdo al cálculo de la casa o el edificio. Se construyen con piedra brava y alcanzan profundidades aproximadas de 50 cm para bardas y 60 cm para casas. Son de sección trapezoidal.

El ancho de la base no podrá ser mayor de 1.20 m por aumentar considerablemente el peso del elemento y la corona no podrá ser menor de 30 cm. El ángulo de las caras no podrá ser mayor de 60 grados respecto a la horizontal ni menor de 45. Como elemento para unir se usa mortero cemento-arena.

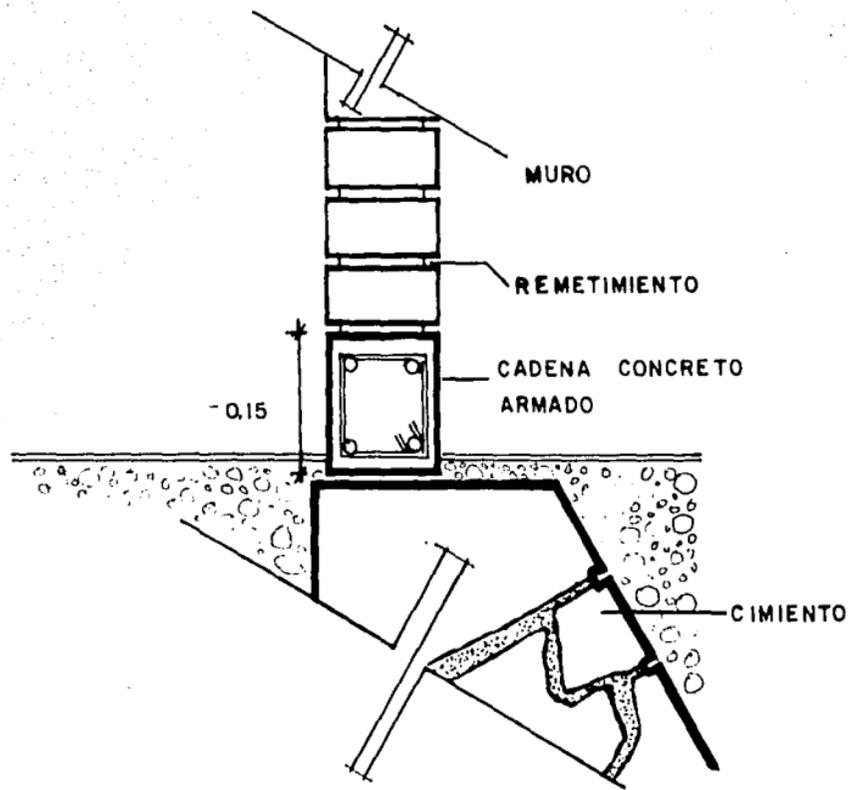
Concreto Armado: El concreto armado es característico cuando se usan zapatas o losas en la cimentación. Consiste en colocar acero de refuerzo en la zapata o losa para soportar los efectos de tensión que origina la carga sobre el suelo. Se usa concreto $f'c=200\text{kg/cm}^2$. A su vez, se clasifican en:

- . Zapatas aisladas: Se usan generalmente en terrenos de alta capacidad de carga; usadas generalmente como base de columnas.
- . Zapatas corridas: Se usan generalmente en muros de carga o donde las zapatas aisladas tienen grandes dimensiones; su forma es variable.
- . Losas de cimentación: Se aceptan generalmente cuando las

dimensiones de las zapatas corridas son extremadamente grandes, debido a grandes cargas o a un terreno poco resistente. Son combinables con los sistemas de flotación o de sustitución.

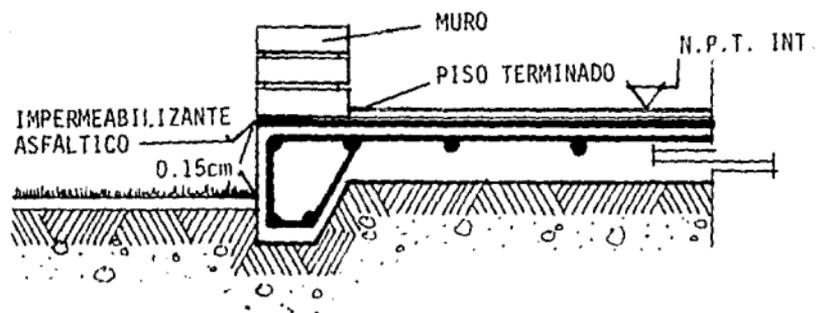
En vivienda de interés social de tipo unifamiliar tienen gran aceptación generalmente debido a que no necesitan grandes volúmenes de excavación, sino más bien, de una superficie uniforme y bien compactada.

En el tipo de vivienda que se desarrolla se eligió el sistema de losa de cimentación por su rapidez y porque en la zona de construcción, ya preparada, existe un terraplén compactado al 90% proctor.



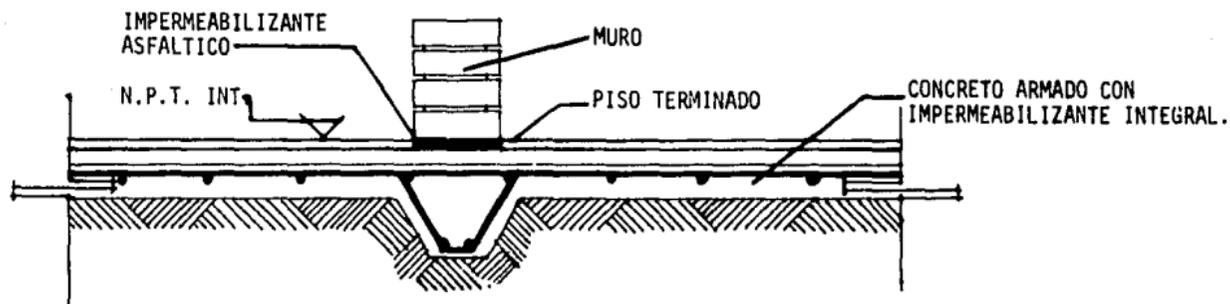
DETALLE DE CIMENTACION DE PIEDRA.

FIGURA 1.



EN COLINDANCIA O EXTLRIOR.

FIGURA 2.



MURO INTERMEDIO
LOSA DE CIMENTACION.

FIGURA 3.

3.3.- ESTRUCTURACION

3.3.1.- MUROS

Los muros son los elementos estructurales de sección alargada vertical que por su uso pueden ser de carga o divisorios y que por su posición pueden ser bajo tierra, sobre suelo, exteriores e interiores. Los materiales que sirven para su construcción pueden ser tabique, block, concreto armado o combinaciones de ellos.

Muros de Tabique: Son los más utilizados por su relativo bajo costo de fabricación; debe ser sólido, de color uniforme, piezas rectas sin deformaciones ni grietas y ancho nominal de 14 cm. En este tipo de muro intervienen los castillos y cadenas, elementos estructurales secundarios que dan rigidez suficiente al muro para evitar desplomes o colapsos.

Los castillos soportan esfuerzos horizontales y se recomienda colocarlos a cada 3.00 m como máximo en muros de altura no mayor de 2.50 m. Se usará un armado tipo de 4 varillas de 5/16" de diámetro con estribos de 1/4" a cada 30 cm y un concreto de $f'c=200$ kg/cm². con sección de 15 x 15 cm. Pueden quedar a nivel del espesor del muro y aparentes (figura 4), o bien pueden sobresalir teniendo un chaflán de 3/4" en sus orillas (figura 5).

Las cadenas son elementos horizontales que rigidizan a los castillos, debiendo cumplir las mismas características de armado y acabado que los castillos (figuras 1 y 6).

El tabique se juntea con mezcla de cemento-arena en proporción 1:6 y no tendrá una junta menor de 0.5 cm ni mayor a 1.5 centímetros.

El acabado del muro puede variar; puede ser aparente, para lo cual se limpian bien las superficies y se pinta con sellador vinílico o con acabados de yeso en interiores o de mezcla al exterior.

Muros de Block: La diferencia con el anterior es fundamentalmente su origen, de cemento-arena y que se fabrican por extrucción. Pueden ser huecos o sólidos. El block sólido sigue las mismas características de colocación que el tabique, a diferencia que puede quedar aparente sin necesidad de acabados posteriores.

Al block hueco debe colocársele un refuerzo horizontal de alambro de 1/4" diámetro a cada cinco hiladas y un refuerzo vertical a cada metro ahogado en el hueco del block, a fin de rigidizar y evitar agrietamientos.

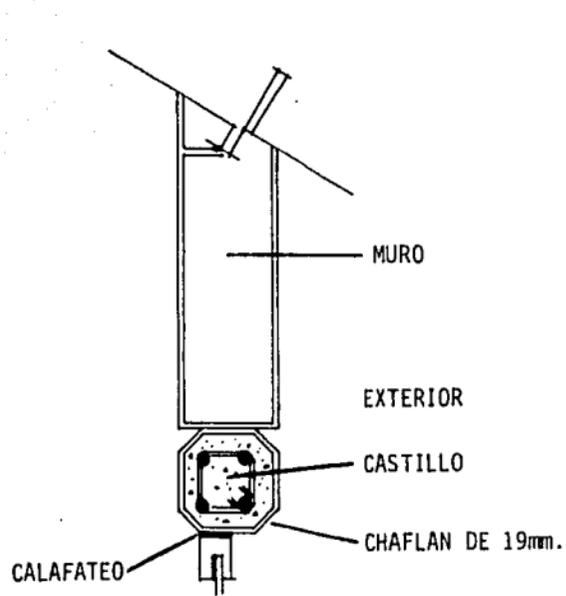
Muros de Concreto: Este muro representa otro tipo de problemas; se debe armar primero todo el acero de refuerzo, dependiendo de la sollicitación de cargas y el ancho del muro. Posteriormente se coloca la cimbra, que debe estar perfectamente armada, pues será el molde que soporte el empuje del concreto, así como las vibraciones transmitidas durante el colado. Debe colocarse a plomo y perfectamente rigidizada, para evitar deformaciones.

Es un tipo de muro usado normalmente en construcciones de grandes dimensiones y sollicitaciones de carga.

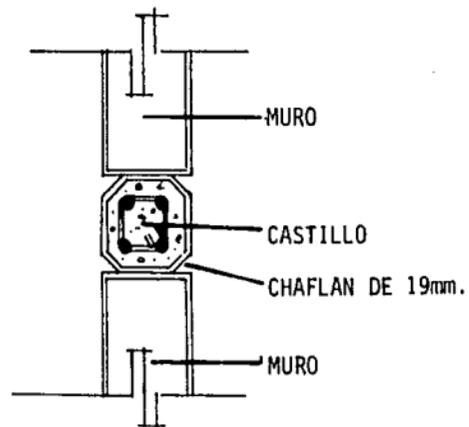
Alternativa Seleccionada: Se empleará muro de tabique por ser el sistema más tradicional de construcción, así como por su bajo costo.

A continuación se presenta un análisis de costo de este tipo de muro.

MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	IMPORTE
Tabique rojo	56	pza	5.50	308.00
Mortero c.a. 1:6	0.032	m3	2,815.80	90.11
Costo Materiales				398.11
MANO DE OBRA	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	IMPORTE
Cuadrilla Muros	0.10	jor	2,763.21	276.32
Cuadrilla Acarr.	0.0052	jor	5,930.93	30.84
Costo Mano de Obra				307.16
HERR.Y EQUIPO	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	IMPORTE
Herramienta	2.00	%	307.10	6.14
Costo Herramienta				6.14
Costo Directo Total				711.41
15% IVA sobre 398.11				59.70
PRECIO UNITARIO				\$ 771.11



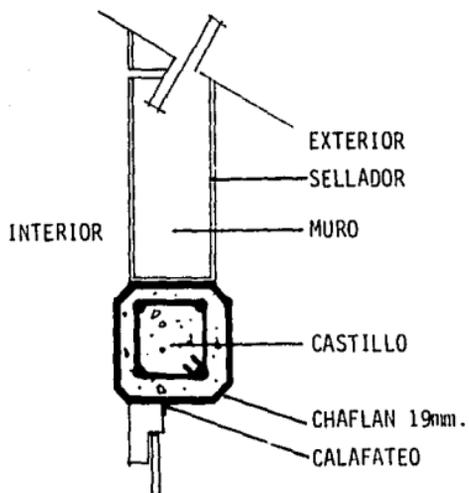
CASTILLO DE REMATE DE MURO



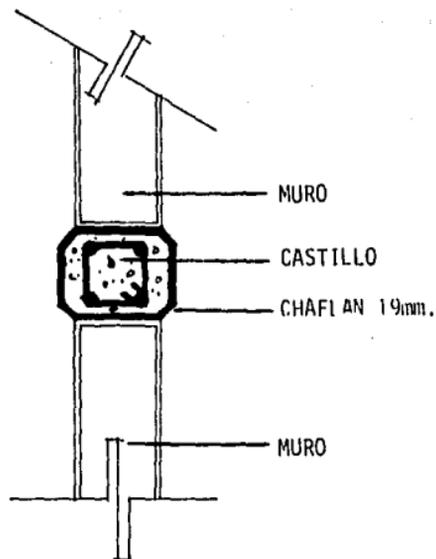
CASTILLO INTERMEDIO

PLANTA DE CASTILLO RESALTADO EN MURO.

FIGURA 4.



REMATE DE MURO



CASTILLO INTERMEDIO

FIGURA 5

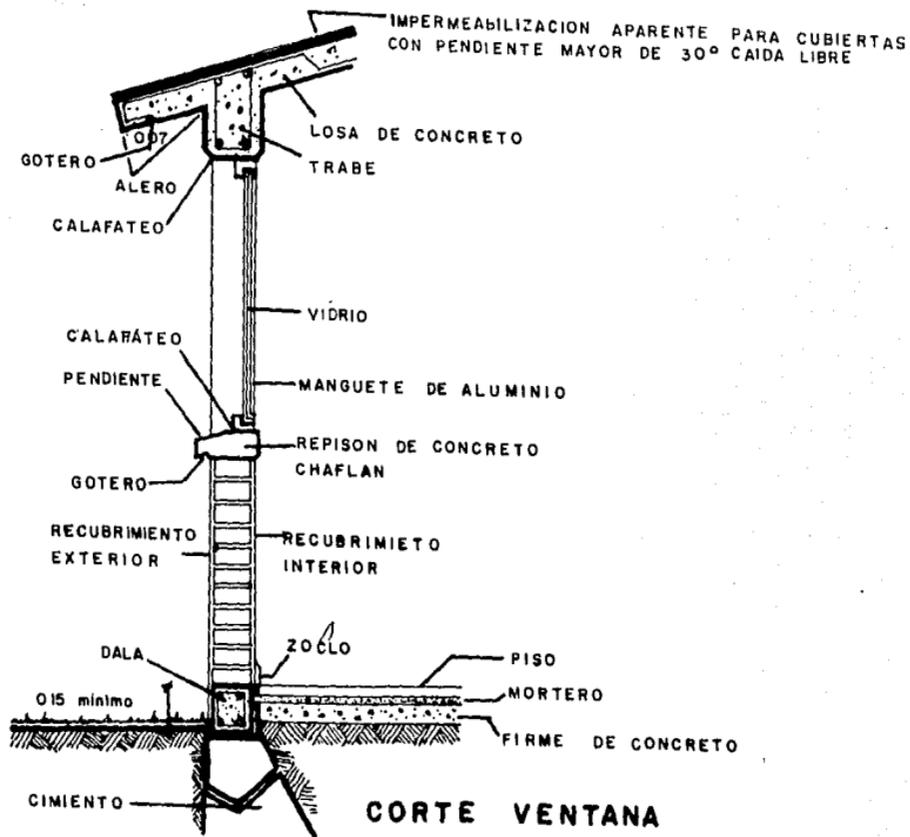
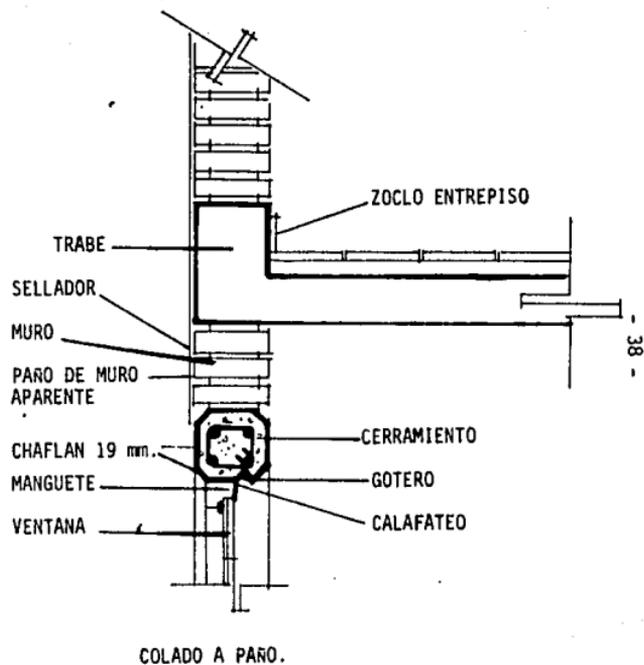
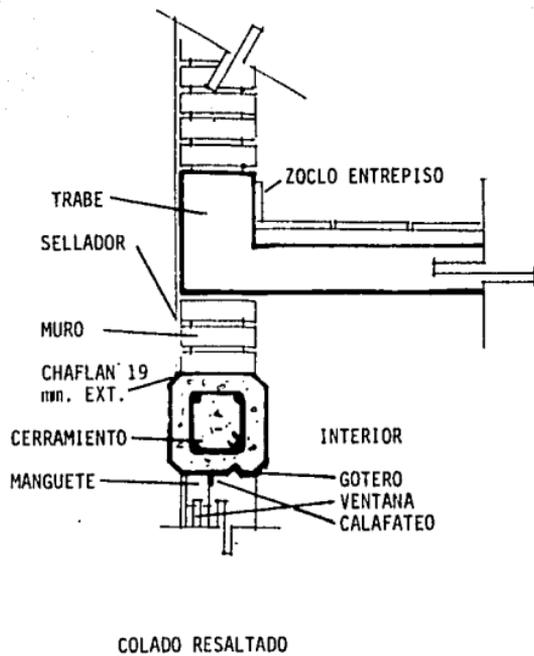


FIGURA 6.



CORTE DE CERRAMIENTO.

FIGURA 7

3.3.2.- LOSAS

En construcción de vivienda unifamiliar se dá preferencia a los diseños de techos en cubiertas inclinadas y caída libre de las aguas pluviales.

.LOSA DE CONCRETO: En este tipo de losas exist una gran variedad, pues hay losa maciza de concreto normal, losa maciza de concreto aligerado celular (con aire, CO₂, intrusores), con agregados ligeros (poliestireno expandido, tezontle, piedra pómez, arcillas o materiales pétreos expandibles).

