

00164

7

24

**RACIONALIZACION DEL PROCESO CONSTRUCTIVO
DE LA VIVIENDA MINIMA, APLICANDO PRINCIPIOS
DE INDUSTRIALIZACION.**

TESIS QUE PRESENTA:

FERNANDO PADILLA SOTELO.
PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRO EN ARQUITECTURA (TECNOLOGIA)

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ARQUITECTURA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO 1996



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

JURADO:

DR. JUAN GERARDO OLIVA SALINAS, DIRECTOR DE TESIS.

DR. FERNANDO LOPEZ CARMONA

M. EN ARQ. FRANCISCO REYNA GOMEZ

M. EN ARQ. ENRIQUE SANABRIA ATILANO

M. EN DIS. ARQ. JAN VAN ROSMALEN JANSEN

INDICE

PROLOGO.....	5
--------------	---

CAPITULO 1 SITUACION ACTUAL

1.1. PROBLEMA DEMOGRAFICO.....	7
1.1.1. Mundial.....	7
1.1.2. En la República Mexicana.....	9
1.1.3. En la Ciudad de México.....	11
1.2. DEFICIT DE VIVIENDA.....	13
1.2.1. Por Calidad.....	13
1.2.2. Por Hacinamiento.....	15
1.2.3. Por Aumento de Población.....	16
1.3. PROGRAMA DE CONSTRUCCION AL AÑO 2024.....	17
1.4. SOLUCIONES DADAS.....	19
1.4.1. Vivienda Adquirida con Intervención del Gobierno.....	19
1.4.2. Vivienda Adquirida en el Mercado Inmobiliario.....	22
1.4.3. Vivienda Autoconstruida.	23
1.4.4. Vivienda en Renta.....	23

CAPITULO 2 EVALUACION DE LA SITUACION ACTUAL Y PROPUESTA

2.1. ACCIONES GUBERNAMENTALES	26
2.1.1. INFONAVIT y FOVISSSTE.....	26
2.1.2. SEDESOL.....	27

2.1.3. Normatividad.....	28
2.1.4. Seguro Social.....	29
2.1.5. Formas de Contratación.....	30
2.2. ASPECTOS TECNOLOGICOS.....	32
2.2.1. Cambio de Mentalidad.....	33
2.2.2. Investigación y Experimentación.....	33
2.2.3. Nuevas Tecnologías.....	35
2.2.4. Mano de Obra.....	37
2.2.5. Materiales de Construcción.....	39
2.3. EL SUELO.....	42
2.4. NIVEL CULTURAL DEL USUARIO.....	43
2.5. PLAN DE ACCION.....	44

CAPITULO 3

PRODUCCION

3.1. INDUSTRIALIZACION.....	47
3.1.1. Pre Industrialización.....	47
3.1.2. Revolución Industrial.....	50
3.1.3. Siglo XX.....	51
3.1.4. Industrialización y Mano de Obra.....	53
3.1.5. Productividad.....	54
3.1.6. Métodos de Trabajo.....	55
3.2. SISTEMAS DE CONSTRUCCION.....	56
3.2.1. Construcción Artesanal.....	57
3.2.2. Construcción Mecanizada.....	57

3.2.3.	Prefabricación.....	58
3.2.3.1.	Prefabricación a Pie de Obra o en Fábrica.....	59
3.2.3.2.	Sistemas Prefabricados para Vivienda.....	59
3.3.	CONSTRUCCION INDUSTRIALIZADA.....	61
3.3.1.	Coordinación Modular.....	62
3.3.2.	Acciones para Incrementar la Productividad.....	65

CAPITULO 4

APLICACIONES

4.1.	¿ QUE ES UN SISTEMA CONSTRUCTIVO?.....	69
4.1.1.	Sistema Constructivo Sofre.....	70
4.1.1.1.	Errores Originales.....	73
4.1.1.2.	Aciertos Originales.....	74
4.1.1.3.	Situación Actual.....	77
4.1.1.4.	Muros.....	78
4.1.1.5.	Obras con Inversión Mínima en Equipo.....	82
4.1.1.6.	Escaleras y Closets.....	83
4.2.	NUESTRA EXPERIENCIA EN RENOVACION HABITACIONAL POPULAR....	86
4.2.1.	Velocidad de Obra.....	86
4.2.2.	Calendario Analítico.....	91
4.2.3.	Cimentaciones.....	94
4.2.3.1.	Mejorar el Método.....	94
4.2.3.2.	Organización de Fuerza de Trabajo.....	95
4.2.4.	Instalaciones.....	98
4.2.4.1.	Instalaciones Hidráulicas.....	99
4.2.4.2.	Instalaciones Eléctricas.....	99

4.3. INVESTIGACIONES Y EXPERIMENTACIONES NO CONCLUIDAS.....	100
4.3.1. Tridomo.....	101
4.3.2. Bóveda de Revolución.....	105
4.3.3. Bóveda de Crucero.....	112
4.3.4. Bóveda de Traslación.....	114
4.4. RESIDENCIA DE OBRA.....	117
4.5. CALENDARIO EN ALZADO.....	118
4.6. PROTOTIPOS.....	121
4.7. INVESTIGACIONES PENDIENTES.....	126
CONCLUSIONES	128
APENDICE	130
▪ Sistema Cimbramex.....	133
▪ Sistema Cortina.....	136
▪ Sistema Jarmex.....	139
▪ Sistema Panel W.....	142
▪ Sistema Papanoa.....	145
▪ Sistema Sepsa	148
▪ Sistema Siporex	151
▪ Sistema Sofre.....	154
▪ Sistema Ypsacero.....	157
BIBLIOGRAFIA	160

PROLOGO

El problema de la vivienda para las clases económicamente desvalidas ha sido motivo de gran inquietud a lo largo de mis 42 años de vida profesional, y durante los últimos 20 años ha absorbido totalmente mi atención.

La elaboración de este trabajo se apoya en la experiencia desarrollada a través de la construcción de 2 300 viviendas en 34 diferentes módulos, para instituciones como el INFONAVIT, FOVISSSTE, FIVIDESU, R.H.P. I.S.S.F.A.M. INVIMOR, FONHAPO, y para la iniciativa privada, interviniendo en casi la totalidad del proceso, ya sea como promotor, diseñador, asesor, supervisor, pero fundamentalmente como constructor.

A lo largo de mi vida profesional, he buscado e investigado la forma de racionalizar el proceso constructivo como encargado de esta área en varias empresas constructoras, o como investigador externo del INFONAVIT, o en los cursos de posgrado que se imparten en esta Facultad, donde realicé la Especialización en Prefabricación e Industrialización de Edificios, Especialización en Cubiertas Ligeras y la Maestría en Arquitectura en el área de Tecnología. Posteriormente a la terminación de estos cursos me inscribí en la Facultad de Ingeniería de la U.N.A.M. y cursé las materias de Ingeniería Industrial, para aplicar esta disciplina en la construcción de vivienda de interés social.

Lograr que los habitantes en los países en vías de desarrollo como México, cuenten con vivienda digna es muy difícil por lo exiguo de sus recursos, el elevado crecimiento demográfico, y la falta de un plan que coordine a corto y a largo plazo los recursos y participantes.

Téngo claro que el problema habitacional no se resuelve solo con proponer sistemas y métodos constructivos eficientes, el universo de factores que lo determina es sumamente amplio y variado. Es menester aprovechar racionalmente los pocos recursos disponibles, tener en cuenta las características sociales, formar un marco legal con estrategias financieras viables, dar soluciones integrales y evitar desperdicio o duplicidad de esfuerzos.

En el presente trabajo, sin embargo, se dará mayor atención al aspecto tecnológico en virtud de ser la materia central objeto de la tesis. En el capítulo I se expondrá los antecedentes del problema, y se sugerirá el programa de construcción de viviendas a largo plazo. En el capítulo II se analizará la situación actual y la elaboración de un plan rector que coordine los recursos y participantes. En el capítulo III se expondrán los principios generales de la industrialización y forma de adecuarlos a la edificación. En el capítulo IV expondremos en detalle las características del sistema constructivo experimentado y las conclusiones generales. El apéndice se divide en dos partes, en el primero clasificamos los sistemas de acuerdo al material básico empleado, y el segundo presenta los sistemas que en mi opinión tienen mayor interés.

1.1. EL PROBLEMA DEMOGRAFICO.

A través de la historia con anterioridad a la sociedad moderna, el hombre resolvió su necesidad de morada en forma más o menos simple, sin complicadas organizaciones. Su vivienda era sumamente sencilla, carente de acabados y sin instalaciones. Los materiales necesarios para construirlas se podían tomar de las inmediaciones: madera, piedra, arena, tierra, carrizo, etc. o podían elaborarlos: bloques de tepetate, adobe o piezas de barro cocido, y con ellos construir su casa.