La losa maciza de concreto tiene acero de refuerzo y cimbra, que es un inconveniente pues resulta ser el paso más tardado en la elaboración de la losa. Las instalaciones eléctricas son colocadas antes del colado para que queden ahogadas en la losa.

Las losas de concreto podrán ser aligeradas o macizas.

En losas macizas el espesor común es de 8 a 10 cm en claros pequeños, ya que para claros mayores resultan de alto costo y peso propio elevado por el peralte resultante.

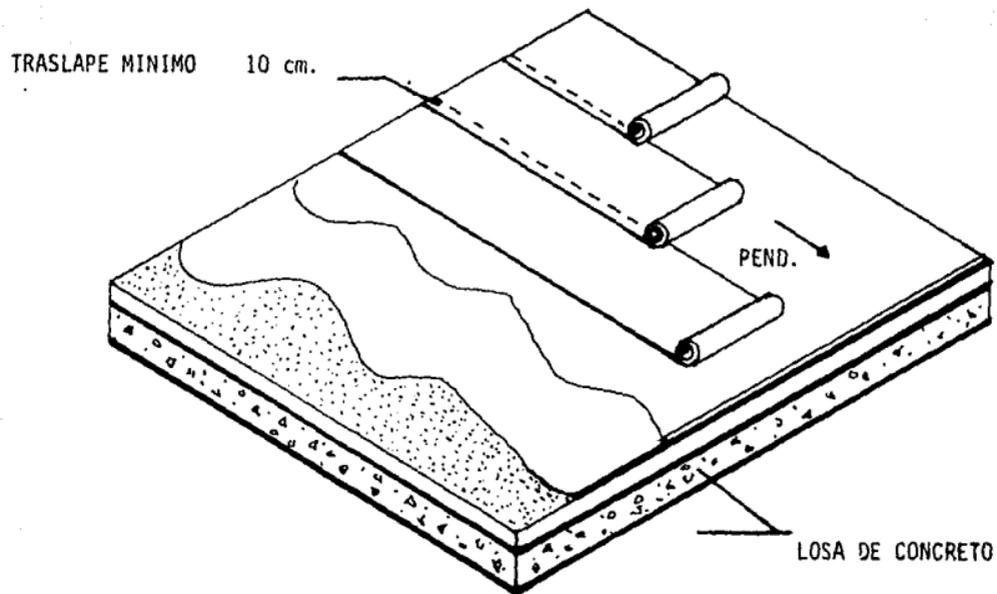
La losa aligerada se usa generalmente para claros mayores, pudiendo ser aligerada con block de concreto, block de poliestireno expandido o con casetones de fibra de vidrio. Resulta de peraltes mayores, pero tiene un menor peso propio.

En vivienda de interés social, se coloca losa maciza de 10 cm de espesor por ser claros pequeños y según las especificaciones generales de vivienda del INFONAVIT.

La losa que analizaremos tendrá la pendiente incluida, pues esto origina un ahorro en los rellenos de azoteas.

A continuación presentamos el estudio de costo de la losa de azotea.

MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	IMPORTE
Cimbra	1.00	m2	85.88	85.88
Varilla #5 A.R.	3.83	kg	43.69	167.33
Diesel	0.25	lt	14.00	3.50
Alambre Recocido	0.137	kg	49.05	6.72
Pruebas de Lab.	3.83	kg	0.12	0.45
Concreto f'c=250	0.103	m3	3,730.00	384.19
Pruebas de Lab.	0.103	m3	100.00	10.30
Curacreto	0.20	lt	47.30	9.46
Costo Materiales				667.83
MANO DE OBRA	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	IMPORTE
Cuadrilla Carpin.	40.00	m2	4,731.00	118.28
Cuadrilla Fierre.	40.00	m2	1,489.00	37.23
Cuadrilla Albañil	166.00	m2	4,539.00	27.34
Acarreo de Mat.	4.00	%	668.00	26.72
Mando intermedio	10.00	%	209.57	20.96
Costo Mano de Obra				230.53
HERR.Y EQUIPO	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	IMPORTE
Herramienta	3.00	%	230.53	6.92
Bomba de Concreto	0.13	m3	517.50	53.30
Vibrador	1.00	pza	102.03	8.16
Costo Herramienta				68.38
Costo Directo Total				966.74
15% IVA sobre 667.83				100.19
PRECIO UNITARIO				\$ 1,067.00



IMPERMEABILIZACION DE LOSA CON PENDIENTE SIN PRETILES NI BAJADAS PLUVIALES.

FIGURA 8

ALBAÑILERIA: Para vivienda de interés social unifamiliar existen los siguientes conceptos, según la guía de especificaciones generales de vivienda del INFONAVIT.

- .Aleros: Las losas de azotea deben tener un volado mínimo de 30 cm sobre el paño exterior del muro.
- .Gárgolas: Se utilizan en viviendas de hasta dos niveles, su volado mínimo será de 30 cm y pueden ser precoladas.
- .Repizones: Estos pueden ser de concreto armado, tabique o aluminio.
- .Goteros: Todos los anteriores deben llevar su correspondiente gotero, para evitar infiltraciones del agua por la parte inferior de la pieza.
- .Soporte de Calentador: Serán de acero con ménsula de apoyo empotrada al muro correspondiente.
- .Soporte del Fregadero: Podrán estar sujetos por ménsulas de acero o por muro de tabique cuando no lleven gabinete.
- .Soporte de Lavaderos: Se recibirán al muro con ménsulas metálicas anilladas con pernos que atravesarán el muro.
- .Bardas: Se basarán en los reglamentos locales. Las bardas de patios de servicio serán ciegas, con altura mínima de 1.80 m con relación al patio o terreno.
- .Piso de Regadera (Charola): La pendiente mínima será de 2%. El nivel del piso de la regadera deberá estar 5 cm abajo del nivel de piso terminado del baño.
- .Registros: Estos pueden ser de tabique o prefabricados. En este caso, se seleccionó la primera opción, por ser del método tradicional. Tendrán como di-

mensiones mínimas interiores 60 x 40 cm con la profundidad variable.

.Impermeabilización: En la azotea, su función principal es evitar la filtración de agua a través de la losa de techo. También se utiliza en los desplantes de muros.

La impermeabilización de azoteas debe constar de un imprimador a base de una emulsión asfáltica de 60% de sólidos con un rendimiento de 0.2 lt/m², asfalto oxidado según la norma ASTM 05 con punto de ablandamiento de acuerdo a la norma ASTM-E28.

Sobre el imprimador se coloca una membrana de fibra de vidrio con traslapes mínimos de 10 cm ; se recubre con gravilla de color esmaltado a fuego y posteriormente un sellado con cemento plástico de base asfáltica, hasta lograr una capa uniforme de 5mm cubriendo la gravilla.

3.4.- ACABADOS

Después del resanado que prosigue a lo que denominaremos como Albañilería de Acabados, donde se concentra todo lo relacionado a la terminación de pisos y muros. Estos deben tener las siguientes características: durabilidad, bajo costo de mantenimiento, fácil colocación, costo razonable y uso adecuado respecto a su localización.

.Acabados para Pisos: Dependerá de su localización en la casa y puede ser cemento pulido o escobillado, con o sin color integral, mosaicos, ya sea de pastas, granito, vidriado o antiderrapante, losetas vidriadas o vinílicas, azulejo o similares.

De las anteriores, se optó por la loseta vinílica por ser la de más fácil y rápida colocación. Al tener piso de loseta vinílica, el zoclo también será vinílico.

.Acabados para Muros: Se dará prioridad a los acabados aparentes, que a su vez generan gastos mínimos de mantenimiento, aunque en este caso, se usará muro con recubrimiento a base de un aplanado fino y repellido para aplicar posteriormente pintura vinílica.

En la zona de baños y cocina se colocará mosaico veneciano siguiendo la guía de especificaciones generales de vivienda del INFONAVIT.

A continuación se presenta un estudio del acabado repellido.

MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	IMPORTE
Mortero c.a. 1:4	0.030	m3	3,746.82	112.40
Costo Materiales				112.40
MANO DE OBRA	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	IMPORTE
Cuadrilla Muros	16.50	jor	2,763.21	167.45
Costo Mano de Obra				167.45
HERR.Y EQUIPO	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	IMPORTE
Herramienta	2.00	%	167.45	3.35
Costo Herramienta				3.35
Costo Directo Total				283.20
15% IVA sobre 112.40				16.86
PRECIO UNITARIO				\$ 300.06

3.5.- INSTALACION HIDRAULICA Y SANITARIA

Se buscará principalmente la economía y funcionalidad. Se usan dos tipos de materiales para estas instalaciones, y son: tubo galvanizado y tubo de cobre.

La instalación hidráulica debe cumplir con lo siguiente:

- .Se considera un abastecimiento mínimo para 6 habitantes.
- .Se utilizarán tuberías de fierro galvanizado cédula 40 en exteriores y cobre tipo M en interiores.
- .El calentador tendrá capacidad de 40 lt con válvula de alivio y check, con jarro de aire y ventilación.
- .Agua caliente en lavabo, regadera y cocina.
- .Cuadro de tubería de 1/2" de diámetro, dejando la preparación para instalar el medidor de agua.
- .Tinacos verticales de asbesto-cemento con capacidad mínima de 900 lt. La altura mínima entre el tinaco y la regadera más próxima será de 2.00 m.

La instalación sanitaria debe cubrir lo siguiente:

- .Cada vivienda debe contar con una red sanitaria capaz de desalojar las aguas negras y pluviales de acuerdo a los cálculos sanitarios.
- .Todas las áreas descubiertas contarán con trampa de arena.
- .Se usarán registros de tabique o prefabricados, con marco y contramarco de solera metálica.
- .Sólo en vivienda unifamiliar se permite el uso de gárgolas o de cvaída libre para desalojo de las aguas pluviales.
- .Todos los patios deben tener un registro bajo el lavadero, para el agua pluvial y la descarga del propio lavadero.
- .Las pendientes mínimas serán de 2% para tubo menor de 76mm de diámetro (3"), para diámetros mayores se acepta un 1.5%.
- .Los diámetros mínimos son: 102 mm (4") para descarga de WC, 51 mm (2") para regadera, 38 mm (1 1/2") para otros muebles y tubos ventiladores.
- .Se puede usar PVC con junta rígida o fierro fundido con reaque de plomo.

3.6.- INSTALACION ELECTRICA

Comprende el conjunto de aparatos y accesorios destinados a la distribución y utilización de la energía eléctrica y tiene los siguientes elementos:

- .Dispositivo de recepción: Acometida y equipo de medición.
- .Dispositivo de desconexión y protección principal: Tablero y fusibles.
- .Distribución primaria: Circuitos derivados.
- .Distribución secundaria: Tablero de distribución.
- .Utilización: Lámparas y contactos.

Para la instalación eléctrica se puede utilizar tubería de:

- .Pared Gruesa: en muros, losas o intemperie, es roscada.
- .Pared Delgada: es acoplable con conectores, baja resistencia mecánica, galvanizada o esmaltada.
- .Flexible: para aparatos sujetos a vibración.
- .Plástica: la más usada en vivienda por su bajo costo y fácil colocación, conocida como poliducto.
- .El diámetro mínimo aceptado es de 13 mm (1/2"). Las cajas serán de PVC o metálicas.
- .Se usarán conductores TW calibre 10 y 12.
- .Los arbotantes irán colocados a una altura de 2.00 m, los apagadores a 1.00 m y los contactos a 20 cm sobre el nivel de piso terminado.

3.7.- HERRERIA

En este inciso trataremos las características que deben tener las ventanas, puertas y chambranas.

- .La puerta de acceso será de 0.90 x 2.10 m de lámina.
- .La puerta de la cocina que da al exterior será de perfil tubular de 0.90 x 2.10 m, con un fijo de vidrio en su parte superior y con un antepecho ciego.
- .El arrastre de las puertas no excederá de 0.5 cm.
- .En puertas que dan al exterior se colocarán botaguas de aluminio o lámina galvanizada.
- .Las chambranas serán de lámina calibre 18.
- .Toda la herrería debe tener un tratamiento anticorrosivo.
- .Toda la herrería se colocará antes que los acabados, para evitar resanes en lo posible.
- .La ventanería se colocará en el centro del espesor del muro cuando éste sea de 14 cm. Podrá ser de perfil tubular o de aluminio.

En este caso, se seleccionó el perfil tubular por ser más comercial.

3.8.-CARPINTERIA

Se deben considerar los siguientes puntos:

- .Todas las puertas serán de 0.80 x 2.10 m libres en recámaras y de 0.70 x 2.10 m en baños.
- .Las puertas serán de tambor con bastidor y triplay de pino de 3mm con cintillas perimetrales con tres bisagras latonadas, su acabado será con pintura de esmalte o barniz.
- .Los closets tendrán cuatro entrepaños con dimensiones de 40x 40 cm espaciados 45 cm, tubo portaganchos de 19 mm (3/4") de diámetro, chambranas y puertas.
- .La cerrajería será metálica en exterior y metálica o plástica en puertas interiores.

C A P I T U L O I V

M E T O D O S P R E F A B R I C A D O S

4.1.- INTRODUCCION

4.1.- GENERALIDADES

La prefabricación, en su más amplia acepción, es el resultado de la elaboración previa, organizada, cíclica y en serie de elementos, para que con un montaje ordenado y continuo se obtengan estructuras completas, buscando satisfacer las normas de calidad, rapidez, economía, resistencia, aspecto, habitabilidad, funcionalidad, confort y duración.

La prefabricación puede referirse a elementos aislados o conjuntos formados con elementos prefabricados, resultando la prefabricación "total" o "parcial" según su grado de utilización. Las piezas son generalmente de concreto armado, pudiendo ser fabricadas en la propia obra o en plantas especiales.

Este aspecto de la construcción ha evolucionado continua aunque lentamente. En Europa tuvo auge al término de la Segunda Guerra Mundial y en estos últimos años ha tenido gran difusión debido a los avances tecnológicos en el manejo y uso

del concreto pretensado, postensado, acabados, moldes, etc.

Su evolución va desde los bloques de concreto de principios de siglo, las viguetas de concreto armado en los años 20, bovedillas, postes y tubos en los 30's, hasta los grandes elementos presforzados de hoy. Se ha avanzado en la producción en serie de piezas de mayor peso y tamaño, forzando la utilización de medios de fabricación y montaje acordes.

Las principales características de la prefabricación son los montajes precisos y detallados, poca mano de obra en sitio, ejecución rápida sin detenciones, retoques ni modificaciones y reducción al mínimo de los trabajos de terminación. Su campo de aplicación se ha extendido mucho al racionalizarse los elementos de producción, transporte y montaje, abarcando todas las áreas de la construcción.

La prefabricación como técnica constructiva se caracteriza por dos fases industrializadas: producción en serie y montaje posterior mediante acoplamiento de elementos y consolidación de uniones, o sea, construcción en serie y montaje.

4.1.2.- PROCESOS GENERALES

La prefabricación ha dado lugar a dos procesos que convergen en el montaje en obra: la prefabricación en planta y la hecha en la misma obra. El pretensado ha favorecido el desarrollo del primero, permitiendo obtener elementos de peso reducido y de fácil transporte.

El segundo proceso se basa en la reducción del costo que implica el transporte de elementos de grandes dimensiones.

Cada proceso es aplicable dentro de ciertos rangos de distancia, condiciones locales, acceso y espacio, resultando la elección de las consideraciones técnicas, constructivas y económicas consecuentes, pudiendo complementarse. Una condición básica es la utilización plena del equipo de elevación y montaje en el curso de la obra.

Ambos procesos requieren de un minucioso estudio que comprende desde la preparación de la materia prima hasta el transporte y carga de las piezas, transformando la obra en un taller de montaje organizado con un plan coordinado con la producción. Es muy importante determinar la posición de la grúa de montaje, recorridos y situación de los depósitos de piezas en la obra, no dejando nada a la improvisación y en cambio, prever toda eventualidad para no modificar la programación establecida como resultado de un detallado estudio. Se impone una exactitud rigurosa en las dimensiones de las piezas. La calidad y la resistencia del concreto deben ser constantes.

4.1.3.- MODULACION

La modulación primitiva fue establecida por el block hueco de dimensiones acordes al espesor de la pared tradicional, luego se modularon los elementos de pared a base de páneles de dimensión media. Actualmente se construye con páneles tamaño habitación y módulos o habitaciones completas.

Un proyecto debe considerar la normalización modular, la factibilidad de los moldes, el transporte de piezas y la programación de montaje, atendiendo a las condiciones de obra y costo mínimo.

La prefabricación exige una estrecha colaboración entre Arquitectos e Ingenieros. Citando al Arq. LeCorbusier: "Para que exista una colaboración entre ellos, en la personalidad del Arquitecto debe haber un reflejo de la del Ingeniero y viceversa: el Arquitecto debe conocer las leyes físicas y el Ingeniero conocer los problemas humanos".

4.1.4.- ESTRUCTURA, ARQUITECTURA Y ECONOMIA

Para cualquier construcción se producen generalmente sistemas estáticamente determinados.

La construcción monolítica tradicional permite nudos capaces de resistir las solicitaciones derivadas del sistema hiperestático correspondiente, lo que redundaba en la complicidad y encarecimiento del montaje. Es por esto que la construcción con prefabricados da lugar a estructuras portantes estáticamente determinadas o con un grado menor de indeterminación, con soluciones para absorber los esfuerzos horizontales. Los acoplamientos se establecen en puntos poco solicitados, permitiendo así construir en planta los nudos resistentes a flexión cuando no pueden evitarse.

Por otro lado, la tendencia de los últimos 20 años es hacia la claridad de conjuntos, abundancia de líneas rectas, materiales naturales y motivos abstractos como decoración.

La tendencia hacia lo simple, bello y funcional es resultado de un nuevo concepto estético y del adelanto técnico en la construcción.

Los prefabricados cumplen con esas características y proporcionan conceptos como los grandes paneles, juntas aparentes, línea recta, variedad de colorido, tratamiento de superficies y texturas pues no es necesario ocultar el carácter constructivo del prefabricado, sino enfatizarlo con armonía, dadas sus características específicas.

Podemos afirmar que la prefabricación resulta de las necesidades y tendencias actuales en los aspectos técnico, económico, visual y de rapidez, que en conjunto crean su propio estilo arquitectónico.

Como en las construcciones urbanas tradicionales, las paredes transversales y el cubo de escalera, hechos como placas rígidas, soportan las solicitaciones verticales y horizontales.

les. El principio constructivo aplicable a edificios de varios pisos resulta de su distribución en planta, pudiendo ser:

- a) Construcción con grandes paneles con dimensiones de pared a techo o tamaño habitación.
- b) Construcción con piezas tamaño habitación en "L" o en "U".
- c) Prefabricación de habitaciones completas con pared delgada.

Si la fachada es de cierre, no debe resistir sollicitación alguna. El acoplamiento de piezas debe ser simple, seguro y rápido de ejecutar.

4.2.- VIVIENDAS PREFABRICADAS

4.2.1.- INTRODUCCION

La prefabricación y su progreso contribuyen a la erección de vivienda con celeridad y eficacia. Aplicada en gran escala puede ayudar a solucionar el agobiante problema habitacional en zonas deficitarias; con los métodos tradicionales no es posible levantar una vivienda en pocas horas, como lo permite la prefabricación.

Nos toca a nosotros los técnicos, industriales y constructores, provocar la necesaria y rápida mutación industrial en la construcción.

Los métodos tradicionales deben racionalizarse sustituyendo paulatinamente los componentes clásicos, como ladrillo, piedra y concreto armado, por elementos más ligeros y resistentes hechos con prefabricados, como blocks, viguetas, bovedillas, placas, paneles y de los dispositivos de manejo, transporte y elevación afines.

Fue a principios del siglo cuando empezó la prefabricación, avanzando mucho después de la Segunda Guerra Mundial en Europa, dado que los países quedaron en ruinas y se precisaba reconstruir los medios de comunicación, industrias y viviendas con todas las dificultades propias de una post-guerra: carencia de material, maquinaria y mano de obra. Ello empujó al primer paso de la prefabricación en serie, con la aplicación de pequeñas partes prefabricadas en la edificación de viviendas, habiéndose alcanzado actualmente resultados satisfactorios a nivel mundial.

4.2.2.- EDIFICACION

Hay dos tendencias en la edificación con prefabricados en general y en particular aplicadas a la vivienda: por un lado está la edificación a base de paneles, aplicada a vivienda unifamiliar y por otro lado la edificación integrada por estructuras a base de traveses y columnas, no considerando portantes ni las paredes ni las cubiertas. Esto último se aplica a edificios e industrias.

El gran problema de la falta de viviendas conduce a la ejecución de bloques uniformes repetitivos que se descomponen en piezas básicas estándar construibles en planta o a pie de obra.

Dominan tres técnicas básicas:

a) PREFABRICACION PESADA

Es aquí donde se ha manifestado la industrialización de la construcción y es la tendencia para afrontar la crisis habitacional. Se usan grandes paneles que cubran vertical y horizontalmente los claros con pocas piezas.

Necesita una garantía de mercado constante para absorber la producción en cantidad y continuidad. Muy propio para plantas fijas de gran capacidad con producción continua.

b) PREFABRICACION LIGERA

Como la anterior, lleva acabo la producción en planta de elementos de construcción, pero de menor peso y dimensión y usando los medios usuales de transporte y elevación, sin necesidad de dispositivos costosos y potentes como en la prefabricación pesada. El radio de acción de la planta es mayor y los elementos muy pesados pueden hacerse a pie de obra.

c) PREFABRICACION PARCIAL

Los elementos prefabricados se usan en construcciones tradicionales evolucionadas y pueden ser:

- c.1.- Poco manufacturados, sin necesidad de maquinaria compleja, de producción foránea muy rentable.
- c.2.- Complejos, pero en general muy ligeros y con necesidad de maquinaria precisa y especializada.

4.2.3.- DISPOSICIONES ESTRUCTURALES

La estructura de una edificación prefabricada la constituye el acoplamiento de la cimentación, los muros o paneles estructurales y las losas, siendo su función transmitir las solicitaciones y resistir los esfuerzos, según la hipótesis de cargas.

Por su función, los muros ó paneles estructurales son:

- a) Portantes, cuando transmiten las solicitaciones verticales de losas y muros de niveles superiores .
- b) Autoportantes o de cierre, si soportan su propio peso.
- c) Paneles de arrastramiento, que proporcionan la rigidez necesaria a la obra.

Las construcciones formadas por elementos prefabricados se clasifican en:

- 1.- Construcciones con paneles portantes, con disposición de:
 - 1.1.- Sistema longitudinal
 - 1.2.- Sistema transversal
 - 1.3.- Sistema cruzado u ortogonal.
- 2.- Contrucciones con elementos estructurales:
 - 2.1.- Columnas y traveses prefabricadas
 - 2.2.- Columnas sin traveses
 - 2.3.- Pórticos.
- 3.- Construcciones con elementos espaciales ó tridimensionales.

En el sistema longitudinal, los paneles así dispuestos son portantes, apoyando en ellos las losas en el sentido transversal; en el sistema transversal los paneles de fachada y los paralelos a ella no son portantes y las losas se apoyan en los paneles transversales; en el sistema cruzado todos los paneles son portantes, con losas apoyadas perimetralmente.

4.2.4.- TIPOS DE PANELES

Los paneles cumplen la misión de cierre de espacios y/o estructural, además de su función utilitaria y decorativa.

Tienen incorporados los armados resistentes de su estructura y su puesta en obra presupone su apoyo en elementos ya listos y en condiciones de trabajo.

Los paneles, además de su función portante, si la tienen, son de fachada, paneles traviesa, divisores, de techo ó losa y especiales.

4.2.4.1.- PANELES DE FACHADA

Su función es de cierre de espacios, quedando visibles desde el exterior. Su material básico es el concreto armado con más o menos acero según cumplan funciones de cerramiento o resistente, pudiendo llevar en sus paramentos diversos materiales con fines de aislamiento o acabado.

Su cara externa suele tener un revestimiento para protección y acabado. Para ello se dispone en el fondo del molde, antes del colado, materiales como áridos lavados, baldosas, cerámica, vítreos, piedra natural o artificial, etc.

Hay que considerar los problemas de aislamiento térmico y acústico, teniendo mucho cuidado en las juntas. Por lo general, para garantizar un aislamiento adecuado se introducen en el panel materiales aislantes, como placas de poliestireno expandido, concretos de arcilla expansiva o materiales porosos.

4.2.4.2.- PANELES TRAVIESA Y DIVISORIOS

Son frecuentemente de concreto armado según su función portante. Si son solo divisorios, pueden ser hechos de materiales ligeros, como el yeso.

Es común incorporar las instalaciones en los paneles del baño y cocina mediante orificios para permitir su instalación en obra o dejándolas incluidas desde su producción en planta. Las unidades más empleadas son las de separación entre baño y cocina, a las que se adosan los conductos de agua, drenaje, gas, etcétera.

4.2.4.3.- PANELES DE PISO O LOSA

Fabricadas a base de losas de concreto armado macizas o huecas, con espesores de hasta 20 cm., superficies de hasta 16 m², generalmente con armado ortogonal; hay una gran variedad de sistemas y patentes.

Se proveen orificios para los pasos verticales de instalaciones en general, así como los estrobos y dispositivos para su manipulación. Es regla general dejar la superficie superior lista para recibir el piso, ya sea de losetas, plásticos, mosaicos, etcétera.

4.2.4.4.- PANELES ESPECIALES

En este renglón pueden incluirse los usados en los cubos de escalera y todos los que resuelven detalles particulares del proyecto.

4.2.4.5.- JUNTAS

Los páneles se unen horizontal y verticalmente con otros elementos mediante juntas. Las de mas importancia son las juntas de las piezas de fachada y de las piezas portantes y gran parte del éxito de la prefabricación es consecuencia de ellas.

La disposición de las juntas debe permitir que cada una de ellas transmitan las fuerzas est ticas de un modo directo, considerando que la estabilidad de los edificios depende del modo de enlazar los elementos integrantes, particularmente en edificios altos.

Las condiciones que diferencian las juntas de fachada de las demás se deben a las deformaciones de los páneles de fachada por dilatación, temperatura, variación de tensiones y sollicitaciones de carga, si además son páneles portantes.

Las juntas más frecuentes en la construcción de viviendas y edificios prefabricados son entre losas y páneles interiores (horizontales) y entre páneles contiguos (verticales). La eficacia de las juntas depende de las propiedades de los materiales usados y su ejecución.

La función principal de una junta es garantizar el monolitismo y es conveniente aumentar el área de la zona a rellenar con concreto y asegurar una buena adherencia con rugosidades o anclajes de acero que sobresalgan de las piezas por unir.

Para sellar las juntas se usan plásticos butilicos o polisulfurosos aplicados con pistola, poliuretano, neopreno, polivinilo, etc., que tienen alta recuperación frente a las deformaciones. El método de unión y el tipo de junta varian de un sistema a otro.

Debe hallarse una solución que satisfaga las exigencias de cada caso, con operaciones sencillas para su ejecución, realizables con los obreros y equipos disponibles.

4.2.5.- PLANEACION

La planeación es un punto muy importante dentro de todo el sistema de prefabricación y es tan fundamental y trascendental que se considera el alma de toda organización prefabricadora.

Las operaciones de producción, transporte, montaje, controles y ajustes, obra y acabados se ordenan y planifican abarcando todo el conjunto.

Si en la construcción tradicional se dejan muchos problemas para ser resueltos sobre la marcha de la obra, en la prefabricación no es posible hacer lo mismo, ya que la rapidez y la economía que se logran residen en un plan de acción bien estudiado antes de iniciar la obra, abarcando todos los puntos de prefabricación, transporte y montaje.

La planificación empieza en el momento en que se conoce con exactitud el proyecto definitivo según planos y la fecha de entrega de las viviendas.

Se prevén así los insumos, la fabricación de elementos, la capacidad de transporte, el montaje, etc., deduciendo de ahí las necesidades de personal, maquinaria, equipo, elementos integrantes, materiales, costo y tiempo.

4.3.- PRODUCCION

4.3.1.- PLANTAS

Todas las plantas de producción se componen básicamente de los sectores de almacén, planta de concreto, naves de moldes, naves auxiliares y patios de almacén de piezas terminadas.

El Área de prefabricación se dimensiona según la producción por día y la superficie de las piezas por fabricar.

Para determinar el área necesaria basta conocer el total de la superficie por fabricar y multiplicar por la producción diaria, multiplicar por tres para incluir el curado, desmoldeo y por dos para considerar áreas de moldes y circulación.

Llamando "s" a la superficie de las piezas de una vivienda y "N" al número de viviendas por día, el Área de prefabricación "S" sería

$$S = s (N \times 3 \times 2)$$

Considerando una vivienda normal con 190 m² de piezas por unidad, produciendo una vivienda diaria:

$$S = 190 (1 \times 3 \times 2) = 1,140 \text{ m}^2 \text{ de Área de prefabricación.}$$

Hay que tomar en cuenta antes de empezar una planta: el terreno, el número y usos de los moldes y el valor previsto de amortización de la inversión.

Se distinguen tres tipos de plantas:

- a) Plantas a a pié de obra.

De carácter circunstancial, sin inversiones importantes, limitadas a lo indispensable. Se requiere nivelar el terreno y puede ser cubierta o a cielo abierto. El terreno necesario se compacta y se pavimenta para evitar deformaciones por asentamientos y para que los moldes queden bien dispuestos. Este tipo de planta se usa para volúmenes pequeños de producción simple.

b) Plantas semi-permanentes.

Modalidad con cierto radiode acción. Las edificaciones se reducen a cobertizos desmontables provisionales. Absorben una mayor inversión, pudiendo ser rentado el terreno sobre el que se extiende el área de trabajo.

c) Plantas permanentes.

Cuando un proceso de prefabricación tenga muchas posibilidades, elementos a fabricar en gran escala y se garantizan continuidad y flexibilidad, se emplean instalaciones fijas y sofisticadas, como cámara de curado, maquinaria especializada, maquinaria pesada y equipo auxiliar complejo en plantas permanentes.

Si un trabajo requiere secuencias ordenadas en cadena, planificación con alta calidad y productividad, manteniendo eficientes y estrictas normas de control de calidad, la solución consiste en adoptar una planta fija.

La construcción prefabricada es una industria y su éxito depende en gran parte en la calidad, en la repetición de operaciones y ciclos de trabajo, así como de una constante relación entre productores y dirigentes tanto en planta como en obra.

En cada caso deben estudiarse los factores integrantes para fijar valores óptimos de producción y rentabilidad, pues no hay módulos exactos para el establecimiento de estas plantas.

Las unidades de producción y su distribución dependen del costo de los transportes, que a su vez dependen de la región, vías de comunicación y facilidades locales. Se considera que una planta prefabricadora puede surtir obras en un radio

de 100 a 150 km con pequeñas variaciones en el precio del elemento prefabricado puesto en obra.

Las áreas destinadas al almacenaje de piezas acabadas tienen siempre problemas de saturación a pesar de los progresos hechos en la solución mediante la apilación de piezas.

4.3.2.- EQUIPO

Lo que caracteriza a las plantas de prefabricados es que la mayoría de la maquinaria la constituyen moldes muy perfeccionados. Son necesarios también un taller de armado, una planta de concreto y aparatos de elevación, transporte y manutención.

Debido a la rapidez de descimbra se obtienen altos rendimientos, gracias al curado a vapor del concreto dentro del molde y sin necesidad de desplazarlo. Los moldes se conciben y se ubican de modo que se garantice una perfecta vibración y un fácil desmoldeo.

En las plantas a pié de obra es necesaria una organización total antes del inicio de la producción a fin de evitar cambios y manipulaciones que originen gastos, desperfectos y retrasos.

Las grúas, el edificio o edificios a construir y el área de prefabricación deben estar lo más cerca posible entre sí.

Las instalaciones y equipos básicos de una planta deben incluir:

- a) Grúas en número y capacidad suficiente.
- b) Área de prefabricación sobre pavimento y casi siempre techada en su mayor parte.
- c) Moldes de metal, madera, concreto, yeso, etc.
- d) Cubierta para protección del personal y de las piezas recién fabricadas.
- e) Taller de armados.
- f) Planta de concreto.
- g) Instalación para curado de concreto a vapor.
- h) Equipo de vibrado.
- i) Equipo de presfuerzo (si es necesario).
- j) Equipo de fabricación continua.

El equipo usado, junto con una mecanización adecuada de las

operaciones y una organización racional, permiten cumplir los objetivos de una prefabricadora: reducción del costo, mayor rendimiento, calidad y rapidez.

Los equipos de fabricación continua producen elementos planos en cadena y trabajan según el siguiente ciclo: distribuidora de concreto, compactadora, alisadora y acabadora.

Los armados y los elementos de ventanería pueden colocarse de antemano sin entorpecer el funcionamiento del tren de producción. También pueden incorporarse las instalaciones eléctricas e hidráulicas antes de verter el concreto.

Los equipos de fabricación continua pueden ser con moldes fijos, moldes articulados o moldes continuos y pueden tener una velocidad de más de 40 metros por hora, en función del espesor del panel a fabricar.

Las operaciones de este proceso son:

1. Engrasado del molde
2. Colocación del armado, instalaciones y accesorios
3. Colado con tolva
4. Repartición y regleado
5. Vibración primaria
6. Vibración superficial y regleado
7. Acabado
8. Curado con vapor
9. Reposo del concreto endurecido
10. Estiba y/o transporte

Estos equipos pueden producir en teoría 500,000 m² de paneles al año con sólo cinco operarios, con espesores de 2 a 45 cm., anchos de 3.20 m y longitudes hasta de 15.00 m., estando limitada sólo por la potencia de las grúas disponibles y/o el equipo de transporte.

4.3.3.- PREFABRICACION

Se distinguen cuatro partes importantes:

Preparación del concreto, el colado, la compactación y el curado.

El concreto se prepara con mezcladoras automáticas en las plantas fijas importantes, transportándose con vagonetas o con tolvas hasta las mesas de trabajo.

El taller de armado comprende: devanadora de rollos de acero, enderezadora, cizallas, dobladoras, bancos y caballetes de montaje y soldadoras.

En la prefabricación pesada las cimbras son generalmente fijas, revestidas de metal, madera o concreto, acoplando en su periferia las piezas laterales de borde y en su interior los armados, accesorios e instalaciones. La cara interior del molde que queda en contacto con el concreto sale lisa o con los revestimientos tendidos previamente. La cara superior de la pieza recibe el acabado de superficie pedidos: aplanado, pulido, rugoso, estriado, etc.

Los moldes metálicos son de costo elevado, por lo que se tiende a utilizar el mismo molde para diferentes piezas con pequeñas diferencias de forma mediante elementos adaptables, con objeto de ser usadas para varios fines sin mucho-cambio.

La compactación del concreto se efectúa generalmente mediante vibrado de contacto o vibrado de inmersión de alta y baja frecuencia, hasta 4,000 rpm y oscilación de hasta 0.5 mm, según la pieza, especificaciones y tipo de concreto utilizado.

El curado se realiza in situ con vapor o agua sobrecalentada distribuida mediante tuberías sobre la mesa. Por lo general se usa vapor y baja presión, cubriendo las piezas con una lona o plástico grueso impermeable, o cámaras de curado más sofisticadas.

Para favorecer el descimbrado, las superficies en contacto con el concreto se impregnan con líquidos descimbrantes comerciales antes del colado.

4.3.4.- INDICACIONES TECNOLOGICAS

Los agregados utilizados pueden ser muy variados según la función del concreto: grava dura, arena o escoria porosa, pómez, tezontle, poliestirenos, etc.

La capacidad de la planta de concreto debe ser tal que asegure continuidad en el colado. Silos de reserva aseguran el suministro continuo de materiales.

El cemento debe pasar automáticamente a los silos, que tendrán básculas o reguladores de volumen en sus bocas de descarga.

Los agregados pueden almacenarse y transportarse de diversas formas, pero es necesario que el suministro sea continuo.

La planta de concreto debe hallarse al centro de las mesas de trabajo para minimizar las distancias y tiempos de acarreo.

Las medidas de protección climática a la planta se tomarán o no según las características propias de la región.

Para una instalación mediana con una mesa de trabajo, ésta suele tener de 80 a 120 m de longitud, necesitando una planta de concreto planetaria de 500 lt con una producción de concreto de 12 m³/hora como mínimo, que puede transportarse con tractores, vagonetas, grúas, cables, tolvas o vías.

La capacidad de producción depende del ciclo de trabajo, del número de moldes, de la evacuación del concreto terminado y de la capacidad de suministro de la planta de concreto.

Se buscan ciclos de trabajo de 24 horas a fin de lograr ciclos diarios de producción ininterrumpida. La experiencia muestra que para paneles armados basta el 50% de la resistencia de proyecto para poder transportarlo a la obra o a estiba. Para piezas pretensadas se requiere un 75% para cortar y transportar.

Después de cada colado, la mesa debe limpiarse cuidadosamente para evitar la acumulación de concreto tirado, polvo y basura en la propia mesa y en los moldes.