Sin embargo, el incremento demográfico que empieza a observarse alrededor del año 1750 rompió estos esquemas, las distancias entre los lugares de aprovisionamiento de materiales y las urbes, fue tan grande que exigió nuevas soluciones, acordes a estas necesidades y a la realidad económica, social y tecnológica del momento.

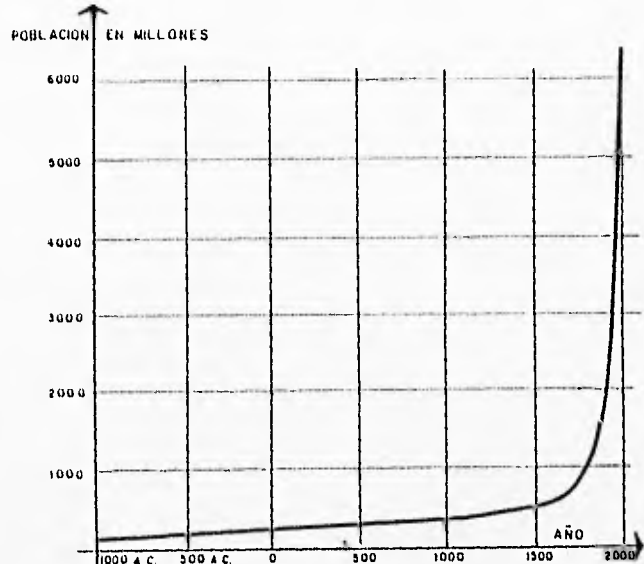
1.1.1. MUNDIAL.

Con objeto de lograr una perspectiva de la dinámica demográfica, observese el incremento de la población mundial, en los cuadros y gráficas siguientes su tasa de crecimiento anual y el tiempo que tarda en duplicarse.

CUADRO No 1 TENDENCIA DE CRECIMIENTO DE LA HUMANIDAD. TASA DE CRECIMIENTO ANUAL, AÑOS EN QUE SE DUPLICA

GRAFICA 1 CURVA REPRESENTATIVA DEL CRECIMIENTO POBLACIONAL

AÑO	POBLACION EN MILLONES	TASA ANUAL DE CRECIMIENTO	AÑOS EN DUPLICARSE
10000 A.C	1'	-----	-----
1000 A.C	30'	0.0378	1,834
5 A.C	250'	0.2123	326
1000	340'	0.0108	2,250
1650	545'	0.0723	955
1750	728'	0.2899	239
1850	1,170'	0.4756	146
1900	1,608'	0.6380	108
1920	1,860'	0.7306	95
1930	2,070'	1.0754	64
1940	2,295'	1.0371	67
1950	2,505'	0.8794	79
1960	2,995'	1.8026	38
1970	3,621'	1.9161	36
1980	4,401'	1.9699	35
1990	5,346'	1.9642	35
2000	6,407'	1.8269	38



FUENTES

De 10000 A.C - 1900 Historia y Población, Fondo de Cultura Económica.
De 1920-2000 Estudio Mundial de la Vivienda (ONU, S 75 IV 8)

Ya Thomas Robert Malthus en 1798 en su famoso Primer Ensayo sobre la Población, mostró a la sociedad de aquella época el problema que tendrá la humanidad. Los medios de subsistencia, entre los cuales se puede considerar a la vivienda, aumentan en *progresión aritmética* mientras que la población lo hace en *progresión geométrica*. Cuando el desequilibrio entre el crecimiento de los medios de subsistencia y el de la población se agudize demasiado, habrá el peligro de que la sociedad se colapse.

Es de suponerse que tarde o temprano exista una rígida política mundial a este respecto y se logre una tasa de CERO CRECIMIENTO. No obstante, es imposible alcanzarlo en corto plazo, pues la humanidad no está preparada. El único país que a la fecha tiene controles rígidos sobre el crecimiento de la población es China donde cada mujer sólo puede tener un hijo.

1.1.2. REPUBLICA MEXICANA

Según el Breviario editado en 1988 por el Consejo Nacional de Población, México es el décimo primer país más poblado y su tasa de crecimiento en los últimos 40 años es la segunda en el mundo, sólo superada por Nigeria. Así que a pesar de que en la actualidad su densidad es relativamente baja de 40 hab./ km² se debe vigilar el crecimiento demográfico.

CUADRO No II POBLACION Y TASA DE CRECIMIENTO DE LA REPUBLICA MEXICANA DE 1521 A 1990.

AÑO	POBLACION	AUMENTO DE POB.	TASA ANUAL	AÑOS EN DUPLICARSE.
1521	7'264,059	-----	-----	-----
1803	5'837,100	(-1'426,959)	-----	-----
1842	7'016,300	1'179,200	0.472	147 años 2 meses
1882	10'001,884	2'985,584	0.890	78 " 2 "
1895	12'632,427	2'630,543	1.812	38 " 7 "
1900	13'607,259	974,83	0.746	93 " 3 "
1910	15'160,369	1'553,110	1.086	64 " 2 "
1921	14'334,780	(-825,589)	(-0.558)	-----
1930	16'552,722	2'217,942	1.449	48 " 2 "
1940	19'653,552	3'100,830	1.732	40 " 3 "
1950	25'791,017	6'137,465	2.755	25 " 6 "
1960	34'923,129	9'132,112	3.078	22 " 10 "
1970	50'694,610	15'771,481	3.797	18 " 5 "
1980	69'346,900	18'652,290	3.182	22 " 1 "
1990	81'249,645	11'902,745	1.596	43 " 6 "

FUENTES Los datos de la población son tomados de 1521 a 1895 de *Dinámica de la Población en México* editado por el Colegio de México, Centro de Estudios Economicos y Demográficos de 1900-1980 México demográfico editorial Consejo Nacional de Poblacion (CONAPO), de 1990 Censo General de Poblacion "INEGI"

En el presente trabajo se utilizaron dos fuentes de información: la primera se refiere a los Breviarios, editados por el Consejo Nacional de Población CONAPO, la segunda son los Anuarios, editados por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática INEGI. Cabe anotar que en algunas ocasiones los datos no concuerdan en forma exacta; habiendo discrepancia hasta del 3%, que es lógico atribuir a metodologías.

El incremento por décadas, la tasa anual y el número de años necesarios para duplicar la población que aparecen en los cuadros precedentes son calculados con las siguientes fórmulas.

$$P_F = P_A (1 + T/100)^X \dots\dots\dots \text{población futura (1)}$$

$$T = 100 (P_F / P_A)^{1/X} - 100 \dots\dots\dots \text{tasa de crecimiento (2)}$$

$$X' = \text{Log } 2 / \text{Log } (1 + T/100) \dots\dots\dots \text{años para duplicar la población (3)}$$

$$X = \text{Log } (P_F / P_A) / \text{Log } (1 + T/100) \dots\dots\dots \text{años para alcanzar determinada población (4)}$$

P_F = población a futuro P_A = población actual T = tasa de crecimiento anual en % X = periodo en años
 X' = Años para duplicar la población.

Al manejar solamente cifras abstractas se puede perder la magnitud del problema, con el propósito de lograr una mejor perspectiva a continuación se propone un ejemplo, esperando resulte más objetivo.

¿Cuántos años tendrían que transcurrir para que México igualara la población actual del mundo, de conservarse la tasa de crecimiento de la década de 1980-1990 de 1.596%?

Datos

1.- Población de México en 1990 = 81 249 645

2.- Población del mundo en 1990 = 5 346 000 000

Asignando valores en la fórmula No 4:

$$X = \text{Log } (5346 / 81.2) / \text{Log } (1 + 1.596 / 100) = \text{Log } 69.5320 / \text{Log } 1.01596 = 267.8 \text{ años}$$

Dentro de 267 años, es decir en el año 2 263, México tendría en su territorio una población igual a la que en la actualidad existe en todo el mundo.

1.1.3. CIUDAD DE MEXICO.

El incremento poblacional es aún más impresionante en la Ciudad de México, integrada por el Distrito Federal y los municipios conurbados del Estado de México, a continuación en el cuadro No III. vemos el fenómeno demográfico de las grandes urbes según el estudio hecho por la ONU, con su dinámica de crecimiento en los últimos 40 años.

CUADRO No III LAS 20 URBES MAS POBLADAS DE 1950 A 1980

	1950	1960	1970	1980			
1 Nueva York	12,3	Nueva York	14,2	Nueva York	16,3	Tokio	20,2
2 Londres	10,2	Londres	10,8	Tokio	14,9	Nueva York	17,9
3 Rhein-Ruhr	6,8	Tokio	10,7	Londres	10,5	México	13,8
4 Tokio	6,7	Rhein-Ruhr	8,7	Shangai	10,0	Shangai	13,2
5 Shangai	5,8	Shangai	7,4	Rhein-Ruhr	9,3	Sao Paulo	12,5
6 Paris	5,4	Paris	7,4	México	8,6	Pekin	11,2
7 Chicago	4,9	Buenos Aires	6,7	Paris	8,4	Londres	11,1
8 Moscú	4,8	Los Angeles	6,5	Los Angeles	8,4	Los Angeles	10,7
9 Buenos Aires	4,5	Moscú	6,3	Buenos Aires	8,3	Buenos Aires	10,4
10 Calcuta	4,4	Chicago	6,0	Sao Paulo	7,8	Rhein-Ruhr	10,0
11 Los Angeles	4,0	Osaka	5,7	Osaka	7,6	Osaka	10,0
12 Osaka	3,8	Calcuta	5,0	Moscú	7,1	Paris	10,0
13 Filadelfia	2,9	México	4,9	Pekin	7,0	Rio de Janeiro	10,0
14 Bombay	2,9	Pekin	4,5	Calcuta	6,9	Calcuta	9,6
15 Rio de Janeiro	2,9	Rio de Janeiro	4,4	Rio de Janeiro	6,9	Seul	9,4
16 México	2,9	Sao Paulo	4,4	Chicago	6,9	Bombay	8,8
17 Detroit	2,8	Bombay	4,1	Bombay	5,8	El Cairo	8,4
18 Leningrado	2,6	El Cairo	3,7	El Cairo	5,7	Moscú	8,2
19 Manchester	2,5	Filadelfia	3,6	Seul	5,4	Chicago	7,5
20 Birmingham	2,5	Detroit	3,5	Yakarta	4,3	Yakarta	7,2

FUENTE: Estimaciones y proyecciones de la ONU (número de venta S75 IV 8)

Del cuadro anterior calculamos las tasas de crecimiento en un periodo de 30 años en las ciudades más grandes.

CUADRO No IV TASA ANUAL DE CRECIMIENTO EN LAS 20 CIUDADES MAS POBLADAS DEL MUNDO A 1980.

CIUDAD	PROMEDIO ANALIZADO	TASA ANUAL PROMEDIO
1. Seúl	10 "	5.65
2. Sao Paulo	20 "	5.35
3. México	30 "	5.33
4. Yakarta	10 "	5.28
5. Pekín	20 "	4.66
6. Río de Janeiro	30 "	4.21
7. El Cairo	20 "	4.18
8. Bombay	30 "	3.76
9. Tokio	30 "	3.74
10. Los Angeles	30 "	3.33

CIUDAD	PROMEDIO ANALIZADO	TASA ANUAL PROMEDIO
11. Osaka	30 "	3.27
12. Buenos Aires	30 "	2.83
13. Shangai	30 "	2.77
14. Calcuta	30 "	2.63
15. Paris	30 "	2.07
16. Moscú	30 "	1.80
17. Chicago	30 "	1.42
18. Rhein-Ruhr	30 "	1.29
19. Nueva York	30 "	1.16
20. Londres	30 "	0.28

De conservarse esta tendencia, la Ciudad de México está llamada a ser la ciudad más poblada del mundo para el año 2020 y tiene condiciones muy adversas, es la única que se encuentra asentada en una cuenca cerrada y sin comunicación fluvial ni marítima, y como está localizada a 2240 m.s.n.m. tiene grandes problemas de abasto y servicios.

Su legislación y administración está compartida por dos entidades federativas con intereses que no siempre son coincidentes. Recordemos en la década de los 50 el Distrito Federal quiso controlar su crecimiento y prohibió nuevos fraccionamientos, en cambio el Estado de México los permitió dando origen así a un problema mayor.

No es posible determinar con certeza el número de habitantes que pueda albergar sin colapsarse, ni tampoco si este número ya se alcanzó y sólo sea cuestión de esperar para que se manifieste.

Es difícil que esta situación cambie porque la zona metropolitana concentra las oficinas del gobierno federal y sus habitantes encuentran aquí los servicios más amplios del país en materia educativa, de salud, diversión, industria, comercio y oportunidades en general.

1.2. DEFICIT DE VIVIENDA

Muchos son los problemas que tienen que afrontar los países en vías de desarrollo, decidir como aplicar sus recursos, ya sea en la creación de una infraestructura productiva o destinarlos a resolver necesidades de bienestar social, como lo es la vivienda. Quizá nuestro país en el momento actual, tenga que decidirse por la primera opción, pero es indispensable analizar con detenimiento el problema habitacional, revisar seria y honestamente lo que hasta la fecha se ha hecho, quizá se puedan evitar los errores actuales y ampliar la cobertura sin que fuera necesario desviar recursos extras de la Tesorería de la Federación, sólo con conservar las actuales, que sumadas a las aportaciones de más de 11 000 000 de trabajadores a los fondos de vivienda debe ser suficiente para resolver el problema.

Una primera aproximación será saber cuál es el déficit real de vivienda y proponer una fecha para abatirlo. Según el XI Censo General de Población y Vivienda, no hay escasez, pero si tomamos en cuenta factores de calidad y hacinamiento, aumento de población y obsolescencia, la situación es muy diferente.

1.2.1.-DEFICIT POR CALIDAD.

De acuerdo al XI Censo, existen en el país 16 197 802 viviendas para alojar a 81 249 645 personas, promediando 5.01 miembros por vivienda. Qué es bastante razonable e indica que

no existe problema en cuanto a cantidad; sin embargo, si se atiende a la calidad de la vivienda, se detecta en el mismo documento que un alto porcentaje está construido con materiales no apropiados, o carecen de servicios.

30 % Tienen muros de cartón, bajareque, carrizo, bambú o palma.

51 % Tienen techo de lámina de cartón, palma, tejamanil o asbesto.

21 % Tienen piso de tierra.

52 % No tienen excusado, sólo cuentan con letrinas o pozo negro.

25 % No tiene ningún tipo de servicio sanitario.

37 % No tienen drenaje.

21 % Usan todavía carbón o leña para la combustión en la cocina.

12 % No cuenta con energía eléctrica.

No es posible obtener una cifra exacta de las viviendas que no satisfacen las necesidades mínimas de calidad porque se manejan varios parámetros, pero parece razonable suponer que las que tienen materiales inadecuados en muros sean las mismas que lo tengan en losas, en pisos y a su vez sean las que carezcan de servicios de agua, drenaje y energía eléctrica.

Un dato muy revelador es que el 52% de las viviendas no tienen excusado y 25% ni siquiera cuentan con letrina, o pozo negro. La Coordinación General del Plan Nacional de Zonas Deprimidas y Grupos Marginados COPLAMAR, estimaba que el porcentaje de vivienda que se encuentra abajo del mínimo es del 81%.

Este dato parece exagerado, para confrontarlo haremos un estimado de la falta de vivienda actual considerando tres aspectos:

- Por mala calidad.
- Por hacinamiento.
- Por crecimiento demográfico.

Para determinar el primero, sugiero que se maneje sólo el 60% de las viviendas que no cuentan con excusados, esto sería:

$$60\% \times 52\% \times 16\,197\,802 \dots\dots\dots = 5\,050\,000.$$

1.2.2 DEFICIT POR HACINAMIENTO.

Se clasifica como vivienda hacinada, aquella en la que habiten más de 2 personas en un cuarto, 5 en dos cuartos, 7 en tres cuartos y 9 en cuatro cuartos. En el cuadro V se sombrearon las viviendas que están bajo esta situación, sin atender las dimensiones de la vivienda pues se carece de esta información. Según los investigadores de las Naciones Unidas, la vivienda hacinada es aquella que tiene menos de nueve metros cuadrados por habitante.

CUADRO No V NUMERO DE HABITANTES POR CUARTO, EN LA REPUBLICA MEXICANA. EN 1980

Número de Ocupantes	1 cuarto	2 cuartos	3 cuartos	4 cuartos	5 y más cuartos	No especificados
1 ocupante	272 536	180 057	89 354	45 605	32 309	33 465
2 ocupantes	446 834	355 368	196 402	111 093	79 009	47 612
3 y más ocupantes	523 966	420 793	248 320	147 630	108 484	51 133
4 ocupantes	551 719	478 939	294 682	196 112	150 240	59 214
5 ocupantes	486 274	449 822	281 705	189 373	163 336	51 003
6 ocupantes	403 952	398 654	245 633	161 978	153 051	44 406
7 ocupantes	318 297	338 479	204 502	126 091	124 114	36 525
8 ocupantes	234 111	275 001	166 740	99 318	93 812	28 077
9 y más ocupantes	378 085	566 725	401 500	241 324	235 500	56 313
Suma de viviendas hacinadas	2 896 404	2 028 681	772 742	241 324	---	---

FUENTE: X Censo General de Población 1980

NOTA: Total de vivienda en el país = 12'074 678.