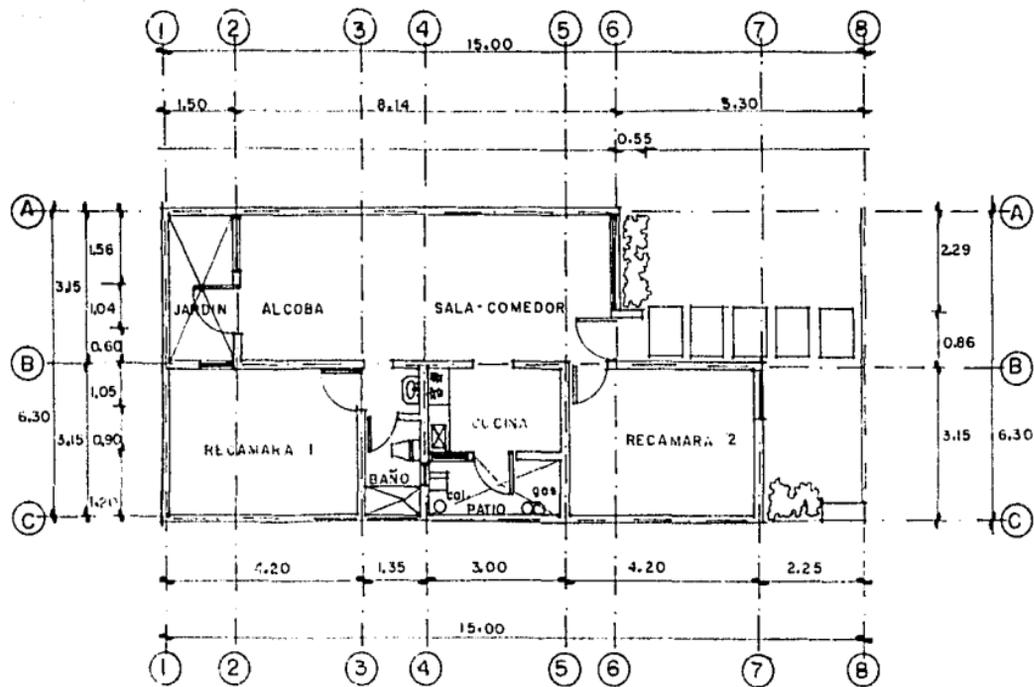
El transporte de las piezas puede hacerse desde la mesa o después de un almacenaje intermedio, cuyo dimensionamiento debe hacerse para alojar la producción de 20 días.

4.4.- PROYECTO DE VIVIENDA PREFABRICADA

4.4.1.- GENERALIDADES

Analizaremos ahora las partidas integrantes de una vivienda prefabricada, aplicando un sistema a base de paneles de concreto armado, portantes, de 8 cm de espesor.

Seguiremos exactamente el mismo esquema usado en el capítulo III, para poder comparar concepto por concepto en el mismo proyecto base.



PLANTA TIPO DEL PROYECTO

FIGURA 9

4.4.2.- CIMENTACION

Para la ubicación de todos los puntos de la cimentación, es importante contar con trazo y nivelación exactos, que facilite la localización de todos los elementos de anclaje, límites y fronteras, así como excavaciones.

Este proyecto considera una plataforma nivelada de material mejorado, compactada al 95% proctor y una plantilla de polietileno calibre 150.

Al igual que en el método tradicional, los conductos del drenaje, registros y ductos de instalaciones se colocan antes de proceder al colado de la cimentación, que consta de una losa corrida de concreto $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ ENTMA 19 mm, de 15 cm de espesor, acero de refuerzo en zapatas de $f_y = 4,000 \text{ kg/cm}^2$ y malla electrosoldada en la losa con $f_y = 5,000 \text{ kg/cm}^2$ 6x6 6/6.

Se utiliza cimbra metálica perimetral con 400 usos de proyecto, por lo que es importante no maltratarla.

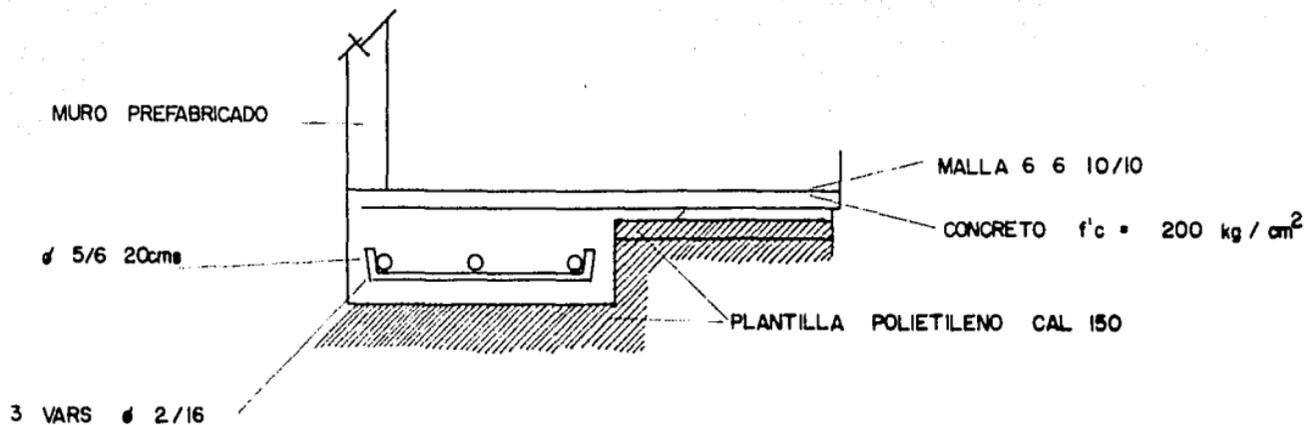
En las zonas de conexión de muros se dejan ahogadas y bien amarradas las varillas correspondientes al anclaje de castillos para liga, así como los ductos para las instalaciones eléctricas e hidráulicas donde se requieran.

Observaciones y detalles importantes son los siguientes:

- . Considerar los desniveles que se presentan en el patio de servicio, patio trasero y charola de baño.
- . Todas las zapatas son interiores e invertidas.
- . Las zapatas de lindero son tipo "L", respetando los niveles de losa señalados en cada caso.
- . Revisar la localización de los anclajes de castillos para evitar errores de posición.

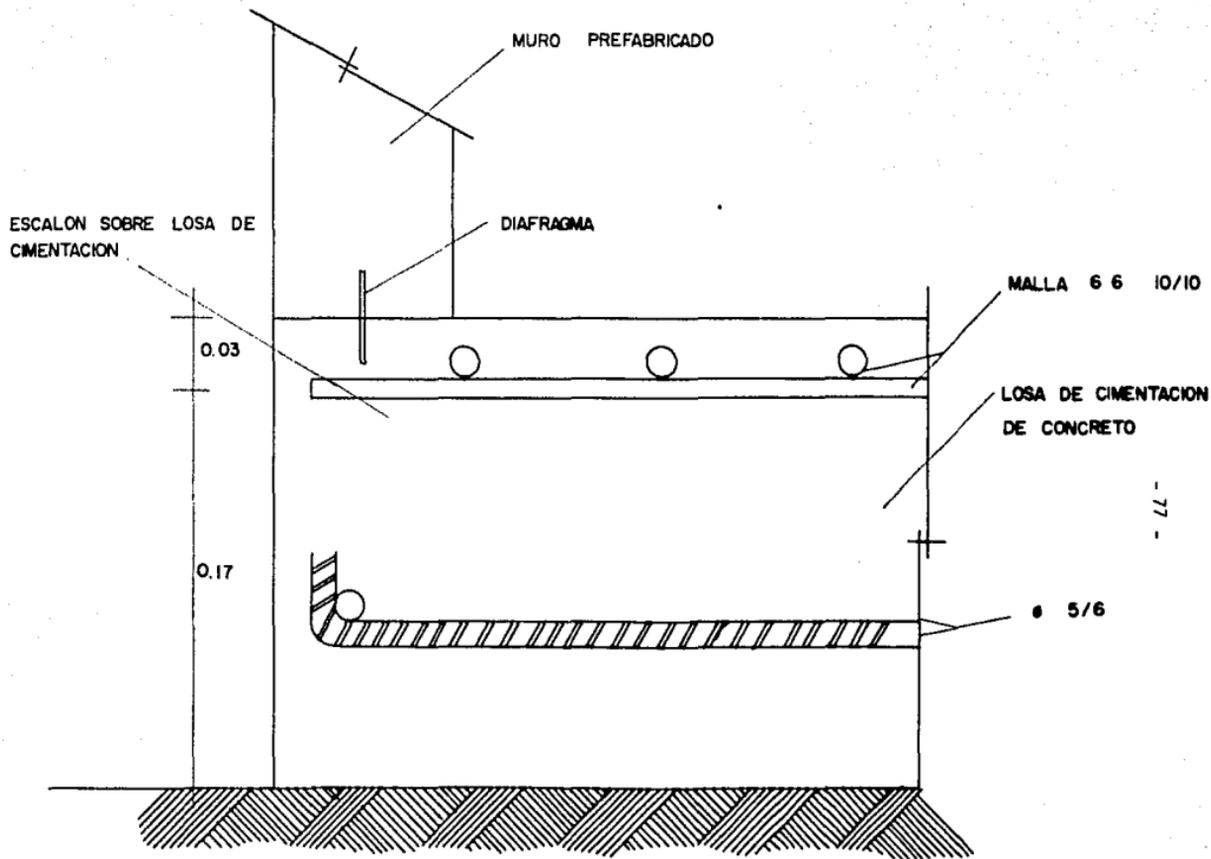
Puede decirse que la cimentación es común y no presenta elementos estructurales prefabricados.

La losa se deja con acabado pulido para recibir piso y acabado escobillado en la zona de patios.



DETALLE DE CIMENTACION

FIGURA 10.



DETALLE DE MONTAJE DE MURO SOBRE LOSA DE CIMENTACION

FIGURA 11.

4.4.3.- ESTRUCTURA

Es aquí donde se presenta la prefabricación y la diferencia fuerte contra el método tradicional.

Hay que resaltar que en cierta forma pueden dividirse las actividades de la obra en actividades de campo y de planta, independientes una de otra en su desarrollo pero convergentes en su término, lo que permite comenzar a producir piezas prefabricadas antes de terminar o aún de iniciar las actividades de cimentación en campo.

Los muros son paneles portantes de concreto, prefabricados en planta con medidas y preparaciones exactas. Hay dos tipos de terminaciones para anclaje: llave y ducto.

La llave es una terminación en forma de "Y" que forma el castillo de liga al unirse con otra llave o con otro muro.

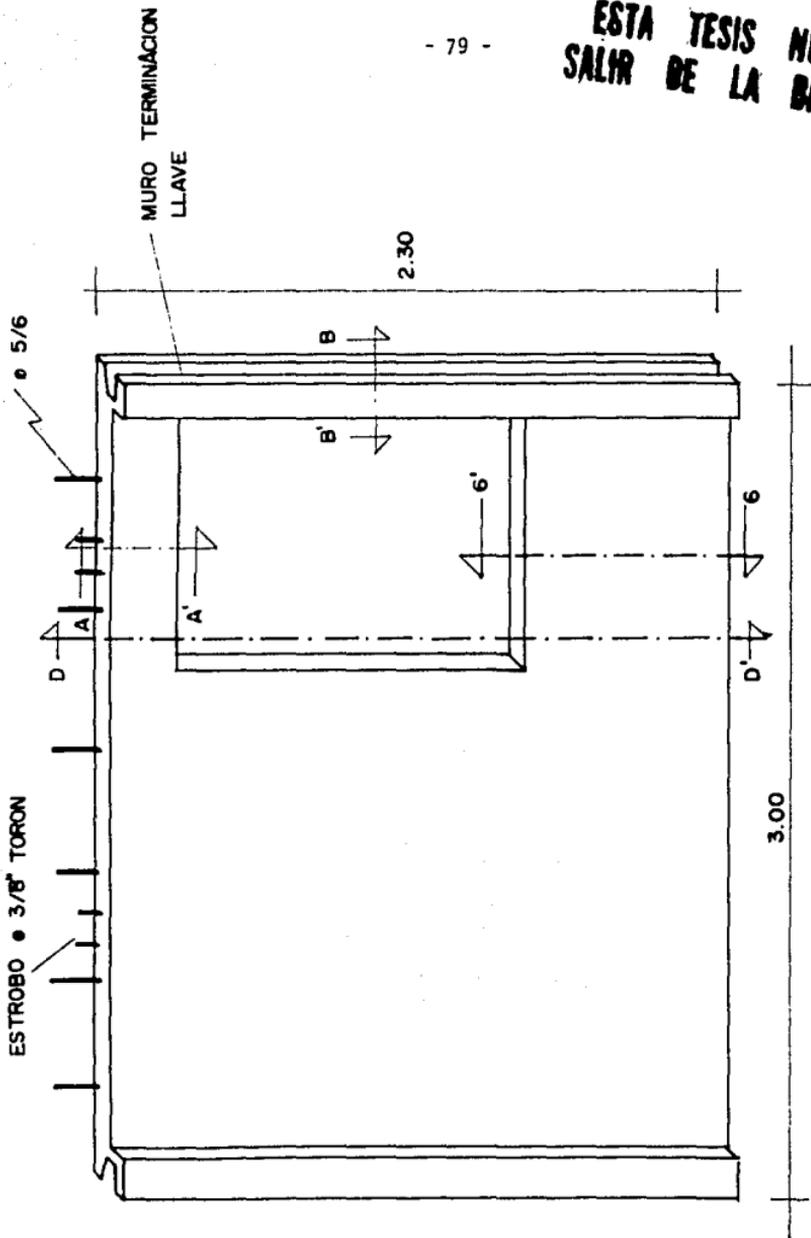
El ducto es un tubo metálico gorgolado de 1 1/2 " de diámetro ahogado en el muro, que hace las veces de castillo en muros terminales. También se utiliza el ducto en muros con cerramientos.

Las varillas que se dejaron ahogadas en la cimentación para anclar los castillos, deben coincidir exactamente en los castillos formados por las llaves y los ductos de los muros.

Los muros son colados en forma horizontal, utilizando cimbra metálica. Se programan los colados de tal forma que un mismo molde pueda ser usado para varias dimensiones de muros. Los ajustes se realizan corriendo las fronteras de los muros. Dependiendo la cantidad de muros y cimbras son deseables de 200 a 400 usos.

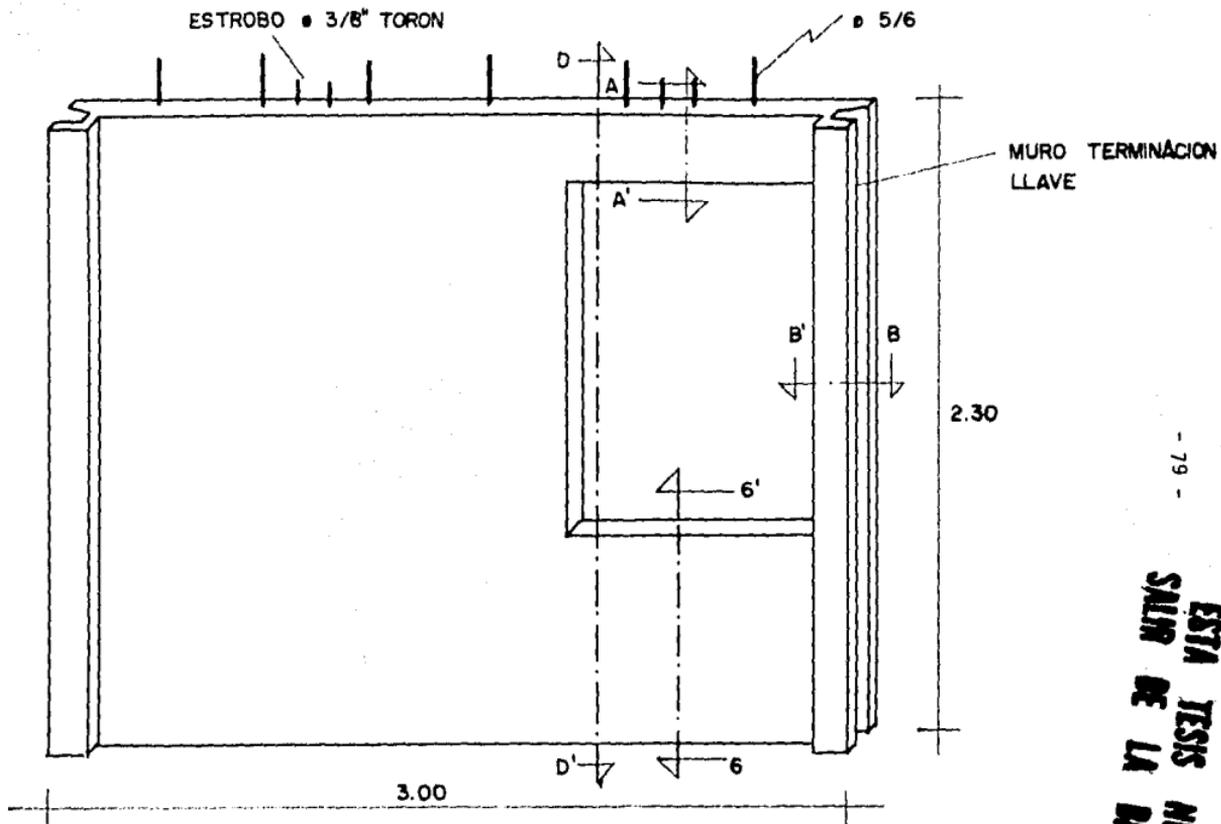
Se utiliza concreto $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ RNTMA 19 mm con revenimiento de 14 cm para garantizar, con vibrado monofásico de inmersión, que las llaves/ y el acabado general sean de alta calidad, como se requiere.

ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA



MURO PREFABRICADO

FIGURA 12.



MURO PREFABRICADO

FIGURA 12.

ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

El armado básico lo proporciona una malla electrosoldada 6x6 10/10 $f_y = 5,000 \text{ kg/cm}^2$ en toda la sección plana del muro. Para evitar daños durante las maniobras de izaje se añade un marco perimetral de varilla 5/16" de diámetro ligado a la malla.

Las llaves van armadas con varilla de 5/16" de diámetro en el sentido longitudinal y con escuadras de 50 cm de desarrollo en el sentido transversal, a cada 30 cm.

Todos los muros llevan en la parte superior conectores para ligarlos al armado de la losa y rigidizar la estructura al ligar ambos aceros. Dichos conectores son varillas de 5/16" de diámetro a cada 30 cm, ahogadas 30 cm en el muro.

Del mismo modo, se colocan conectores muro-muro en los casos en que un muro se une a 90 grados con otro con llave. Estos conectores son de 30 cm.

Los accesorios de izaje los constituyen estrobos de torón de 3/8" de diámetro de 1.20 m de desarrollo, uno o dos según la longitud del muro.