Podría pensarse que este problema desaparecería tan sólo con asignar las viviendas a familias con menor número de miembros pero vale la pena conocer cual es el criterio del INEGI. Según el

glosario anexo a sus publicaciones un cuarto es: *"El espacio de la vivienda cerrado o separado por paredes fijas de cualquier material, usado o destinado para alojar personas. Los baños, pasillos, patios, zotehuelas y cochera son los únicos no considerados como cuartos en una vivienda"*. Y amplía el concepto al hablar de como se determina el número de cuartos por vivienda. *"Son los espacios usados como dormitorios, sala, comedor, cocina, estancia, estudio o cuartos de servicio"*. Esto quiere decir que las viviendas que sólo cuentan con un cuarto, están compartiendo en este espacio la función de cocina, comedor, sala y recámara que es antifuncional y antihigiénico, por lo que estas viviendas no son aptas para alojar ningún tipo de familias, sólo podrían ser usadas para ser ocupadas de manera individual.

El universo usado en el cuadro anterior es del Censo de 1980, por no disponer de datos más recientes, pero como usamos porcentajes éstos no deben de haber cambiado radicalmente.

Para determinar el número de viviendas que tienen condiciones de hacinamiento volveremos a usar solo el 60% del porcentaje consignado y le restaremos las viviendas de dos cuartos o más porque serían reasignados a familias más pequeñas.

Viviendas en condiciones de hacinamiento.

$$(60\% \times 49.18\% \times 16\,197\,802) - 3\,040\,000 \dots\dots\dots = 1\,740\,000$$

1.2.3 DEFICIT POR AUMENTO DE POBLACION.

En el cuadro No II observamos que la población del país aumentó de 1980 a 1990 con una tasa de 1.596 anual, que resultó menor que la que el Consejo Nacional de Población esperaba, porque intervinieron varios factores para reducirla. Suponiendo que se hiciera una proyección al año 2024 fecha tentativamente elegida, para satisfacer las necesidades de vivienda a todos los mexicanos y que se lograra una tasa de crecimiento de sólo el 1% anual, la población aumentaría 33 848 000 personas. En diciembre de 2024, suponiendo que se conservaran los cinco miembros por familia, tendríamos:

Vivienda para el aumento de población:

33 848 000 / 5..... = 6 770 000

1.3 PROGRAMA DE CONSTRUCCION AL AÑO 2024.

Dé acuerdo con los planteamientos hechos el problema es mayúsculo, a pesar de que las consideraciones son bastante conservadoras, pues estamos restituyendo solo el 60% de las viviendas de baja calidad, fijamos la tasa de crecimiento en solo el 1% y no se ha considerado reposición por obsolescencia.

Resumiendo los valores obtenidos tendríamos que construir las siguientes viviendas:

1. Debido a baja calidad	5 050 000
2. Debido al hacinamiento	1 740 000
3. Por aumento de población	6 770 000
TOTAL	13 560 000

Esta cifra parece exagerada pero en 1982 COPLAMAR determinó que el rezago que habría para el año 2000 sería de 13 000 000 de viviendas, este estudio fue apoyado con uno que previamente había realizado Jesús Puente Leiva. Como se sabe no se ha realizado ninguna acción sustantiva para reducir este déficit.

Si el número de viviendas por construir lo dividimos entre los años disponibles significa que habría que hacer alrededor de 500 000 viviendas por año a partir de 1997 y hasta el año 2024. Pero dado las proporciones del problema sería mejor pensar en una solución escalable con metas a corto, mediano y largo plazo. Dar un periodo para planear, organizar y experimentar, perfectamente todo el proyecto.

Sugiero que el tiempo que resta del presente sexenio se destinara a este fin, y construir sólo las viviendas más urgentes, que ha su vez servirían de prototipos, estudiando en ellas los aspectos arquitectónicos, sociales, culturales, económicos y tecnológicos. Si se pensara en que 560 000 viviendas se hicieran en esta etapa quedarían para los próximos cuatro sexenio 13 000 000 de viviendas, parece prudente pensar en que anualmente hubiera un incremento del 5% con respecto al año anterior. En el cuadro No VI se consigna en detalle el número de viviendas por construir así como su relación por cada 1 000 habitantes anualmente.

CUADRO No VI PROGRAMA DE VIVIENDA DEL AÑO 1997 AL AÑO 2024

AÑO	CONSTRUCCION DE VIVIENDAS	POBLACION EN MILES	NUMERO DE VIV POR 1000 HAB	AÑO	CONSTRUCCION DE VIVIENDAS	POBLACION EN MILES	NUMERO DE VIV POR 1000 HAB
1997	97 130	87 981	1.10	2011	475 830	101 131	4.70
1998	121 410	89 860	1.36	2012	499 620	102 143	4.89
1999	151 760	89 749	1.69	2013	524 600	103 164	5.08
2000	189 700	90 646	2.09	2014	550 840	104 196	5.28
2001	292 120	91 553	3.19	2015	578 380	105 238	5.49
2002	306 720	92 468	3.31	2016	607 300	106 290	5.71
2003	322 060	93 393	3.44	2017	637 660	107 353	5.93
2004	338 160	94 327	3.58	2018	669 550	108 527	6.17
2005	355 070	95 270	3.72	2019	703 030	109 511	6.41
2006	372 820	96 223	3.87	2020	738 180	110 606	6.67
2007	391 470	97 185	4.11	2021	775 090	111 712	6.93
2008	411 040	98 157	4.18	2022	813 840	112 829	7.21
2009	431 590	99 139	4.35	2023	8 54 540	113 957	7.49
2010	453 170	100 130	4.52	2024	897 260	115 097	7.79

NOTA Del año 1997 al 2000 se consideró un incremento anual en la tasa de construcción de viviendas del 25% y del año 2001 al 2024 del 5%.

Como se aprecia en el cuadro anterior, cuando se inicia el programa en el año 2 001 se harán 3.19 viviendas al año por cada 1 000 habitantes, en el año 2 024 cuando se termina el programa se harán 7.79 . Como punto de referencia sabemos que en los países de la Comunidad Económica Europea en la postguerra el promedio de construcción fue de 9 viviendas por cada 1 000 habitantes, claro está, que las condiciones son diferentes pues ellos son países del Primer Mundo, pero habrán transcurrido más de 60 años entre las dos experiencias, parece que en esas fechas México no tendrá problemas para lograr esos objetivos.

1.4 SOLUCIONES DADAS

Hasta la fecha son cuatro las formas básicas que han tenido las familias mexicanas para resolver sus necesidades de habitación, por supuesto cada una de ellas tiene pequeñas variantes pero para este estudio no son relevantes:

- 1.- Vivienda adquirida con la intervención del Gobierno.
- 2.- Vivienda adquirida en el mercado inmobiliario.
- 3.- Vivienda hecha en autoconstrucción.
4. Vivienda en renta.

Me parece necesario hacer un análisis de las condiciones y características de cada uno de estos grupos para conocer sus alcances, limitaciones y posibles opciones. Hay una multitud de factores que dificultan y evitan que todos tengamos una vivienda digna, los hay administrativos, económicos, financieros, tecnológicos y culturales, se dan en toda la geografía del país y afectan a toda la población pero hacen crisis en las clases desprotegidas económicamente, convirtiéndose en obstáculos casi infranqueables.

1.4.1. VIVIENDA ADQUIRIDA CON LA INTERVENCION DEL GOBIERNO.

En nuestro país el antecedente social más remoto que se tiene para plantear el problema de la vivienda para las clases sociales más desprotegidas se remonta a 1906, durante la dictadura de Porfirio Díaz. En el programa del Partido Liberal, Ricardo Flores Magón establece la necesidad de que se proporcione alojamientos dignos a los trabajadores. En la Constitución de 1917, en la fracción XII del artículo 123, se establece que las empresas tienen la obligación de proporcionar a sus trabajadores casas de por los menos tres habitaciones, que sean higiénicas y estén adecuadamente secas y aireadas. Pero salvo contadisimas excepciones, entre las que podemos destacar a la Fábrica de Papel San Rafael y la Cerillera Buen Tono , esta obligación no se cumplió. Por ello el Gobierno Federal asumió esta responsabilidad.

La primera institución creada fue la Dirección de Pensiones y Retiro, fundada en 1925, atendía solamente a los trabajadores del Gobierno Federal. Entre sus facultades estaba el otorgar créditos a sus agremiados para adquirir terrenos o construir, reparar o comprar casas aunque su campo de trabajo se limitó a acciones individuales. En 1960, este organismo se convirtió en el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado, ISSSTE. El 20 de noviembre de 1972 se hace un apartado especial para atender el problema de la vivienda en forma exclusiva, creandose el Fondo de la Vivienda para los Trabajadores del Estado FOVISSSTE, institución que hasta la fecha es la encargada de atender este problema.

El Instituto Mexicano del Seguro Social, creado el 19 de enero de 1943, tiene entre sus funciones; la salud y la asistencia médica, pero también otorgar los servicios sociales necesarios para el bienestar individual y colectivo de sus derechohabientes. Por ello fue el encargado del rubro de la vivienda hasta mayo de 1971, cuando creó el Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores INFONAVIT. Este es el organismo que hoy administra los fondos aportados por los empresarios, equivalente al 5% de los salarios y con ello financiar a los trabajadores la compra, construcción, reparación de su casa, o pagar los pasivos contraídos por estos conceptos.

Estos dos organismos han ido cambiando su forma de operar. Hubo un periodo en el que atendían la problemática de una manera integral, hacían alguna investigación, contaban con fuertes departamentos técnicos, adquirían terrenos donde construían unidades habitacionales, pero en los últimos sexenios, se han abocado casi exclusivamente al aspecto financiero. Casi todo los sindicatos o agrupaciones fuertes han creado sus propios institutos para resolver el problema de la vivienda de sus agremiados que sumados a los institutos estatales son más de 60 institutos de vivienda.

La acción del INFONAVIT y del FOVISSSTE abarca a los empleados y obreros que cuentan con planta de trabajo ya sea en el Gobierno o en empresas particulares, el 42% de las familias mexicanas tienen derecho a esta prestación pero por falta de mecanismos adecuados y

limitaciones presupuestales sólo el 8 % lo ha logrado, eso sí, en condiciones tan ventajosas que hasta resulta discriminatorio para el resto de la población pues no tienen que dar enganche y el préstamo hipotecario es con intereses muy bajos, a tal grado que la mensualidad por pagar es inferior a la renta comercial de la misma vivienda.

Dentro de los muchos intentos realizados en el país vale la pena mencionar, en forma particular, al Instituto Nacional de la Vivienda, no por que haya realizado muchas acciones, sino por que sus planteamientos y atribuciones, estaban hechas sobre bases firmes, con la idea de integrar y aprovechar al máximo los recursos nacionales. Fue creado en 1954, y su objetivo era coordinar los trabajos de los organismos oficiales, formar personal especializado en la planeación urbana y rural, estimular y construir viviendas económicas, que podían ser rentadas en no más del 20% del ingreso familiar, o vendidas con intereses del 5% anual, regenerar asentamientos deteriorados, emitir bonos de vivienda. En 1970 este instituto se convirtió en el Instituto Nacional para el Desarrollo de la Comunidad Rural y la Vivienda Popular INDECO. Se ampliaron sus posibilidades con la atribución que le dio la Ley Federal de la Reforma Agraria, que le permitía expropiar bienes ejidales y comunales, para crear fraccionamientos urbanos y semiurbanos. Lamentablemente sus acciones no fueron lo suficientemente numerosas, fue absorbida por la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas, donde se creó la Sub Secretaría de Vivienda.

En 1963 se crearon dos fideicomisos del Banco de México, que a partir del encaje legal establecido por el gobierno federal a la Banca, formó el Fondo de Operaciones y Descuento Bancario a la Vivienda FOVI, para entregar recursos a los bancos a fin de que puedan ampliar la cobertura de sus préstamos hipotecarios para vivienda. Simultáneamente creó el Fondo de Garantía para la Vivienda para garantizar a esas instituciones los préstamos concedidos. En cualquier forma para tener acceso al financiamiento FOVI-FOGA deben demostrarse ingresos estables.

La institución que atiende a los estratos socioeconómicos más bajos es el Fondo de Habitaciones Populares FONHAPO, quién impulsa la vivienda progresiva, pies de casa, también ha establecido parques de materiales para ofrecer insumos más económicos. Apoya a los usuarios que se agrupan en cooperativas o asociaciones.

1.4.2. VIVIENDA ADQUIRIDA EN EL MERCADO INMOBILIARIO.

Comprende las familias que tienen el poder económico o la solvencia suficiente para construir su casa sin necesidad de hacer pausas ocasionadas por dificultades económicas y la pueden construir ininterrumpidamente, por consiguiente la ocupan hasta estar totalmente terminada, generalmente recurren al asesoramiento de un despacho de profesionistas. También en este grupo se encuentran las personas que adquieren su vivienda ya construída, sea bajo el régimen de propiedad en condominio o privada.

La inversión realizada es con recursos propios o con el financiamiento de terceros en cuyo caso suele quedar la propiedad hipotecada. En cualquier de las dos opciones intervienen uno o más profesionales de la construcción tales como arquitectos, ingenieros, inversionistas, promotores, etc.

Este grupo está formado por los estratos medios, medios-altos y altos de la sociedad, la vivienda adquirida en esta forma corresponden al 18% de las adquiridas hasta la fecha aunque tiende a reducirse este porcentaje.

Aquí es donde se dan más variedad de matices, comprende lo mismo residencias lujosas que departamentos de propiedad en condominio. Todo el grupo tiene gran influencia en los patrones habitacionales de la población, pues tratan de imitarlos. No abundamos en el análisis de éste porque ellos tienen la capacidad económica, cultural y social para resolverlos por si mismos, ni se visualizan propuestas concretas.

1.4.3. VIVIENDA AUTOCONSTRUIDA.

Este grupo lo comprenden la mayoría de las familias del país desde las clases media-baja hasta las que viven en condiciones de suma pobreza, no acceden a las viviendas realizadas por el gobierno, ni son sujetos de crédito para concurrir al mercado inmobiliario. En esta amplitud de población los menos marginados cuentan con algunos recursos pero no son suficientes para construir su casa en un proceso continuo, por lo que se ven obligados a hacerlo paulatinamente y con frecuente interrupciones. Generalmente intervienen en la construcción ya sea como diseñadores, administradores, agentes de compra o aportando su trabajo físico en la construcción. También es muy frecuente que la habiten estando la planta baja en obra negra, evidentemente este proceso es largo y costoso, se estima que en los países del Tercer Mundo el 55% de la vivienda es construída en esta forma.

Otra parte del grupo tiene que satisfacer su necesidad en condiciones mínimas de habitabilidad, en vecindades, tugurios o cuartos de azotea, con frecuencia infringen la ley o los reglamentos municipales, invaden terrenos ajenos o derechos de vía, como paracaidistas o hacen las llamadas ciudades perdidas en lotes sin servicios ni permisos de las autoridades, fraccionando terrenos ejidales, comunales o inclusive en propiedad. Por supuesto las construcciones que se realizan son sumamente precarias no sólo por la escasez de los medios, sino por los riesgos de ser desalojados, realizando obras que no pueden ser consideradas realmente viviendas. Y que decir en el medio rural donde casi todas las viviendas carecen de servicios, agua, luz y drenaje, los censos de vivienda sólo dan una pálida idea de la magnitud de este problema.

1.4.4. VIVIENDA EN RENTA.

El tercer grupo está constituido por las familias o personas solteras que pagan renta para ocupar como viviendas propiedades de terceros. Está constituido básicamente por clases media y media baja. No se le ha dado suficiente atención pero su población es muy significativa ya que es alrededor del 18% de la población total.

Es una alternativa que tiende a desaparecer según el INEGI en 1990 había en el país 2 347 459 viviendas rentadas (el 14.63% del total). En el censo anterior el número de viviendas rentadas era mayor 2 527 318 (el 20.91%) es decir en 10 años a pesar que se construyeron 3 960 624 viviendas nuevas el número de viviendas en renta disminuyó en 179 859.

En forma tan objetiva se ve la tendencia de disminución de la vivienda en renta, que se manifestó desde la década de los 40 cuando se promulgó la Ley de Congelación de Rentas, que aunque fue hecha para resguardar los intereses de los inquilinos desestimó la construcción de vecindades y viviendas en renta, dando origen al rezago actual. Las primeras viviendas que construyó el IMSS eran proporcionadas en renta a sus derechohabientes pero posteriormente cambiaron sus políticas y las entregó en propiedad mediante hipotecas con reserva de dominio.

En fechas recientes, ha surgido un esquema que parece tener buenas posibilidades, me refiero a los fondos de ahorro para el autofinanciamiento, muy similar al empleado para adquirir automóviles. Se integra un grupo de personas que aportan una cantidad mensual para ahorrar alrededor del 35% del valor de la vivienda, una vez conseguido esto les otorgan el crédito para completar el valor total de la vivienda. Cubren el saldo sin intereses, sólo hay incremento por inflación. Esta operación en la actualidad la hace la iniciativa privada y está condicionada a que cada vez sea mayor el número de miembros captados, tiene una estructura de pirámide invertida, lo cual representa algún riesgo, pero si fuera hecha por el gobierno en colaboración con los institutos de vivienda, creo que habría muchas posibilidades de éxito.

CAPITULO 2 EVALUACION DE LA SITUACION ACTUAL Y PROPUESTA

Se han hecho incontables trabajos y esfuerzos para dar solución al problema de la vivienda, sin que hasta la fecha se haya logrado el éxito esperado. Sabemos que una de las causas que más lo han entorpecido es la amplitud y heterogéneo de los factores que intervienen. Para tener una visión más clara y completa del problema y de sus posibles soluciones, los hemos clasificado por áreas resultando seis que presentamos a continuación.

- 1.- Las altas tasas de crecimiento demográfico, y la inadecuada distribución de la población en el territorio nacional.
- 2.- La extrema pobreza e incapacidad financiera en algunos sectores.
- 3.- La desintegración e incongruencia en las políticas gubernamentales de vivienda.
- 4.- La falta de tecnologías adecuadas, para la edificación.
- 5.- La especulación del suelo urbano.
- 6.- El nivel cultural del usuario, que desconoce o trastoca las funciones y el objetivo de la vivienda.