Debido a los esfuerzos tan grandes concentrados en un área reducida, producidos en las maniobras de izaje (prácticamente el muro se autoporta suspendido de uno o dos puntos, según tenga uno o dos estrobos), se refuerza adicionalmente el área de estrobos con 6 varillas de 5/16" de diámetro, de 40 cm, 3 en cada lecho por estrobo y una placa metálica con ojillos que permiten el paso del estrobo.

En caso de tener puertas o ventanas, se coloca acero adicional en las esquinas para tomar el cortante a 45 grados producido por la ausencia de material en esa zona.

Toda la herrería se coloca, nivela y fija previamente al colado, lo mismo que los ductos de instalaciones hidráulica, eléctrica y sanitaria, colocándolos en su lugar exacto y haciendo las fijaciones y tapones requeridos.

Después del colado se procede a curar las piezas con vapor el tiempo suficiente para que alcancen una resistencia de 100 kg/cm^2 , mínimo requerido para proceder al descimbrado izado

de las piezas sin dañar o fracturar el muro. Por lo general bastan siete horas a 75 grados centígrados de temperatura máxima.

Es necesario obtener cilindros para tener los datos de resistencia de las piezas de cada colado.

Se busca cerrar ciclos de producción de 24 horas o de turnos de 8 horas en caso de producción continua y gran volumen.

Una vez izadas las piezas, se limpia el molde y se procede a engrasarlo y a preparar el siguiente colado. Los armados pueden tenerse habilitados de antemano, listos para colocar en el molde y únicamente hacer el detallado antes del colado.

Las piezas, después de levantarse, pueden ser enviadas inmediatamente a obra o almacenarse para su posterior uso. Lo ideal es que sean transportadas directamente a obra y que se monten sin estiba en campo, para optimizar el uso del equipo de carga tanto en planta como en obra y evitar maniobras dobles y tiempos muertos.

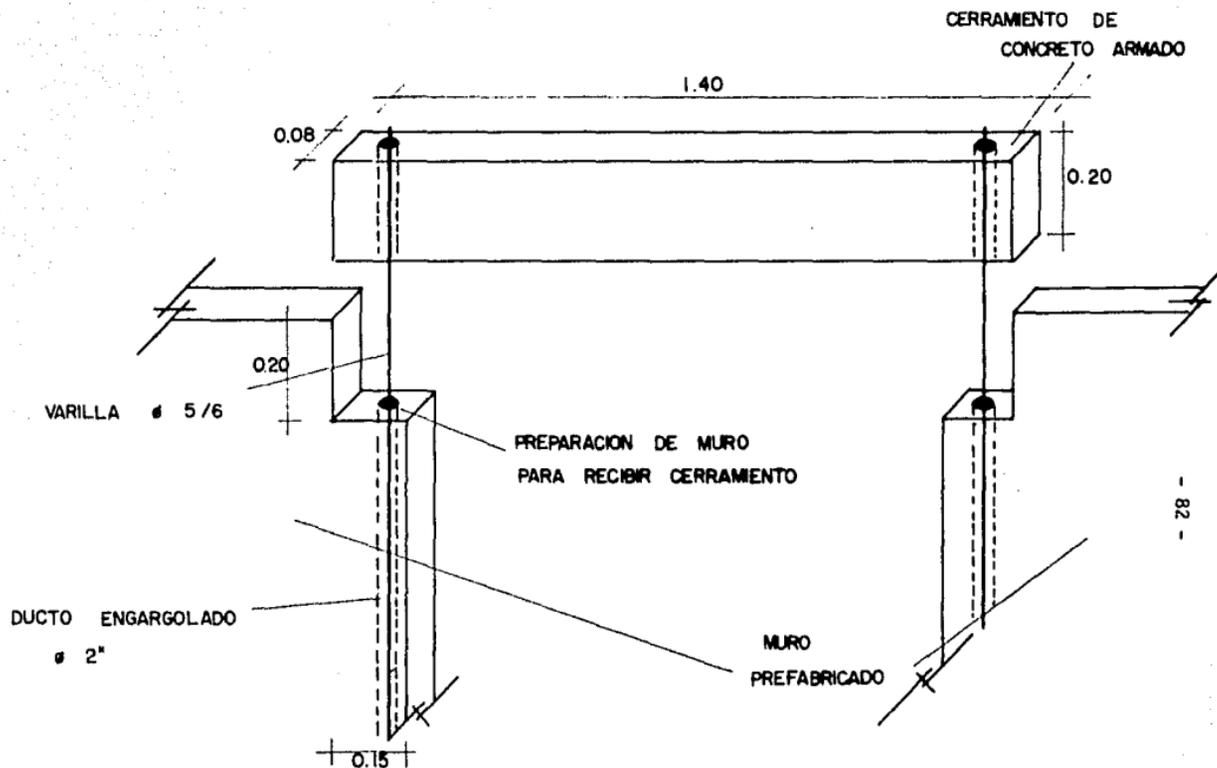
El transporte se realiza en plataformas de 30 toneladas, transportando 150 m² de muros, con una estructura metálica de 590 kg para facilitar su colocación en la plataforma.

Los movimientos puede efectuarlos una grúa de 18 toneladas.

La cuadrilla de montaje en obra consta de un sobrestante, dos oficiales y seis peones, con un rendimiento de 22 m²/ hora.

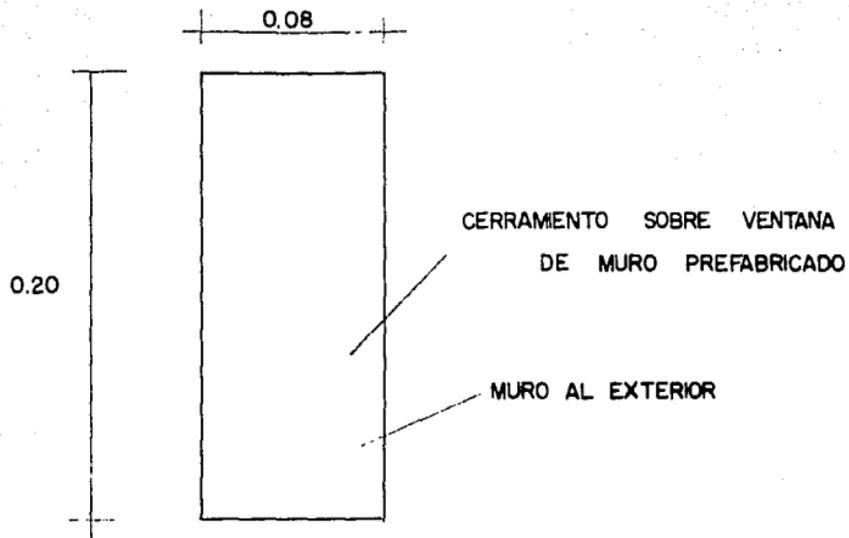
Los castillos para ligar los muros, tanto los de llave como los de ducto, se cuelan por arriba con concreto con f'c= 200 kg/cm² RNTMA 19 mm.

Los cerramientos son prefabricados, armados con varilla de 3/8" de diámetro, estribos #2 a cada 20 cm y con la sección necesaria. Los muros que lo soportan tienen preparaciones para recibirlos y siempre habrá un ducto en el muro, a manera de castillo que se hace continuo hasta el remate del cerramiento. Hay también acero dentro del ducto, una varilla de 5/16" de diámetro.



DETALLE DE CERRAMIENTO EN PUERTAS

FIGURA 13.



CERRAMIENTO EN MURO PREFABRICADO.

FIGURA 14.

Losa cerramientos tienen también conectores muro-losa y accesorios de izaje.

Cabe decir que dichos accesorios se cortan una vez que la pieza ha sido colocada, plomeada y asegurada.

Los cerramientos pueden hacerse en moldes ya sea de madera o metálicos, con un proceso similar al de los muros.

La losa, una vez colocados los muros y cerramientos, se coloca a partir de vigueta y bovedilla previamente modulada, cortada en planta afin de acelerar el proceso.

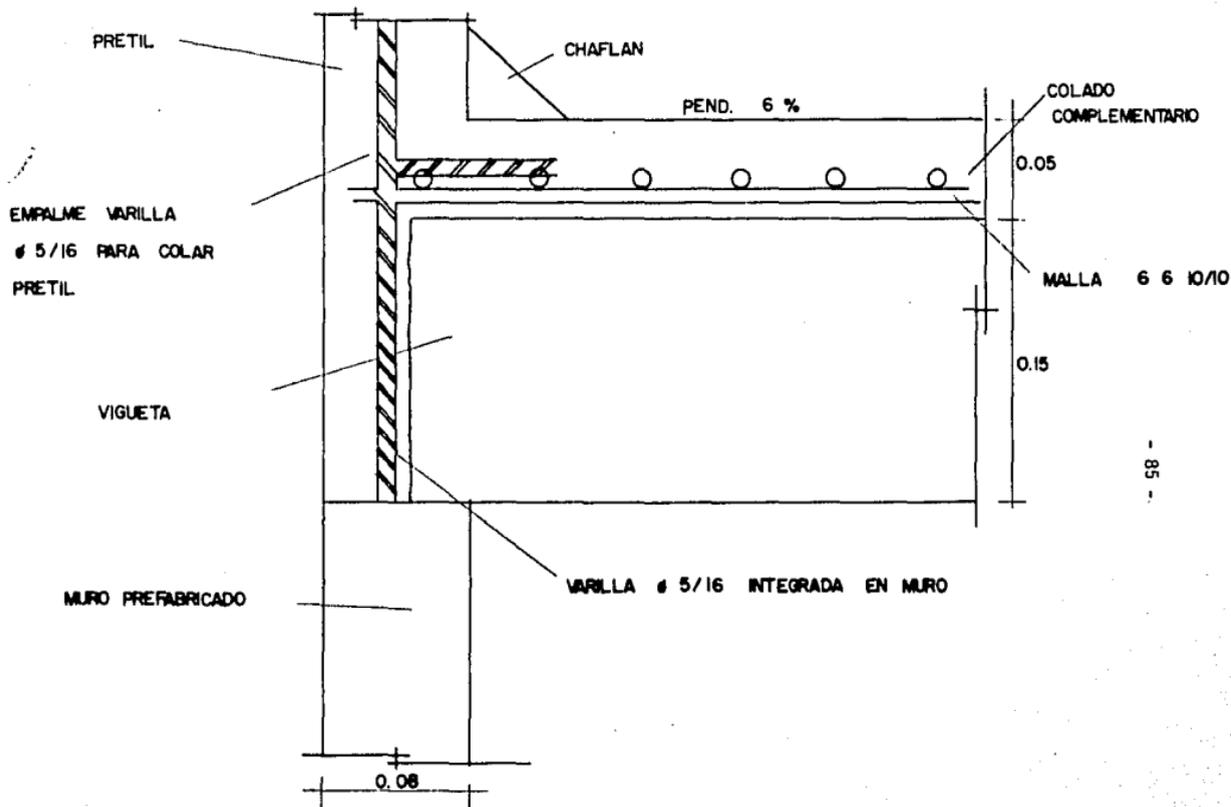
Se utiliza vigueta tipo T invertida V 37/14 de concreto $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ RNTMA 19 mm, 14 cm de peralte. La bovedilla es de concreto tipo E-80-14-20.

Después se cimbra el perímetro y los volados de la losa usando cimbra metálica preformada para facilitar el montaje y el descimbrado. Llevan gotero integrado.

El acero de refuerzo de la losa consta de malla electrosoldada 6x6 10/10 y armado perimetral en los volados con varillas de 5/16" de diámetro. Se dejan en preparaciones los ductos necesarios para las instalaciones antes del colado.

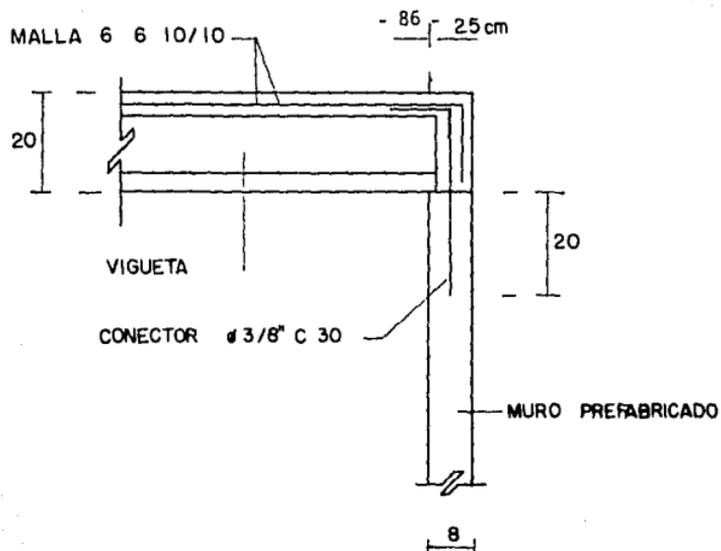
Se usa concreto $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ RNTMA 19 mm, bombeable, para el colado de la capa de compresión de la losa de tal forma que sean 20 cm de peralte en total.

Los pretilas son prefabricados y su mecánica de producción y montaje es análoga a la de los cerramientos.

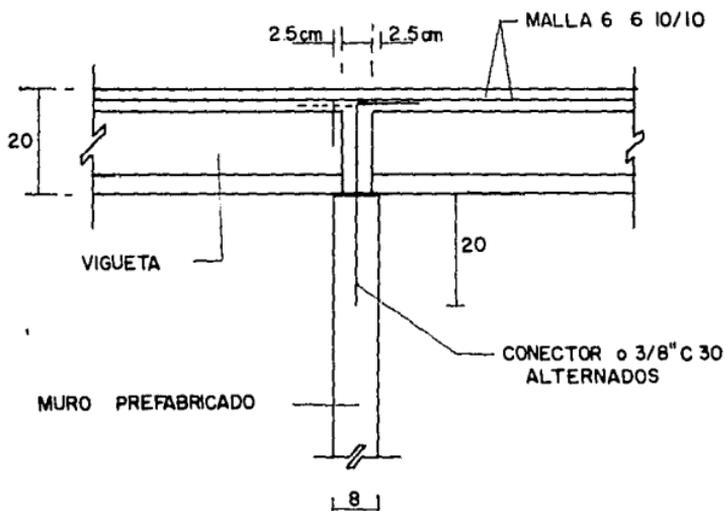


DETALLE LIGA MURO LOSA AZOTEA

FIGURA 15.



DETALLE DE UNION DE MURO PREFABRICADO
CON LOSA DE VIGUETA Y BOVEDILLA.



ANCLAJE DE MURO PREFABRICADO INTERMEDIO
CON LOSA DE VIGUETA Y BOVEDILLA.

4.4.4- ALBAÑILERIA

Los trabajos de albañilería se ven reducidos en varios aspectos al hacer casas con prefabricados.

Permanecen constantes los conceptos de tubos de albañal, registros, soporte del calentador, murete para medidores, charola de regadera, acabados en pisos, acometida de luz, recibir desagüe de lavadero, impermeabilizaciones en azotea, chaflanes en azotea, juntas constructivas, tapajuntas de lámina y base para lavadero.

No se tienen ranuras ni resanes en muros pues todas las instalaciones fueron ahogadas en su sitio desde su prefabricación en planta.

Los únicos conceptos extras son los resanes en las juntas muro-muro y muro-losa, que dada la geometría de los muros es superficial y se realiza con un mortero cemento-arena 1:5 aplicado con espátula.

La colocación de herrería se realiza en la planta, por lo que todos los muros llegan ala obra con todos sus accesorios excepto los acabados como pintura, vidrio y muebles de baño.

Es necesario recalcar una vez más la limpieza de obra que se logra con este sistema, así como la rapidez y exactitud en la construcción de la casa.

Incluiremos aquí los capítulos de acabados, muebles de baño y cocina, herrería, carpintería, yesería, pintura, vidriería y cerrajería, que no presentan gran diferencia entre los dos métodos aquí analizados.

- a) Acabados : Tanto el piso de mosaico veneciano en la zona de baño y el piso de loseta vinílica, como el lambrín de mosaico veneciano en regadera y cocina, son de fácil aplicación sobre paneles de muro y piso con acabado pulido, sin necesidad de hacer preparaciones o nivelaciones previas.
- b) Muebles de Baño y Cocina : Unicamente varía el tiempo de colocación, pues al no haber, ranuras, excavaciones, ajustes ni resanes, el plomero se limita a colocar y a conectar el mueble correspondiente, con mayor rapidez y limpieza y facilidad, evitando también dañar el mueble o la casa misma.
- c) Herrería : La herrería se suministra en Planta y no en obra. Toda ella se coloca previamente al colado de los muros, garantizando una posición uniforme, con ausencia de ranuras, cortes, ajustes o desplomes, teniendo una junta casi perfecta y un sello prácticamente impermeable con el muro. Es necesario que toda la herrería funcione perfectamente, el perfil sea de la misma dimensión que el muro (8 centímetros de ancho), que tenga una mano uniforme de primer y que no esté oxidada o dañada. Todo esto se revisa antes de su colocación en el molde respectivo y antes del colado.
- d) Carpintería : Las puertas se colocan en los marcos metálicos, los cuales se instalan conjuntamente con la herrería. Pueden estar ya terminadas y con chapas en el momento de su colocación, que es instantánea.
- e) Yesería : Debido a la losa de vigueta y bovedilla, se

hace necesario aplicar un aplanado de yeso y tirol rústico al lecho inferior de la losa, que una losa plana puede no requerir. Este aplanado se puede aplicar casi inmediatamente después de colada la capa de compresión de la losa.

Los conceptos de pintura, vidriería y cerrajería no muestran ninguna variación significativa.

4.4.6.- INSTALACIONES

En este capítulo se incluyen las instalaciones eléctricas, hidráulicas, sanitarias y otras instalaciones especiales.

4.4.6.1.- INSTALACION ELECTRICA

Se aprovecha el espacio libre en las bovedillas de la losa cuando es posible. Conviene prever una serie de perforaciones normalizadas en elementos del mismo tipo, que permita una distribución horizontal de cableado para todas las situaciones posibles. En una losa panel se requiere la previsión de perforaciones para la distribución longitudinal, colocando la tubería de la red en dicho panel antes del colado. Esto exige una planificación muy precisa antes de la producción sin posibilidad de cambios posteriores.

Los tubos de PVC de 15 a 32 mm de diámetro desembocan en cajas situadas en la cara interior e inferior del panel. Antes del colado de las juntas de concreto, una cuadrilla de electricistas empalma los tubos. El cableado se hace a partir de las cajas y tableros ya ahogados en los elementos prefabricados. La colocación es independiente en cada casa.

Si la distribución es en el techo, el cableado vertical se hace de arriba a abajo hacia las cajas o interruptores, y si es en el piso se hace de abajo hacia arriba. No es raro ver registros en el techo, pues ahorran metros de tendido de cable y tubería.