Este megaproblema es más que falta de habitaciones y de dinero para construirlas, es de tal amplitud que no es posible pretender soluciones simplistas. Habrá que hacer uso de toda nuestra capacidad y voluntad, crear un plan que incluya y comprometa a todos los participantes, gobierno, iniciativa privada, investigadores, obreros, diseñadores, ejecutantes, promotores, futuros usuarios, con metas bien definidas y controladas, haciendo uso de las mejores estrategias de planeación, organización, integración y ejecución.

De las seis áreas en que se han clasificado los problemas habitacionales el primero, el crecimiento demográfico y su inadecuada distribución ya lo hemos tocado en el capítulo anterior.

La extrema pobreza y la incapacidad financiera de grandes sectores de la población, no sólo atañe a este problema, permea todos los aspectos de la economía nacional, es el reto mayor de nuestros gobiernos y para resolverlo están dirigidas múltiples acciones, no hay nada que se pueda sugerir en este trabajo, que no se haya dicho con anterioridad.

Por lo tanto continuaremos el análisis y evaluación de la situación actual a partir del punto tres, no con espíritu malsano, como dice el Dr. W Edward Deming "*los problemas se resuelven encontrando soluciones, no culpables*". Criticar la actuación de autoridades y organismos una vez concluido su ejercicio, es cómodo y fácil se puede caer en una actitud destructiva, no es esa mi intención, pero es indispensable el análisis serio, para sacar provecho de las experiencias vividas y evitar repetir errores.

2.1. ACCIONES GUBERNAMENTALES.

En este apartado analizaremos además de los principales institutos de vivienda, las acciones de otras dependencias que inciden en el problema. Desde mi punto de vista, el mayor inconveniente es la desintegración y falta de comunicación entre las diferentes dependencias y secretarías.

2.1.1. INFONAVIT y FOVISSSTE.

Vimos en el capítulo anterior que desde 1925 han existido institutos u organismos rectores del Gobierno Federal. Entre ellos el INFONAVIT y el FOVISSSTE son los dos institutos más importantes. Hubo un tiempo en que abarcaban todo el proceso para la dotación de vivienda de sus derechohabientes, desde comprar el terreno, hacer el proyecto y la construcción, hasta la selección del derechohabiente y adjudicación de las vivienda. Pero este criterio ha cambiado. Actualmente solo pretenden abarcar las áreas administrativa y financiera, dejando a los sindicatos la integración de paquetes, quienes son los encargados de buscar terrenos, seleccionar al arquitecto, al constructor, así como fijar especificaciones y métodos constructivos.

La intervención de los institutos en la obra, es solamente para controlar la administración del dinero y su presupuesto, estas modificaciones supongo que fueron tomadas para evitar confrontaciones con el sector obrero y reclamaciones posteriores de los usuarios, pero pulverizaron y desintegraron los esfuerzos y acciones.

Es de lamentarse la gran movilidad que han tenido en los últimos años, los funcionarios de las dos instituciones, quienes son removidos muy frecuentemente algunas veces por desconocimiento del medio, pero increíblemente la mayoría para promoverlos a puestos más importantes, impidiendo la continuidad en sus políticas.

La función financiera de los institutos, es la administración de los fondos que los patrones aportaron para la vivienda de sus trabajadores, quienes son los verdaderos dueños de ese dinero y no el gobierno federal. Por lo tanto no hay razón de suspenderse las acciones de vivienda, cuando la Secretaria de Hacienda no tiene liquidez.

2.1.2. SECRETARIA DE DESARROLLO SOCIAL.

SEDESOL cuenta con una sub dirección de vivienda, donde se hacen estudios que deberían de ser aplicados en todos los institutos y organismos nacionales relacionados con la vivienda. En agosto de 1994 realizó el II Concurso Nacional de Tecnologías para la Vivienda de Interés Social, hubo dos categorías, la "A" para tecnologías que se encuentran en la fase de investigación y la "B", para las que están en etapa de comercialización, los resultados solo fueron conocidos en un ambiente reducido. Después de año y medio a ninguno de los sistemas premiados le han asignado ninguna obra importante como consecuencia de dicho concurso, lo que sería conveniente no sólo como parte del premio sino para mejorar los sistemas.

El 19 de octubre de 1992, se suscribió el acuerdo nacional de coordinación para el fomento de la vivienda. Con ello los institutos de vivienda de los estados adquirieron mayor autonomía, y se desintegraron aún más de SEDESOL.

El Plan Global de Desarrollo sostiene que la solución al problema habitacional, no debe ni puede concebirse como un servicio público a cargo del estado, a éste sólo le corresponde apoyarlo con medidas financieras, administrativas y técnicas, para que la población se asegure la satisfacción de este derecho y dar facilidades para que la iniciativa privada, la banca, el sector social y los mismos usuarios incrementen su participación en la construcción de vivienda.

Desgraciadamente éste no ha sido llevado a cabo y podríamos asegurar que la actuación de las autoridades frecuentemente desestimula la participación de los particulares, por la carga impositiva, aberraciones, el burocratismo, por la modificación constante de reglamentos y criterios impidiendo que se puedan hacer planes a largo plazo.

" SI EN ALGUN AREA ES NECESARIA UNA ACCION REAL DE GOBIERNO POR PARTE DEL ESTADO, ES EN LA VIVIENDA"

Para que tenga trascendencia el quehacer de la Subsecretaria de Vivienda de SEDESOL es indispensable crearle el marco jurídico que le proporcione apoyo político, administrativo y legislativo. Además es necesario que amplíe sus acciones, que patrocine y realice ella misma investigación formal en los tres niveles, básica, experimental y aplicada.

2.1.3. NORMATIVIDAD.

Hay una serie de dependencias que intervienen para vigilar que se cumplan con los ordenamientos para la obtención de las licencias de construcción. La cantidad de gestiones por hacer es enorme, lenta, costosa y muy variable, con mucha frecuencia lo que hoy esta permitido, antes no lo estaba y viceversa, la reglamentación frecuentemente no está suficientemente difundida.

Los lotes donde se proyectan construir conjuntos habitacionales en la provincia, frecuentemente están ubicados en la periferia de las ciudades, por tal motivo carecen de servicios

El Plan Global de Desarrollo sostiene que la solución al problema habitacional, no debe ni puede concebirse como un servicio público a cargo del estado, a éste sólo le corresponde apoyarlo con medidas financieras, administrativas y técnicas, para que la población se asegure la satisfacción de este derecho y dar facilidades para que la iniciativa privada, la banca, el sector social y los mismos usuarios incrementen su participación en la construcción de vivienda.

Desgraciadamente éste no ha sido llevado a cabo y podríamos asegurar que la actuación de las autoridades frecuentemente desestimula la participación de los particulares, por la carga impositiva, aberraciones, el burocratismo, por la modificación constante de reglamentos y criterios impidiendo que se puedan hacer planes a largo plazo.

" SI EN ALGUN AREA ES NECESARIA UNA ACCION REAL DE GOBIERNO POR PARTE DEL ESTADO, ES EN LA VIVIENDA"

Para que tenga trascendencia el quehacer de la Subsecretaria de Vivienda de SEDESOL es indispensable crearle el marco jurídico que le proporcione apoyo político, administrativo y legislativo. Además es necesario que amplíe sus acciones, que patrocine y realice ella misma investigación formal en los tres niveles, básica, experimental y aplicada.

2.1.3. NORMATIVIDAD.

Hay una serie de dependencias que intervienen para vigilar que se cumplan con los ordenamientos para la obtención de las licencias de construcción. La cantidad de gestiones por hacer es enorme, lenta, costosa y muy variable, con mucha frecuencia lo que hoy esta permitido, antes no lo estaba y viceversa, la reglamentación frecuentemente no está suficientemente difundida.

Los lotes donde se proyectan construir conjuntos habitacionales en la provincia, frecuentemente están ubicados en la periferia de las ciudades, por tal motivo carecen de servicios

urbanos y hay necesidad de introducirlos o ampliarlos, el costo de estas obras que benefician un área mayor es cubierto en su totalidad por la persona que en ese momento lo demanda, incrementando el costo de la vivienda, llega a ser hasta del 8 % del costo de la construcción. En el D.F. sólo la cooperación por incremento de densidad y dotación de agua es mayor del 15% del costo de la construcción. Aunque en determinados casos se reducen.

Los reglamentos, costos y cargas económicas que se les imponen a los promotores e institutos para la obtención de permisos de construcción deben ser muy bien estudiados, sea con la intervención del Estado o sin ella, al final del proceso son cubiertos por los usuarios.

Todos los participantes incluyendo a las dependencias del gobierno trabajan independientemente unos de otros si alguna vez hacen concesiones en normatividad o impuestos, es a nivel de funcionarios y sólo como una atención personal.