Es importante para que una red sea adecuada al prefabricado, que llegue a una distribución vertical y horizontal, de tal forma que todos los elementos del mismo tipo, tengan la misma disposición eléctrica, aunque algunos tubos queden inicialmente vacíos.

Es muy importante y favorable la inclusión de orificios verticales de distribución adosados a las paredes, los cuales deben ser suficientes y del diámetro necesario, la distribución horizontal está sujeta al diámetro de la tubería, que no debe exceder de 19 mm de diámetro, pues podría originar problemas estáticos al debilitar la capa resistente de la pieza.

4.4.6.2.- INSTALACION HIDRAULICA Y SANITARIA

La reunión de estas instalaciones en un bloque es uno de los principios de la prefabricación. Se trata de situar en una célula única las tuberías de aguas, drenaje y gas. La pared divisoria entre baño y cocina tiene la situación adecuada. Ahí pueden ubicarse todas las acometidas de estos servicios.

Los muros húmedos son conocidos, pero quedan abiertas sus conexiones y su localización. La disposición de baños y cocinas es semejante, por lo que puede resolverse con pocas variantes.

Aunque técnica y económicamente es factible, queda el problema del acceso y el enlace con el resto de la casa, representando mas que nada un problema de racionalización de espacios mediante el principio de recorridos mínimos, hallando soluciones adecuadas con el uso de pocas piezas tipo, reduciendo tiempo y costo.

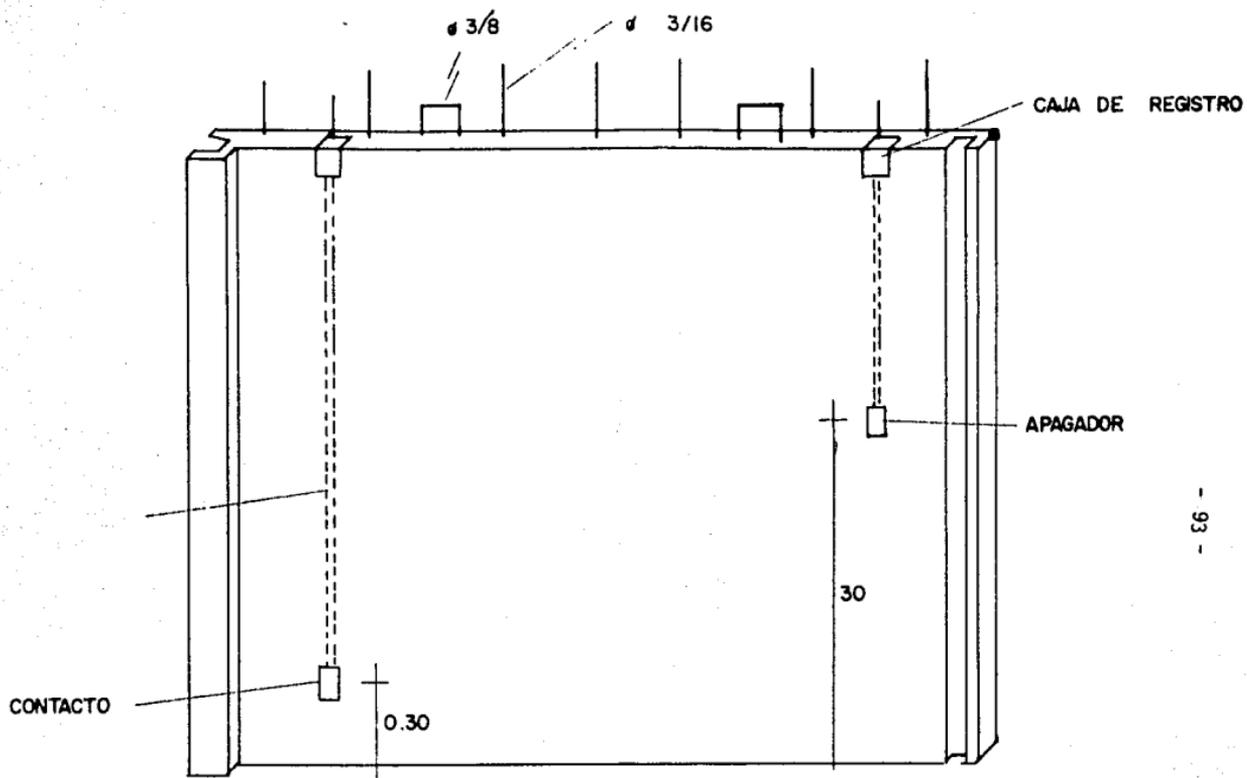
Un Muro Húmedo consta de:

- 1.- Armazón de las instalaciones: Puede ser metálica, con accesorios para fijación de tuberías, drenajes y muebles.
- 2.- Tubería Sanitaria: Tubo de fierro o PVC. Los ramales laterales para lavabo y fregadero son semejantes y con las dimensiones apropiadas.
- 3.- Tubería de Agua: Son de fierro o cobre, con los diámetros y especificaciones de reglamento.

Las paredes de concreto armado de 8 cm. van recubiertas de azulejo o mosaico. La placa base es un p nel de 8cm de espesor y se conecta a las instalaciones mediante un registro a pié de muro.

Se logra una mayor limpieza de obra, economía en tiempo y aislamiento del ruido y la temperatura.

Ejemplos de Muros Húmedos avanzados se pueden encontrar en los sistemas "Ingerson Utility", "Denham Plumbing", "Howard - Unity", "Bauherz", "Sandlock-GMBH".



MURO CON INST. ELECTRICA INTEGRADA

FIGURA 17.

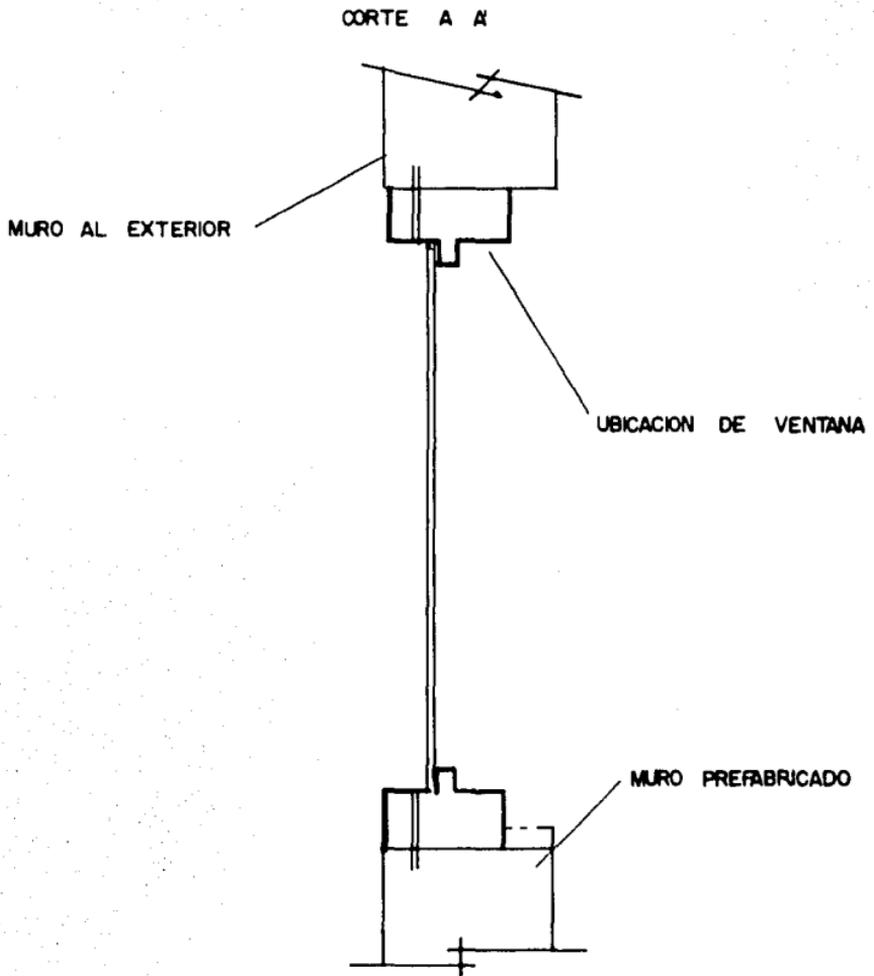


FIGURA 18.

C A P I T U L O V

COMPARACION DE LOS METODOS TRADICIONAL Y PREFABRICADO

5.1.- GENERALIDADES

Con el fin de obtener un parámetro confiable de comparación, se presentan casas iguales, una construida según los métodos tradicionales y otra con el método de muros prefabricados tipo llave.

La primera comparación se refiere al costo, para lo cual analizaremos partida por partida los presupuestos, anotando las diferencias entre uno y otro. Los costos son directos, vigentes hasta finales de 1983.

A continuación valoramos el tiempo de ejecución de cada casa y sus características de construcción, para después señalar las diferentes ventajas y desventajas de los métodos aquí tratados.

Hay que hacer notar que se usa como base el prototipo prefabricado para todas las comparaciones propuestas, ajustando el prototipo tradicional según sea necesario, pero sin afectar su concepción original.

Para ambos métodos se considera que existe una plataforma mejorada y compactada, proporcionada por el dueño, lo que hace impropio cualquier deshierbe, despalme o limpieza previa

a la construcción.

El terreno es de 7.50 x 14.25 m para cada casa, con una superficie de 106.88 m², situado en el Fraccionamiento La Rinconada, en Aguascalientes, Ags., por lo que todos los precios y salarios corresponden a dicha ciudad.

COMPARATIVA DEL PRESUPUESTO DEL METODO-TRADICIONAL
CONTRA EL METODO PREFABRICADO

No.	CONCEPTO	IMPORTE C.D. TRADICIONAL	% DEL TOTAL TRADICIONAL	IMPORTE C.D. PREFABRICADO	% DEL TOTAL PREFABRICADO	DIFERENCIA 3 - 10 = 5	% DIFERENCIA 5 ÷ 1 = 6	% DIFERENCIA DEL TOTAL
I.	PRELIMINARES.	8,489.09	0.9879	12,751.13	1.5930	+ 4,262.04	+ 50.2061	+ 0.4960
II.	CIMENTACION.	76,275.95	8.8762	75,949.25	9,4885	- 326.70	- 0.4283	- 0.0380
III.	ESTRUCTURA.	299,166.05	34.8140	289,037.79	36.1099	- 10,128.26	- 3.3855	- 1.1786
IV.	ALBARILERIA.	115,819.84	13.4780	109,161.24	13,6377	- 6,658.60	- 5.7491	- 0.7749
V.	ACABADOS.	37,129.05	4.3207	38,437.93	4,8021	+ 1,308.80	+ 3.5252	+ 0.1523
VI.	MUEBLES Y ACCESORIOS DE- BARO Y COCINA.	46,682.28	5.4324	46,682.28	5.8321	0.00	0.0000	0.0000
VII.	HERRERIA.	63,891.10	7.4350	63,891.10	7.9820	0.00	0.0000	0.0000
VIII.	CARPINTERIA.	17,481.08	2.0343	17,482.08	2.1839	0.00	0.0000	0.0000
IX.	YESERIA.	35,101.18	4.0847	19,990.79	2.4975	- 15,110.39	- 43.0481	- 1.7584
X.	PINTURA.	38,357.44	4.4637	40,560.96	5.0673	+ 2,203.52	+ 5.7447	+ 0.2564
XI.	VIDRIERIA	13,739.08	1.5988	13,739.08	1.7164	0.00	0.0000	0.0000
XII.	CERRAJERIA	5,036.07	0.5860	5,036.07	0.6292	0.00	0.0000	0.0000
XIII.	INSTALACION ELECTRICA.	34,850.48	4.0556	15,878.87	1.9838	- 18,971.61	- 54.4372	- 2.2077
XIV.	INSTALACION HIDRAULICA,- SANITARIA Y	51,286.36	5.9682	44,082.42	5.5073	- 7,203.94	- 14.0465	- 0.8383
XV.	LIMPIEZA.	16,022.58	1.8645	7,758.66	0.9693	- 8,263.92	- 51.5767	- 0.9617
	T O T A L .	859,327.63	100.0000	800,438.65	100.0000	58,888.98		- 6.8529

No.	CONCEPTO	CANTIDAD		TRADICIONAL		PREFABRICADO	
		TRAD.	PREFAB.	P.U.	IMPORTE	P.U.	IMPORTE
1. <u>PRELIMINARES</u>							
01.	Trazo y nivelación del terreno.	106.88 m2	106.88 m2	25.47	2,722.23	15.47	2,722.23
02.	Excavación a mano en material tipo II para alojar elementos de cimentación. Volúmen medido en banco.	1.75 m3	7.43 m3	333.31	583.29	333.31	2,476.49
03.	Excavación a mano en material tipo II, 10 cm. - de profundidad, en patios.	53.02 m2	53.02 m2	39.99	2,120.27	39.99	2,120.27
04.	Carga a mano y acarreo en carretilla la. estación. Volúmen medido en banco, material tipo II	7.05 m3	12.73 m3	159.98	1,127.86	159.98	2,036.55
05.	Relleno compactado en material inerte. Volúmen medido en banco.	0.45 m3	0.45 m3	273.54	123.09	273.54	123.09
06.	Carga a mano y acarreo en camión primer kilómetro de material producto de la excavación. Volúmen medido en banco.	7.05 m3	12.73 m3	227.14	1,601.34	227.14	2,891.49
07.	Acarreo kilómetro subsecuente.	7.05 m3	12.73 m3	29.93	211.01	29.93	381.01
					8,489.09		
						12,751.13	

No.	CONCEPTO	CANTIDAD		TRADICIONAL		PREFABRICADO	
		TRAD.	PREFAB.	P.U.	IMPORTE	P.U.	IMPORTE
	<u>II: CIMENTACION</u>						
01.	Suministro y colocación de capa de polietileno como plantilla para recibir cimentación.	70.48 m2	70.48 m2	22.01	1,551.26	22.01	1,551.26
02.	Acero de refuerzo fy = 4,000 Kg/m2 en zapatas - incluye materiales y habilitado.						
	a) #2	60.00 Kg	- - - -	68.22	4,093.20	- - -	- - - -
	b) #2.5	315.00 Kg	166.54 Kg	72.47	22,828.05	72.47	12,069.15
03.	Cimbra metálica acabado aparente en cimentación.	42.37 m1	42.37 m1	114.52	4,852.21	114.52	4,852.21
04.	Concreto en zapatas de cimentación f'c=200 kg/cm2 R.N.T.M.A. 19 mm. de 5 cm. de espesor.	- - - -	70.48 m2	- - - -	- - - -	309.02	21,779.73
05.	Malla de alambre fy - 5,000 kg/cm2 6x6 10/10 - en losa de concreto.	- - - -	70.48 m2	- - - -	- - - -	126.78	8,935.45
					<u>76,275.95</u>		<u>85,949.25</u>

No.	CONCEPTO	CANTIDAD		TRADICIONAL		PREFABRICADO	
		TRAD.	IMPORTE	P.U.	IMPORTE	P.U.	IMPORTE
III. ESTRUCTURA.							
01.	Muros prefabricados de concreto f'c=200 kg/cm2 - - - R.N.T.M.A. 19 mm. armados con malla 6x6 10/10 y acero de refuerzo # 2.5 utilizando cimbra metálica.	-----	127.86 m2	-----	-----	917.82	117,352.47
02.	Muros de tabique rojo recocido 7x14x28 cm. juntado con mortero cemento-arena 1:5.	129.87 m2	-----	771.18	100,153.15	-----	-----
03.	Montaje de muros, incluye acarreo de planta a obra.	-----	127.86 m2	-----	-----	294.66	37,675.23
04.	Castillos para ligar muros prefabricados de concreto f'c=200 kg/cm2 armado con 2 varillas # 2.5 #2 - 20 cm.						
	a) 7x20 cm.	-----	11.50 ml.	-----	-----	229.76	2,642.24
	b) 7x13 cm.	-----	31.70 ml.	-----	-----	190.82	6,048.99
	c) Circulares de 6 cm. Ø con 1 varilla #2.5	-----	27.60 ml.	-----	-----	83.87	2,314.81
05.	Castillos de concreto f'c=150 kg/cm2 de 15x15 cm. - armados con 4 varillas # 2.5 y #2 20 cm.	73.20 ml.	-----	584.57	42,790.52	-----	-----
06.	Cerramientos prefabricados de 15x20 cm. de sección de concreto f'c=100 kg/cm2 armados con 4 varillas - #3 #2 20 cm. acabado pulido.	-----	9.11 ml.	-----	-----	581.19	5,294.64
07.	Cadenas de concreto f'c=150 Kg/cm2 de 10x15 cm, armados con 2 varillas #2.5 #2 20 cm.						
	a) de remate	66.95 ml.	-----	417.50	27,951.03	-----	-----
	b) de desplante.	67.70 ml.	-----	417.50	28,264.75	-----	-----
08.	Losa de concreto maciza f'c=200 kg/cm2 de 10 cm. de espesor, incluye cimbrado, descimbrado y curado con agua.	71.57 m2	-----	1,290.81	92,383.27	-----	-----
09.	Suministro y colocación de vigueta de concreto T -- invertida V 37/14	-----	75.98 ml.	-----	-----	558.39	42,426.47

No.	CONCEPTO	CANTIDAD		TRADICIONAL		PREFABRICADO	
		TRAD.	PREFAB.	P.U.	IMPORTE	P.U.	IMPORTE
10.	Suministro y colocación de bovedilla de concreto - 80-20-20.	-----	75.98 ml.	-----	-----	558.39	42,426.47
11.	Cimbra perimetral en losa, con gotero, incluye habilidadn, cimbrado y descimbrado.	-----	21.02 ml.	-----	-----	235.74	5,096.70
12.	Colado en zona de comprensión sobre losa de vigueta y bovedilla, concreto f'c=200 kg/cm2 R.N.T.M.A. 19 mm. de 5 cm. de espesor con armado perimetral - y malla 6x6 10/10	-----	66.53 m2	-----	-----	480.32	31,955.69
13.	Volado de losa de techo de concreto f'c=200 kg/cm2 armado con malla 6x6 10/10 y cimbra, acabado aparente.	-----		-----	-----		
	a) de 30 cm. de ancho.	-----	7.26 ml.	-----	-----	787.54	5,717.54
	b) de 13 cm. de ancho.	-----	7.44 ml.	-----	-----	466.01	3,467.11
14.	Pretíl de concreto f'c=200 kg/cm2, armado con malla 6x6 10/10, acabado aparente.	3.31 ml.	3.31 ml.	337.05	1,115.64	337.05	1,115.64
15.	Muro de block de 6x12x24 aparente en barda asentado con mortero cemento-arena 1:5	7.06 m2		834.94	5,894.68	-----	-----
16.	Castillo de concreto f'c=200 kg/cm2 ahogado en - - block de 6x12 cm. armado con 1 var. 3 2.5	4.50 ml.	incluído en muros.	136.09	612.41	-----	-----
					<u>299,166.05</u>		<u>289,037.79</u>