2.1.4. SEGURIDAD SOCIAL.

Los servicios que reciben los obreros de la construcción, del Instituto Mexicano del Seguro Social, no son proporcionales a las cuotas que pagan sumando las aportaciones de los obreros y del patrón son alrededor del 7% del valor de la construcción. Actualmente el IMSS está celebrando convenios con monto fijo por obra, pero no aplican siempre los mismos índices, cuando el convenio lo hace directamente con el propietario, es más bajo que cuando lo hace con el constructor, esto no me parece lógico.

Y que decir de la posibilidad de que un albañil o su peón consigan una vivienda financiada por el INFONAVIT es literalmente imposible, y aunque en teoría esta cuota debería de ser cubierta de las utilidades del patrón en realidad no es así, son reflejadas íntegramente al costo de la vivienda equivalentes a un 2% del valor de la construcción.

Aquí en pequeña escala se reproducen el juego de fuerzas que actúan en la problemática de la vivienda, con criterios independientes, sin preocuparse en encontrar una solución que concilie todos los intereses. No pocas veces la postura de las autoridades tiene tintes demagógicos. Los obreros no asumen su responsabilidad fiscal y social al no permitir que se les hagan descuentos, las empresas constructoras también intentan sacar el mayor provecho a esta situación y recurren a cualquier tipo de maniobra para reducir sus aportaciones, pero como al intentarlo corren un riesgo se cubren conservando el precio de la vivienda como si todos los pagos fueran a realizarse, al final el realmente perjudicado es el usuario porque su vivienda se ha encarecido en más del 10% del valor de la construcción. **Si la vivienda es un derecho de todos los mexicanos ¿porqué cargarla con una serie de cargas impositivas, como licencias, traslación de dominio, IVA de los materiales y subcontratos, cuotas mayores a las prestaciones laborales recibidas?**

2.1.5. FORMAS DE CONTRATACION.

Habitualmente el Gobierno contrata la mayoría de las obras de construcción, hasta que las dependencias han tenido aprobado su presupuesto y asignados los recursos para ejecutarlos, esto en años normales es a partir de marzo y deben terminar en diciembre, para no tener problemas de refrendo de partida, esta práctica que parece inofensiva crea varios problemas muy importantes, pero como no lo parecen, no se les ha dado la debida atención.

1.- Como las obras de gobierno se inician casi simultáneamente, en marzo, la demanda de la mano de obra y materiales coincide encareciendo la primera y agotando la segunda.

2.- Las obras se encarecen y dificultan, porque el período de lluvias de mayo a septiembre, coincide con la etapa de cimentación y obra negra.

3.- La contratación de las empresas constructoras con las dependencias de gobierno es cíclica, originando períodos de gran actividad y otros de inactividad total.

4.- Los obreros de la construcción por ser trabajadores eventuales, están desmotivados ya que mientras más elevada sea su productividad, más pronto terminan y más pronto se quedarán cesantes.

5.- Las empresas constructoras no se especializan en un determinado género de edificios. Podrían aumentar su eficiencia y reducir sus costos si lo hicieran.

Cambiar esta práctica no costaría absolutamente nada y ayudaría en la solución del problema de vivienda. Sólo demandaría de una buena planeación.

Una vez escuche que en Australia, el Gobierno contrata con empresas particulares la construcción de vivienda por periodos de tres años, con el mismo proyecto y especificaciones, fijando entregas parciales.

Por ejemplo si se van a construir 500 viviendas, la empresa constructora dispone de un plazo de tres meses para planear la obra y estudiar los métodos y el sistema constructivo que utilizará, después de ese lapso se empieza la obra y cuenta cuatro meses para entregar las primeras 16 viviendas, a partir de esta fecha se entregan 16 viviendas cada mes hasta concluir las 500. El costo de la construcción se ajusta cada que sea necesario, operación muy sencilla de realizar porque previamente se ha hecho la explosión de materiales, mano de obra y gastos indirectos.

Esta estrategia además de redundar en grandes economías, proporciona múltiples ventajas a los usuarios, a los obreros de la construcción, a la empresa ejecutora, a la ciudad donde se localiza el conjunto y al país, como a continuación veremos.

Los usuarios se benefician en primer lugar, por la reducción de costo y en segundo, porque con entregas de unidades pequeñas de vivienda, se humaniza el proceso de ocupación.

Para los obreros de la construcción les facilita la posibilidad de capacitarse, de incrementar la productividad y por lo tanto sus percepciones aumentarían y sus periodos de contratación serían más largos, quizá hasta consigan la planta.

Las empresas ejecutoras, planearían su trabajo y su crecimiento con suficiente antelación. Al especializarse en un sistema constructivo ahorrarían dinero, tiempo y esfuerzo. La relación con los obreros será más estable, habría mayor identificación, beneficiando a ambos. Además hay la expectativa de continuar contratando operaciones similares cada tres años, si se trabaja bien.

La ciudad se beneficia por que al irse ocupando paulatinamente no hay demanda desequilibrante de servicios y abastos. Habrá tiempo suficiente para planear el crecimiento y corregir los problemas que vayan surgiendo, y si no hay demanda en la zona no hay riesgo de dejar sin ocupar un gran número de viviendas.

Pero lo realmente trascendente, son los beneficios que para el país traería, porque se convertiría en un proceso lógico, bien planeado, con tiempo para hacer ajustes y recibir retroalimentación de la obra, los costos se abaten y las empresas tienen alicientes para realizar inversiones en investigación y experimentación, pues ellas son las que proponen diseños, especificaciones y sistemas constructivos, que tarde o temprano reducirá el costo.

2.2. ASPECTOS TECNOLOGICOS.

Los arquitectos e ingenieros generalmente no tienen interés por estudiar ni modificar los métodos constructivos, cuando construyen, invariablemente dejan a los maestros de obra y a los residentes que elijan la forma de construir, pero sin darles casi ninguna libertad ni estímulo, no les queda a estos otra alternativa que usar métodos artesanales, que más bien debían de llamarse a la aventura, pues es esta su característica, ya que muy pocas cosas son las que se pueden preveer, la mayoría de las decisiones se toma sobre la marcha con urgencia.

Para los obreros de la construcción les facilita la posibilidad de capacitarse, de incrementar la productividad y por lo tanto sus percepciones aumentarían y sus periodos de contratación serían más largos, quizá hasta consigan la planta.

Las empresas ejecutoras, planearían su trabajo y su crecimiento con suficiente antelación. Al especializarse en un sistema constructivo ahorrarían dinero, tiempo y esfuerzo. La relación con los obreros será más estable, habría mayor identificación, beneficiando a ambos. Además hay la expectativa de continuar contratando operaciones similares cada tres años, si se trabaja bien.

La ciudad se beneficia por que al irse ocupando paulatinamente no hay demanda desequilibrante de servicios y abastos. Habrá tiempo suficiente para planear el crecimiento y corregir los problemas que vayan surgiendo, y si no hay demanda en la zona no hay riesgo de dejar sin ocupar un gran número de viviendas.

Pero lo realmente trascendente, son los beneficios que para el país traería, porque se convertiría en un proceso lógico, bien planeado, con tiempo para hacer ajustes y recibir retroalimentación de la obra, los costos se abaten y las empresas tienen alicientes para realizar inversiones en investigación y experimentación, pues ellas son las que proponen diseños, especificaciones y sistemas constructivos, que tarde o temprano reducirá el costo.

2.2. ASPECTOS TECNOLOGICOS.

Los arquitectos e ingenieros generalmente no tienen interés por estudiar ni modificar los métodos constructivos, cuando construyen, invariablemente dejan a los maestros de obra y a los residentes que elijan la forma de construir, pero sin darles casi ninguna libertad ni estímulo, no les queda a estos otra alternativa que usar métodos artesanales, que más bien debían de llamarse a la aventura, pues es esta su característica, ya que muy pocas cosas son las que se pueden preveer, la mayoría de las decisiones se toma sobre la marcha con urgencia.

2.2.1. CAMBIO DE MENTALIDAD.

En las universidades y escuelas superiores, no se presta suficiente atención a estas disciplinas, en la mayoría de las escuelas en los primeros semestres, cuando la asistencia es obligatoria, se imparten sólo los fundamentos del proceso constructivo y en los últimos semestres que se profundiza un poco más, la asistencia es optativas. No se hace análisis críticos del sistema artesanal, ni se estudian métodos alternos de alta productividad. Con excepción de la Universidad de la Cámara de la Industria de la Construcción, las universidades y escuelas superiores no tienen carrera de ingeniero constructor.

Es necesario un cambio de mentalidad, hay que emplear lógicamente los recursos disponibles, formar equipos interdisciplinarios, para encontrar la mejor forma de hacer el trabajo, planear todo el proceso desde el proyecto hasta la entrega final, elegir o proponer nuevos métodos y sistemas. Profundizar en la investigación, diseño y desarrollo de herramientas y componentes.