No.	CONCEPTO	CANTIDAD		TRADICIONAL		PREFABRICADO	
		TRAD.	PREFAB.	P.U.	IMPORTE	P.U.	IMPORTE
IV. <u>ALBAÑILERIA</u>							
01.	Suministro y colocación de tubo PVC de 10 cm. Ø para drenaje, incluye excavación y relleno.	14.40 ml.	17.40 ml.	1,180.01	20,542.61	1,180.01	20,542.61
02.	Registro precolado de 40x60 cm. armado con malla -- 6x6 10/10, incluye tapa, marco y contrmarco, colocación, excavación, relleno y compactación.						
	a) con tapa	1.00 Pza.	1.00 Pza.	5,238.14	5,238.14	5,238.14	5,238.14
	b) con coladera.	2.00 Pza.	2.00 Pza.	5,716.27	11,432.54	5,716.27	11,432.54
03.	Base para ténaco, de concreto f'c=200 kg/cm2 acabado aparente y malla 6x6 10/10 .	1.00 Pza.	1.00 Pza.	1,058.84	1,058.84	1,058.84	1,058.84
04.	Murete para medidores de concreto armado f'c=200 -- kg/cm2 y malla 6x6 10/10, acabado aparente.	1.00 Pza.	1.00 Pza.	4,403.79	4,403.79	4,403.79	4,403.79
05.	Forjado de charolas de baño.	1.00 m2	1.15 m2	670.78	670.78	670.78	771.40
06.	Acabado escobillado en piso de concreto (patios)	3.50 m2	3.50 m2	76.54	267.89	76.54	267.89
07.	Arabado pulido en pisos de concreto.	67.02 m2	66.98 m2	88.02	5,899.10	88.02	5,895.58
08.	Losas para estacionamiento de concreto simple f'c=150 kg/cm2 incluye afine de piso, cimbra y acabado escobillado.						
	a) de 0.50 x 0.80 m.	-----	5.00 Pza.	-----	-----	776.00	3,880.00
	b) de 1.50 x 0.80 m.	8.40 m2	5.00 Pza.	707.25	5,940.90	306.61	1,533.05
09.	Tierra lama para jardín, 20 cm. de espesor.	78.42 m2	28.46 m2	112.91	3,214.55	28.47	3,214.55
10.	Base para calentador, suministro y colocación.	1.00 Pza.	1.00 Pza.	724.99	724.99	416.15	416.15
11.	Acometida Cfa. de Luz	1.00 Pza.	1.00 Pza.	3,328.00	3,328.00	3,328.00	3,328.00
12.	Colocación de herrería, plomería, nivelado y amaciza do.	10.99 m2	incluido en muros.	346.02	3,802.70	-----	-----
					66,524.89		
						62,982.54	

No.	CONCEPTO	CANTIDAD		TRADICIONAL		PREFABRICADO			
		TRAD.	PREFAB.	P.U.	IMPORTE	P.U.	IMPORTE		
Albañilería (cont.)									
13.	Recibir desague de lavadero.	1.00	Pza.	1.00	Pza.	818.00	818.00	818.00	818.00
14.	Impermeabilización en azoteas a base de material asfáltico.	71.57	m2	71.57	m2	345.00	24,691.65	345.00	24,691.65
15.	Chafión de mortero cemento-arena 1:5 de 10 -- cm. por cateto.	8.05	ml.	8.05	ml.	154.96	1,247.43	154.96	1,247.43
16.	Resanes con mortero cemento-arena 1:5 en uniones de muro-muro y muro-losa.	-----		220.94	ml.	-----	-----	11.55	2,551.86
17.	Resanes en muros.	259.74	m2	-----		17.49	4,542.85	-----	-----
18.	Junta constructiva de poliestireno de 5 cm.	26.00	m2	26.00	ml.	600.27	15,607.02	600.27	15,607.02
19.	Junta de celotex de 12.5 mm x 12 cm en bardas.	3.00	ml.	3.00	ml.	104.14	374.90	104.14	374.90
20.	Colocación de tapajuntas de lámina galvanizada calibre 18.	14.72	ml.	14.72	ml.	128.25	1,887.84	128.25	1,887.84
21.	Tapar huecos en bardas.	4.75	ml.	-----		26.37	125.26	-----	-----
						<u>115,819.84</u>	<u>109,161.24</u>		

No.	CONCEPTO	CANTIDAD				TRADICIONAL		PREFABRICADO	
		TRAD.	PREFAB.	TRAD.	PREFAB.	P.U.	IMPORTE	P.U.	IMPORTE
<u>VI. MUEBLES Y ACCESORIOS DE BAÑO.</u>									
01.	Suministro y colocación de inodoro con tanque Ideal Standard color blanco.	1.00	Pza.	1.00	Pza.	7,303.95	7,303.95	7,303.95	7,303.95
02.	Suministro y colocación de lavabo de porcelana - -- Ideal Standard color blanco con llave mezcladora -- Helvex y Cespol.	1.00	Pza.	1.00	Pza.	4,476.51	4,476.51	4,476.51	4,476.51
03.	Suministro y colocación de regadera con llaves de -- empotrar marca Helvex.	1.00	Pza.	1.00	Pza.	2,998.49	2,998.49	2,998.49	2,998.49
04.	Suministro y colocación de accesorios de baño de -- porcelana blanca para empotrar.	1.00	Jgo.	1.00	Jgo.	1,941.91	1,941.91	1,941.91	1,941.91
05.	Suministro y colocación de calentador de agua Cinsa de 40 lts.	1.00	Pza.	1.00	Pza.	8,008.63	8,008.63	8,008.63	8,008.63
06.	Suministro y colocación de fragadero, incluyendo -- llaves.	1.00	Pza.	1.00	Pza.	12,188.55	12,188.55	12,188.55	12,188.55
07.	Suministro y colocación de lavadero de concreto.	1.00	Pza.	1.00	Pza.	3,928.71	3,928.71	3,928.71	3,928.71
08.	Suministro y colocación de tinaco de 800 lts. de -- capacidad.	1.00	Pza.	1.00	Pza.	5,835.53	5,835.53	5,835.53	5,835.53
						46,681.28	46,681.28		

No.	CONCEPTO	CANTIDAD				TRADICIONAL		PREFABRICADO.	
		TRAD.	PREFAB.	P.U.	IMPORTE	P.U.	IMPORTE		
VII. <u>HERRERIA.</u>									
01.	Suministro de ventaneria fabricada en perfiles metálicos de las siguientes medidas:								
	a) 0.90 x 1.30 m.	2.00	Pza.	2.00	Pza.	4,183.92	8,367.84	4,183.92	8,367.84
	b) 1.00 x 1.20 m.	1.00	Pza.	1.00	Pza.	4,309.44	4,309.44	4,309.44	4,309.44
	c) 0.35 x 0.40 m.	1.00	Pza.	1.00	Pza.	1,104.43	1,104.43	1,104.43	1,104.43
	d) 0.75 x 1.00 m.	1.00	Pza.	1.00	Pza.	2,690.02	2,690.02	2,690.02	2,290.02
	e) 1.70 x 1.30 m.	1.00	Pza.	1.00	Pza.	6,402.30	6,402.30	6,402.30	6,402.30
02.	Suministro de marco de:								
	a) 0.75 x 2.10 m.	2.00	Pza.	2.00	Pza.	2,058.95	4,117.90	2,058.95	4,117.90
	b) 0.90 x 2.10 m.	2.00	Pza.	3.00	Pza.	2,121.34	6,364.02	2,121.34	6,354.02
03.	Suministro de cancel de 1.80 x 2.10 m. Jardín.	1.00	Pza.	1.00	Pza.	8,896.79	8,896.79	8,896.79	8,896.79
04.	Suministro de puerta de perfil metálico:								
	a) 0.80 x 2.10 m.	1.00	Pza.	1.00	Pza.	7,278.80	7,278.80	7,278.80	7,278.80
	b) 1.40 x 2.10 m.	1.00	Pza.	1.00	Pza.	10,042.92	10,042.92	10,042.92	10,042.92
05.	Suministro de tapajuntas de lámina galvanizada-- calibre 18.	14.72	ml.	14.72	ml.	293.25	4,316.64	293.25	4,316.64
							<hr/>		<hr/>
							63,891.10		63,891.10

No.	CONCEPTO	CANTIDAD		TRADICIONAL		PREFABRICADO			
		TRAD.	PREFAB.	P.U.	IMPORTE	P.U.	IMPORTE		
	<u>VIII. CARPINTERIA.</u>								
01.	Suministro y colocación de puertas.								
	a) 0.70 x 2.10 m. baño	1.00	Pza.	1.00	Pza.	3,890.03	3,890.03	3,890.03	3,890.03
	b) 0.80 x 2.10 m. recámaras y acceso.	3.00	Pza.	3.00	Pza.	4,530.35	13,591.05	4,530.35	13,591.05
							<u>17,481.08</u>		<u>17,481.08</u>

No.	CONCEPTO	CANTIDAD		TRADICIONAL		PREFABRICADO	
		TRAD.	PREFAB.	P.U.	IMPORTE	P.U.	IMPORTE
	IX. <u>YESERIA.</u>						
01.	Aplanado de yeso en plafones a reventón.	55.90 m2	59.79 m2	150.15	8,393.39	150.15	8,977.47
02.	Tirol rústico sobre plafón.	55.90 m2	59.79 m2	184.20	10,296.78	184.20	11,013.32
03.	Aplanado de yeso en muros a reventón.	135.41 m2	-----	183.18	24,804.40	-----	-----
					<u>35,101.18</u>		<u>19,990.79</u>

No.	CONCEPTO	CANTIDAD		TRADICIONAL		PREFABRICADO	
		TRAD.	PREFAB.	P.U.	IMPORTE	P.U.	IMPORTE
<u>X. PINTURA.</u>							
01.	Pintura de esmalte en muros y plafones interiores, aplicación a tres manos.	9.45 m2	9.34 m2	219.52	219.52	2,094.46	2,074.46
02.	Pintura vinílica aplicación a tres manos en:						
	a) Muros exteriores	61.00 m2	61.24 m2	170.54	10,402.94	170.54	10,443.87
	b) Muros interiores.	133.41 m2	133.41 m2	170.54	23,092.82	170.54	23,092.82
03.	Pintura de esmalte en herrería.	25.82 m2	25.82 m2	127.21	3,284.54	127.21	3,284.56
04.	Pintura vinílica en tinaco.	1.00 Pza.	1.00 Pza.	509.56	509.56	509.56	509.56
05.	Pintura de esmalte en tubería aparente.	17.00 ml.	17.00 ml.	42.18	717.06	42.18	717.06
06.	Pintura en base de calentador.	1.00 Pza.	1.00 Pza.	29.43	28.43	28.43	28.43
07.	Pintura en marcos metálicos.	4.00 Pza.	4.00 Pza.	102.55	410.20	102.55	410.20
					<u>38,357.44</u>		<u>40,450.96</u>

108

No.	CONCEPTO	CANTIDAD		TRADICIONAL		PREFABRICADO	
		TRAD.	PREFAB.	P.U.	IMPORTE	P.U.	IMPORTE
	<u>XI. VIDRIERIA.</u>						
01.	Vidrio medio doble en ventanerfa.	10.64 m2	10.64 m2	1,173.00	12,480.72	1,172.00	12,480.72
02.	Suministro y colocación de espejo de baño.	1.00 Pza.	1.00 Pza.	1,258.36	1,258.36	1,258.36	1,258.36
					<u>13,739.08</u>		<u>13,739.08</u>

No.	CONCEPTO	CANTIDAD		TRADICIONAL		PREFABRICADO	
		TRAD.	PREFAB.	P.U.	IMPORTE	P.U.	IMPORTE
XII. CERRAJERIA.							
01.	Suministro y colocación de chapas en puertas de madera:						
	a) De intercomunicación.	2.00 Pza.	2.00 Pza.	716.50	1,433.00	716.50	1,433.00
	b) De baño.	1.00 Pza.	1.00 Pza.	716.50	716.50	716.50	716.50
	c) De acceso	1.00 Pza.	1.00 Pza.	1,006.57	1,006.57	1,006.57	1,006.57
	d) Patio servicio	1.00 Pza.	1.00 Pza.	901.30	901.30	901.30	901.30
	e) Jardín.	1.00 Pza.	1.00 Pza.	978.70	978.70	978.70	978.70
					<u>5,036.07</u>		<u>5,036.07</u>

No.	C O N C E P T O	CANTIDAD		TRADICIONAL		PREFABRICADO	
		TRAD.	PREFAB.	P.U.	IMPORTE	P.U.	IMPORTE
<u>XIII. INSTALACION ELECTRICA.</u>							
01.	Material eléctrico.	-----	1.00 lote	-----	-----	10,890.95	10,890.95
02.	Mano de obra.	-----	1.00 lote	-----	-----	4,987.92	4,987.92
03.	Suministro y colocación de instalación - - eléctrica.	1.00 lote	-----	34,850.48	34,850.48	-----	-----
					<u>34,850.48</u>		<u>15,878.87</u>

No.	CONCEPTO	CANTIDAD		TRADICIONAL		PREFABRICADO	
		TRAD.	PREFAB.	P.U.	IMPORTE	P.U.	IMPORTE
<u>XIV. INSTALACION HIDRAULICA, SANITARIA Y GAS.</u>							
01.	Ramaleo y desagues, 6 salidas (WC, lavabo, regadera, fregadero, lavadero, calentador.)	1.00 lote	1.00 lote	41,452.05	41,452.05	34,248.11	34,248.11
02.	Instalación de toma municipal y red de alimentación a tinacos.	1.00 lote	1.00 lote	3,393.26	3,393.26	3,393.26	3,393.26
03.	Instalación de gas, incluye ramaleo a estufa y calentador.	1.00 lote	1.00 lote	6,441.05	6,441.05	6,441.05	6,441.05
					<u>51,286.36</u>		<u>44,082.42</u>

No.	CONCEPTO	CANTIDAD		TRADICIONAL		PREFABRICADO			
		TRAD.	PREFAB.	P.U.	IMPORTE	P.U.	IMPORTE		
XV. <u>LIMPIEZA.</u>									
01.	Limpieza gruesa de la obra.	100.81	m2	100.81	m2	22.40	2,392.54	22.40	2,392.54
02.	Limpieza de muebles de baño y cocina.	5.00	Pza.	5.00	Pza.	62.31	311.55	62.31	311.55
03.	Limpieza de accesorios de baño.	1.00	Jgo.	1.00	Jgo.	67.49	67.49	67.49	67.49
04.	Limpieza de vidrios y cancelerfa.	21.52	m2	21.52	m2	27.49	591.58	27.49	591.58
05.	Limpieza de lambrfn de mosaico veneciano.	10.88	m2	10.88	m2	32.82	357.08	32.82	357.08
06.	Limpieza de piso de mosaico veneciano.	2.75	m2	2.75	m2	29.02	79.81	29.02	79.81
07.	Limpieza de piso de loseta vínflica.	53.15	m2	56.84	m2	21.01	1,116.68	21.01	1,194.21
08.	Limpieza de zoclo vínflico..	60.20	m1.	60.20	m1.	9.63	559.84	9.63	559.84
09.	Limpieza de pisos de concreto.	74.03	m2	74.03	m2	24.21	1,791.27	24.21	1,791.27
10.	Limpieza y recorrido dejando lista la superficie para recibir acabados en muros y plafones.	301.78	m2	-----		27.65	8,341.45	-----	-----
							<hr/>		<hr/>
							16,022.58		7,758.66

5.2.- COSTO

La comparación de los presupuestos nos indica que el método prefabricado resulta ser un 6.85% más barato que el tradicional.

Veamos ahora las causas:

Hay conceptos que son iguales en los dos sistemas:

VI. Muebles y Accesorios de Baño y Cocina

VII. Herrería

VIII. Carpintería

XI. Vidriería

XII. Cerrajería

Los conceptos más caros en el prefabricado son:

I. Preliminares: Debido a la excavación necesaria para la losa de cimentación, la carga y el acarreo del material producto de excavación.

V. Acabados: Se tiene una mayor área libre interior en la casa prefabricada, aumentando las áreas de acabados.

VI. Pintura: El mismo caso que en Acabados.

Los conceptos más baratos en el prefabricado son:

II. Cimentación: Hay menos acero de refuerzo al usar losa de cimentación, que aunque requiere mayor cantidad de concreto, justifica el cambio.

III. Estructura: La suma de muros, dadas y castillos en la casa tradicional es mayor que la suma de muros, montaje, castillos y cerramientos de la casa prefabricada. La losa maciza y la losa de vigueta y bovedilla tienen costo similar.

- IV. Albañilería: La colocación de Herrería está incluida en los muros prefabricados, por lo que no hay que hacerla en obra y la base para el calentador se suelda a preparaciones colocadas de antemano en los muros. Los resanes son mucho menores, pues se limitan a juntas muro-muro y muro-losa, los cuales son mínimos. No se requiere taponar huecos.
- IX. Yesería: No se requiere yeso en muros. El acabado que tienen los deja listos para recibir pintura o cualquier material.
- XIII. Instalación Hidráulica, Sanitaria y Gas: Es más barata, pues sólo se llega a interconectar tubos, ya que la instalación está ahogada en los muros desde su fabricación en planta.
- XIV. Instalación Eléctrica: Mismo caso de la partida XIII.
- XV. Limpieza: La rapidez y pulcritud de la obra prefabricada nos ahorra tiempo de limpieza.

5.3.- TIEMPO

La característica principal del método prefabricado es su rapidez de ejecución, lo que dado el alto costo del financiamiento permite un gran ahorro en este renglón, pues a menor tiempo de construcción menor financiamiento.

Por otro lado, tenemos la optimización de los recursos humanos, pues se multiplica la eficiencia al hacer más casas en el mismo período de tiempo.

Es importante no perder de vista el concepto básico de la prefabricación, que es la repetición de actividades cíclicamente.

Se anexan los programas de construcción de ambos métodos.

5.4.- CARACTERISTICAS DE CONSTRUCCION

La vivienda prefabricada facilita la labor del constructor, pues en cierta forma, se limita a armar un gran rompecabezas.

Las ventajas de este método son:

- 1.- Rapidez y limpieza de ejecución.
- 2.- La poca cimbra utilizada es metálica, que evita errores, desperdicios y usadas con esmero rinde hasta más de 600 usos. No se requiere cimbra para la losa, pues es de vigueta y bovedilla.
- 3.- Los trabajos de resane son mínimos, limitándose a las uniones de muro-muro y muro-losa. Se efectúan rápidamente con mortero cemento-arena y se aplica con espátula.
- 4.- El desperdicio de concreto es casi nulo al no haber huecos, remates cortos o dadas desalineadas.
- 5.- Los armados son a base de malla electrosoldada, de fácil manejo y colocación y con poca posibilidad de errores.
- 6.- Los procesos en planta y en obra son independientes, lo que permite efectuarlos simultáneamente o aún iniciar la prefabricación antes que los trabajos de campo.
- 7.- Por ser un proceso estandarizado, hay muy poco margen de errores.
- 8.- Se obtiene una uniformidad en acabados.
- 9.- La calidad de construcción y acabados es alta.
- 10.- Es muy difícil que resulten piezas dañadas, por lo que su aspecto es bueno.

- 11.- Hay pocos cuellos de botella, por lo que la continuidad tiene pocos obstáculos.
- 12.- Se resiente menos la inflación al tener en stock arena, grava, acero, cemento y demás materiales en el caso de las prefabricadoras.
- 13.- Se obtiene mayor área útil al ser más esbeltos los muros, 8 centímetros contra 15 del tradicional.

Las desventajas son:

- 1.- La inversión inicial requerida es muy alta, pues se requiere cuando menos:
 - a) Una mezcladora planetaria de concreto.
 - b) Una caldera de vapor para el curado de concreto.
 - c) Una instalación apropiada para la producción, del tipo de nave industrial.
 - d) Grúas pórtico para el movimiento de materiales y paneles.
 - e) Montacargas para el movimiento del concreto.
 - f) Instalaciones eléctricas apropiadas.
 - g) Una grúa de 18 toneladas para el montaje.
 - h) Los accesorios necesarios para las maniobras de montaje, como estrobos, perros, cables de acero y grapas.

Por lo que sólo las prefabricadoras establecidas tienen posibilidad de emprender este tipo de proyectos, pues deprecian su equipo entre muchas opciones de producción, no solamente casas.

- 2.- El personal, aunque reducido, debe tener un cierto grado de especialización, el cual no es difícil de obtener, pero presupone una alta experiencia para obtener una alta eficiencia.
- 3.- Casi no hay tolerancias ni margen para errores; por su naturaleza, las medidas son exactas.
- 4.- Una vez iniciada la prefabricación, es muy difícil y costoso hacer cambios al proyecto ejecutivo.

- 5.- Los costos de operación pueden elevarse si se desperdician horas-máquina en planta o en obra. Específicamente es delicado el uso de la grúa en el montaje.
- 6.- Ciertamente no es un proceso que contribuya a elevar la creación de empleos directamente, pues por el contrario, reduce el número de trabajadores.

C A P I T U L O V I

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1.1.- CONCLUSIONES GENERALES

Los factores que hacen cada día más palpable la necesidad de tecnificar la producción masiva de vivienda son

- a) La necesidad de cubrir el déficit existente y la creciente demanda de vivienda a nivel nacional.
- b) El notable incremento del costo de la mano de obra comparada con los materiales.
- c) El desarrollo tecnológico generalizado en todas las áreas de la economía, tanto nacional como internacional.
- d) El estado casi rudimentario de la construcción actual de vivienda.

Sin embargo, tal tecnificación no se ha llevado a cabo, por los siguientes motivos, no necesariamente ciertos:

- 1.1.1.- El costo de producción y el precio de venta son mayores que los de la construcción convencional, principalmente en las unidades producidas en los primeros dos años.
- 1.1.2.- Para abatir dichos costos se requiere personal bien capacitado, que es escaso o nulo en la actualidad.

- 1.1.3.- La prefabricación en cualquier versión implica un cambio y surge una resistencia al cambio, aunada a la duda de que si el producto será realmente mejor y más barato que lo que actualmente se tiene.
- 1.1.4.- Empresarialmente no hay necesidad de cambio, pues con el sistema actual el mercado está asegurado con un riesgo razonablemente bajo.
- 1.1.5.- Para la prefabricación industrializada es necesaria una inversión muy superior a la del método tradicional y los temores de recuperación resultan inquietantes y nada atractivos.

Estos factores desaniman la inversión en la industrialización de la vivienda y la situación no presenta un panorama atractivo que incite a cubrir este sector tradicionalmente abandonado.

Hay varios conceptos básicos para comparar los costos de los métodos prefabricados y tradicionales.

- * El costo estimado por m² para una casa de interés social en el Area Metropolitana es de \$15,000.00/m² con método tradicional, que comprendería cimentación de piedra o concreto, firme de concreto, muros de tabique o block, losas de concreto, y acabados de yeso y pintura con algunos detalles en fachada.
- * El costo estimado por m² en métodos prefabricados se encuentra un 20 o 30% más alto que la cotización con el método tradicional, que no es extraño, y tal valor es comparable al de contratar con grandes empresas constructoras en las que los indirectos son mucho mayores.

Tal situación puede o no tener justificación.

- * Es razonablemente válido pensar que la construcción prefabricada DEBE tener un costo menor, precisamente por la tecnificación. Sin embargo, hay que considerar cuestiones cualitativas, tales como:

a) Si dos casas, una tradicional y otra prefabricada, fue-

ran exactamente iguales, consumirían los mismos volúmenes de materiales

... costos iguales

b) Pero por la producción industrializada, la prefabricación tendría menores mermas y desperdicios

... costos menores

c) Y el rendimiento diario de operarios, por la vigilancia, adiestramiento, equipo y comodidad del trabajo sería más

... costos menores

d) Pero los operarios y la planta industrial han de ser más caros

... costos mayores

e) Y son de esperarse temporadas sin cargas plenas de trabajo, bajando el rendimiento promedio anual

... costos mayores

f) La planta de personal administrativo es también menos ajustable

... costos mayores

g) El local de la planta y la maquinaria implican un costo para amortización

... costos mayores

h) El prefabricado requiere de gastos adicionales, que son: transporte, montaje y ajuste final en obra

... costos mayores

Todo lo anterior explica cualitativamente por qué los costos de vivienda prefabricada pueden resultar mayores que en el método tradicional, pudiendo atacarse los puntos siguientes:

- . Buscar un altísimo rendimiento de producción en planta.
- . Buscar una muy difícil economía en materiales.

Tomando la prefabricación como empresa lucrativa, hay que corregir la tendencia a sobrepasar el costo del método tradicional, procurando una alta y eficiente tecnificación de todas las fases del sistema prefabricado y para ello, reunir

cualidades sobresalientes respecto a sus correspondientes en en una estructura convencional.

Esto deriva del hecho conocido de que en una constructora convencional, los maestros, albañiles y peones trabajan por sí mismos con poca vigilancia y dirección, en tanto que en una prefabricadora el trabajo de enseñanza y dirección es arduo, sobre todo al principio. De ahí la necesidad de contar con un personal sobresaliente.

Por otro lado, el empresario debe estar dispuesto a:

- * Realizar una fuerte inversión, tanto mayor cuanto más sofisticado sea el equipo.
- * No cambiar de giro, debido a la especialización de la maquinaria.
- * Invertir varios meses de trabajo especializado e intenso en la planeación técnica de la empresa, la selección de equipo, su adquisición y puesta en marcha.
- * Obtener un producto difícilmente competitivo en precio y aunque puede ser de mucho mejor calidad, no será nunca tan versátil como la construcción artesanal tradicional.
- * Tener un balance negativo durante los primeros años de ejercicio.
- * Fincar el éxito de la empresa, no tanto del empresario, sus ventas o capacidad financiera, sino del personal técnico y organización, que será el encargado de hacer producir al negocio.
- * Apoyarse asegurando mercados, ventas con sobreprecios y liquidez económica, condiciones fundamentales para la prosperidad de la empresa.
- * Después de un año, precisar su poder y sus alcances y si se ha trabajado con provecho, el resultado será positivo, iniciándose la época de cosecha.

En México, la casa prefabricada no se ha difundido ni comer-

En México, la casa prefabricada no se ha difundido ni comercializado a nivel del usuario final, quien es el que acepta o rechaza a fin de cuentas cualquier producto en el mercado.

El usuario final carece de la información y la mentalidad necesarias para conocer y aceptar una vivienda prefabricada. El mexicano promedio recela de lo que no le parece robusto, macizo, durable y modificable.

La vivienda prefabricada no da la sensación de robustez y solidez que ofrece la tradicional. Muchas veces no es posible modificar o hacer crecer una casa prefabricada tan fácilmente como una tradicional, debido a su estructuración y características de construcción.

Hace falta una labor de convencimiento para modificar las costumbres habitacionales del mexicano promedio, quien es el consumidor potencial de la vivienda prefabricable. La vivienda pasa a ser así un artículo de consumo primario a largo plazo.

El sueño dorado de cualquier prefabricador es una casa en la que no haya mano de obra "in situ", lo que todavía no es posible en nuestro medio.

Es precisamente la mano de obra in situ la que obstaculiza el éxito del prefabricado como sistema constructivo, ya que no se han resuelto satisfactoriamente los detalles de juntas, instalaciones y acabados, que deben hacerse por los métodos tradicionales. Esto encarece el costo final del prefabricado y reduce drásticamente el ahorro logrado hasta el montaje.

Lamentablemente, en México no se ha investigado ni desarrollado la tecnología de detalle, limitándose a la producción de prefabricados, pero olvidando el concepto de integralidad. Tal es el motivo por el que los paneles y losas prefabricadas sean tan conocidos y aplicados en todo tipo de obras, no así los detalles finos como instalaciones eléctricas, sanitarias, hidráulicas, servicios, gas, teléfonos, etcétera, que constituyen cuellos de botella en esta rama.

6.2.- CONSIDERACIONES ECONOMICAS

Actualmente es imposible emprender ninguna obra sin contemplarla conjuntamente con los factores rapidez, costo, inversión, tiempo y tecnología, es decir, desde el punto de vista negocio.

Hoy, el costo de financiamiento es muy alto y determinante en el éxito o fracaso económico de cualquier obra.

Es obvio que a menor tiempo de ejecución, menor costo de financiamiento, debido a:

- . Ahorro de intereses contra el tiempo.
- . Menor costo de operación debido al ahorro de sueldos, salarios, costo de equipo y gastos de operación.
- . Recuperación más rápida de la inversión.
- . Menor erogación económica debido a la inflación y a la pérdida del poder adquisitivo de la moneda.

Resulta un aumento, por todo lo anterior, de la tasa de retorno del capital invertido.

La inversión inicial tan grande que requiere cualquier proyecto de prefabricación hace necesaria alguna de estas dos alternativas:

Posibilidad de diversificación de los productos ofrecidos
ó
Colocación de un gran volumen de pocos productos.

Para el caso de las viviendas, la segunda alternativa presenta más posibilidades de éxito.

Debido a la industrialización del proceso, prácticamente cuesta lo mismo hacer la primera casa que la milésima, pero son los costos de la inversión y los costos fijos de operación los que nos determinan el altísimo costo final de la primera casa producida.

Es necesario garantizar un consumo tal de vivienda prefabricada que amortice los costos de operación, instalación e inversión, bajando así el costo por volumen.

Esta garantía de consumo requiere un mercado cautivo, que puede obtenerse del INFONAVIT, FOVISSTE, sindicatos, etc.

La prefabricación, para optimizar recursos, debe mantener un equilibrio constante entre producción y mercado, buscando el puente que permita una producción continua y constante el mayor tiempo posible, de tal suerte que el fabricante cubra sus costos y su cuota de producción, mientras que el mercado la absorbe a bajo costo y al momento que se presenta.

Aunque es cierto que hay una demanda creciente de vivienda en el país, la gran mayoría de los demandantes carecen de capacidad económica o de posibilidades crediticias que les permita adquirir una vivienda.

Pero la falta de respaldo económico se origina en el desempleo o subempleo del jefe de familia, lo que dá al problema habitacional características y repercusiones más amplias y complejas: no será posible alterar la situación deficitaria habitacional en tanto no se modifiquen las estructuras socio-económicas y de empleo.

El problema habitacional es una consecuencia de la situación de la situación del país a través del presente siglo y no un problema accidental o aislado que pueda atacarse y resolverse como tal.

6.3.- CONCLUSIONES PARTICULARES

Los prefabricados de concreto son sin duda la alternativa lógica de la construcción a todo nivel, dadas sus características de producto industrializado de producción en serie.

- a) La demanda creciente de edificaciones es casi imposible de poder satisfacer con los métodos tradicionales, sobre todo en el campo de la vivienda.
- b) Los prefabricados de concreto requieren de una fuerte inversión inicial en equipo e instalaciones de planta, por lo que ha de garantizarse una demanda constante del producto, a fin de que sea rentable la inversión.
- c) Los proyectos habitacionales pueden garantizar la demanda requerida de elementos prefabricados en serie y mantener los costos de producción en un nivel aceptable.
- d) Hay una gran diversidad de sistemas prefabricados, predominando por su adaptabilidad al medio nacional los españoles, franceses y alemanes. Aunque cada uno tiene particularidades y ventajas definidas, son en general muy parecidos y de concepción semejante.
- e) En nuestro país, la gran diversidad de marcas y sistemas ha originado una disgregación de esfuerzos y procedimientos en lugar de una uniformidad, dando lugar a recomendaciones algunas veces contradictorias entre sistemas muy afines.
- f) No hay una regularización de dimensiones y criterios constructivos que permitan compatibilidad de los diferentes sistemas.
- g) Es indiscutible que los prefabricados no contribuyen a crear empleos, sino que reducen el número de operarios para producir una vivienda, debido a la automatización y a la alta productividad por hombre; tal vez sea este uno de los factores que contribuyan a su limitada difusión.

- h) Existe una cierta resistencia por parte del consumidor final a adquirir vivienda de prefabricados de concreto, argumentando que es muy austera, fría, monótona y sin vida, prejuicios inexactos en su mayoría. Se afirma que las losas son muy frágiles, que vibran mucho y son demasiado delgadas, dando sensación de inseguridad.
- i) Actualmente, la vivienda de interés social prefabricada se vende más cara que la hecha con métodos tradicionales, alrededor de un 20% más por vivienda unifamiliar terminada y un 15% en vivienda multifamiliar.
- j) La prefabricación basa su éxito en una repetición de operaciones en serie, bien planeadas y estudiadas, por tal motivo no son aceptables cambios ni decisiones de "última hora" o "sobre la marcha", pues las modificaciones resultan más caras y contraproducentes que los supuestos beneficios buscados.
- k) El principal costo de producción abatido por los prefabricados es el de mano de obra, tanto en planta como en obra. La mano de obra no requiere de una especialización fuera de lo común y con capacitación adecuada se pueden lograr operarios de alto rendimiento.
- l) Los tiempos perdidos durante el montaje hacen que suba el costo por concepto de hora-máquina no usada; dado que el costo horario de una grúa es mayor cuanto más capacidad tenga, se hace necesario cumplir con un estricto programa de montaje a fin de aprovechar el mayor tiempo posible la capacidad instalada de levante y transporte de piezas prefabricadas, tratando de dar el mayor uso posible a la grúa ya sea en colados in situ, movimiento de materiales, etc.
- m) Ha tenido mucho éxito el usar métodos mixtos, es decir, losas prefabricadas o con vigueta y bovedilla, siendo tradicional el resto de la construcción. Esto logra un ahorro considerable en costo y tiempo de cimbra, armado y colado de losas.
- n) A medida que aumente el costo de mano de obra será más competitivo el prefabricado, pues el costo por concepto de materiales es prácticamente el mismo y la rapidez de el-

boración compensa el costo final de la vivienda.

- o) La prefabricación es la solución idónea para abatir, o al menos reducir el déficit habitacional del país en menor tiempo y tal vez con igual o menor costo que con los métodos tradicionales.
- p) Los proyectistas no adecuaban sus proyectos a los prefabricados, sino que los prefabricados se adecuaban a los proyectos, con el consiguiente aumento de precios y la imposibilidad de combinar piezas o utilizar las ya existentes en proyectos nuevos.

6.4.- RECOMENDACIONES

- a) Debe impulsarse la sistematización y normalización de la vivienda, apoyados en el uso combinado de materiales tradicionales y sistemas de producción en serie, que mejoren la eficiencia en el uso de economías significativas.
- b) Puede pensarse que con la construcción masiva de vivienda se resuelve el problema habitacional, pero su solución involucra también aspectos como uso del suelo, infraestructura, equipamiento, ecología y servicios urbanos, que de no resolverse, acumulan problemas.
- c) Es deseable proceder, en caso de elementos hechos en planta, al montaje directamente del transporte, a fin de ahorrar una maniobra adicional como el almacenamiento y su posterior izado para montaje. Esto tiene la ventaja colateral de ahorrar superficie de almacenamiento de piezas en espera, que en obras grandes puede ser muy grande.
- d) Debe procurarse en lo posible eliminar todo tipo de trabajo en obra que no se relacione con el montaje. El ahorro en tiempo y costo logrado se puede perder e incluso volver negativo si en obra se ranura, resana, perfora, etc. para instalar o colocar mobiliario de baño, cocina, ductos eléctricos, de agua y drenaje. Todo esto, además de encarecer la obra, daña el acabado y redundante en fallas en el sistema.

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

- * LA PREFABRICACION
Rohm, Walter
Editorial Blume, 1977
- * PRODUCTOS PREFABRICADOS DE CONCRETO
Richardson, J. G.
IMCYC, 1981
- * DATOS BASICOS SOBRE POBLACION DE MEXICO
1980-2000
Consejo Nacional de Población, SPP
- * DISEÑO DE ELEMENTOS DE PREFABRICADOS DE CONCRETO
Nueva Serie IMCYC 11, 1981
- * NORMAS Y COSTOS DE CONSTRUCCION
Tomo I y II
Plazola Cisneros, Alfredo
Editorial Limusa, 1976
- * TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION
G. Banc
Editorial Blume, 1970
- * DESARROLLO HISTORICO DE LA VIVIENDA DIRIGIDA A ESTRATOS DE
INGRESOS BAJOS
Camargo S. José G.
UIA, 1982
- * NORMAS TECNICAS PARA CONSTRUCCION DE VIVIENDA DE INTERES
SOCIAL
Departamento de Diseño Urbano y Vivienda
INFONAVIT, 1978
- * VIVIENDA, ESTUDIO SOCIOECONOMICO
SAHOP, 1978

- * VIVIENDA DE INTERES SOCIAL
INDECO, 1975..
- * VIVIENDA DE INTERES SOCIAL
INFONAVIT, 1978
- * VIVIENDA-PROGRAMA-MEXICO
BANOBRAS, 1974
- * VIVIENDA-PROGRAMA-MEXICO
SAHOP, 1978
- * VIVIENDA URBANA
INFONAVIT, 1979
- * PREFABRICADOS DE HORMIGON
Volumen I y II
Vilagut, F.
Editorial Blume, 1974