2.2.2. INVESTIGACION Y EXPERIMENTACION.

La investigación para la vivienda se divide en dos grandes áreas, la investigación antropológica y la investigación tecnológica. La primera comprende el estudio completo del hombre, en sus diferentes aspectos, físico, social, cultural, sus estructuras familiares, hábitos y costumbres, sus manifestaciones políticas, artísticas, religiosas, de agrupación, características y morfología de la familia típica y sus desviaciones significativas, su ingreso, actividades, número y edades de sus miembros. De igual manera recoge información relativa a la vivienda, número de habitaciones, materiales empleados y su calidad, estado de conservación, etc. Esta investigación es realizada por el INEGI mediante los censos de población y vivienda cada 10 años.

Decir que no hay investigación tecnológica no es una exageración. No hay una sola dependencia, instituto o centro que la lleve a cabo metódica y organizadamente. Los organismos

2.2.1. CAMBIO DE MENTALIDAD.

En las universidades y escuelas superiores, no se presta suficiente atención a estas disciplinas, en la mayoría de las escuelas en los primeros semestres, cuando la asistencia es obligatoria, se imparten sólo los fundamentos del proceso constructivo y en los últimos semestres que se profundiza un poco más, la asistencia es optativas. No se hace análisis críticos del sistema artesanal, ni se estudian métodos alternos de alta productividad. Con excepción de la Universidad de la Cámara de la Industria de la Construcción, las universidades y escuelas superiores no tienen carrera de ingeniero constructor.

Es necesario un cambio de mentalidad, hay que emplear lógicamente los recursos disponibles, formar equipos interdisciplinarios, para encontrar la mejor forma de hacer el trabajo, planear todo el proceso desde el proyecto hasta la entrega final, elegir o proponer nuevos métodos y sistemas. Profundizar en la investigación, diseño y desarrollo de herramientas y componentes.

2.2.2. INVESTIGACION Y EXPERIMENTACION.

La investigación para la vivienda se divide en dos grandes áreas, la investigación antropológica y la investigación tecnológica. La primera comprende el estudio completo del hombre, en sus diferentes aspectos, físico, social, cultural, sus estructuras familiares, hábitos y costumbres, sus manifestaciones políticas, artísticas, religiosas, de agrupación, características y morfología de la familia típica y sus desviaciones significativas, su ingreso, actividades, número y edades de sus miembros. De igual manera recoge información relativa a la vivienda, número de habitaciones, materiales empleados y su calidad, estado de conservación, etc. Esta investigación es realizada por el INEGI mediante los censos de población y vivienda cada 10 años.

Decir que no hay investigación tecnológica no es una exageración. No hay una sola dependencia, instituto o centro que la lleve a cabo metódica y organizadamente. Los organismos

estatales solo reúnen información y de vez en cuando realizan concursos. No hay estudios para mejorar la productividad por parte de las empresas, ni por el gobierno. Es más ni siquiera es del dominio de los técnicos los índices de comparación que se pudieran utilizar. No hay búsqueda de nuevos materiales nacionales y la capacitación del personal obrero es a nivel mínimo.

Las exposiciones que el Centro Impulsor de la Construcción y la Habitación, CIHAC, hace anualmente, son muy concurridas pero no son tribuna de nuevos procedimientos ni propician las investigaciones nacionales, son básicamente exposiciones comerciales. Las empresas constructoras por grandes que sean no tienen departamento de investigación, los avances y novedades técnicas, vienen del extranjero, por ejemplo, los andamios metálicos, las cimbras monolíticas, la cimbra túnel, el panel "W", las novedades en maquinaria de construcción, etc. Esto es increíble sabiendo que la industria de la construcción promedia el 5% del Producto Nacional Bruto. En 1994 la inversión que se hizo en vivienda fue superior a los 18 000 millones de nuevos pesos.

Una excepción es la labor de las revistas y publicaciones periódicas del ramo, que han hecho una constante difusión de sistemas y métodos, que aunque en su mayoría provienen del extranjero nos sirven de referencia.

Debe formarse un centro de investigación y diseño que abarque el problema en toda su amplitud y fijar las bases para proporcionar vivienda que satisfaga los requerimientos de la vida actual al menor costo posible. Es probable que haya una variedad de criterios para resolver este problema, inclusive algunos serán contradictorios pero es tan vasto su escenario que todos tendrán cabida, habrá soluciones novedosas y audaces, otras se derivarán de las conocidas pero será indispensable experimentar todas muy minuciosamente antes de aplicarlas en forma masiva, habrá casos en que lo recomendable será construir vivienda progresiva, en otros casos vivienda totalmente terminada o bien en renta o apoyar la autoconstrucción, también habrá soluciones con prefabricados o vivienda industrializada, incluso habrá vivienda construida artesanalmente.

2.2.3. NUEVAS TECNOLOGIAS.

Los avances tecnológicos que México a tenido, casi no se reflejan en la industria de la construcción, que sigue siendo después de la agricultura la rama que emplea métodos de producción más atrasados.

La problemática de la vivienda en México tiene necesidades y condiciones muy particulares que deben ser resueltas en forma específica, no es posible aplicar las soluciones que en otros países dieron buenos resultados, no podemos concretarnos a copiar métodos y sistemas extranjeros que fueron originados para resolver otras necesidades climáticas, sociales y económicas, en países que disponían de recursos muy distintos, lo único que compartimos con ellos es el deseo de aumentar la producción y mejorar la productividad.

Tampoco podemos desentendernos del problema y continuar empleando métodos obsoletos, el tránsito de sistemas artesanales a racionalizados es un proceso largo, gradual y complejo que debemos tenerlo bajo control, con una perspectiva total, conociendo las necesidades y recursos del país. Será necesario experimentar una serie de soluciones por lo extenso y heterogéneo de México, probablemente dividirlo en zonas, sabiendo que en todas hay mano de obra abundante y carente de capacitación y que además la continuidad en los volúmenes de contratación es muy variada.

Es oportuno dejar claro, a que me refiero cuando hablo de un método y que cuando lo hago de un sistema, que relación y que diferencias hay entre ambos y quienes son las personas más indicadas para su estudio, análisis y desarrollo. Un método es el conjunto ordenado de pasos lógicos, que deben seguirse para ejecutar rápida y económicamente un evento particular. Su estudio comprende el registro y examen crítico de movimientos y operaciones para idear y aplicar métodos más sencillos, eficientes y económicos. El estudio de métodos es lo que antes se conocía como, estudio de movimientos. Evidentemente los profesionistas más capacitados para realizar esta tarea son los ingenieros industriales.

- 1.- Inversión en maquinaria e instalaciones sin la adecuada planeación y sin el marco de apoyo previo.
- 2.- Tecnología superior a la que se disponía, desplazando demasiada obra de mano.
- 3.- No se examinó con suficiente profundidad la viabilidad del proyecto.

No obstante los tropiezos que se tengan que vencer es indispensable iniciar la búsqueda de sistemas racionales de construcción e ir avanzando gradualmente y por áreas. No se requieren de grandes inversiones sino fundamentalmente una mejor utilización de los recursos disponibles, tenemos en México la suficiente infraestructura para dejar de construir tan anacrónica e irracionalmente.

2.2.4. MANO DE OBRA.

Muchos de los problemas que hemos visto es obvio que se reflejen en la organización de la mano de obra, es aquí donde en forma manifiesta se ve la urgente necesidad de un cambio y debemos de aceptar que todos somos responsables, porque nos hemos desentendido del problema y no hemos asumido nuestra responsabilidad; a continuación enlistaremos los errores de mayor peso.

1.- Se conserva el esquema laboral de la Edad Media, maestro-oficial- aprendiz, impidiendo con ello que haya capacitación, la única forma de aprender es imitando a quién más sabe, a eso se debe que una aprendiz puede tardar 4 años para ser oficial. La única institución que capacita en forma organizada a los obreros es el Instituto de la Cámara de la Industria de la construcción. Las herramientas de mano, son propiedad de los obreros, quién debe comprarlas y conservarlas, como en la época de los gremios.

2.- Los trabajadores de nuevo ingreso son utilizados para cargar material, negandoles la posibilidad de utilizar su intelecto.

3.- Las parejas y cuadrillas no distribuyen equitativamente el trabajo y suelen tener una gran gama de asignaciones, con actividades muy diferentes.

4.- Nunca se les hace indicaciones ni correcciones a los obreros respecto del método que deben de emplear; los cuales quedan a su elección.

5.- Hay muchas veces que el ayudante no sabe que debe hacer y tiene que esperar ordenes del oficial, quién al darlas no lo hace en forma precisa.

6.- El lenguaje que se emplea para designar los elementos de las obras es confuso y el mismo objeto recibe varios nombres, por ejemplo, cadena, dala, cerramiento, viga y trabe casi significan lo mismo.

7.- El trabajo tiene que hacerse a la intemperie, soportando las inclemencias del tiempo.

8.- Son trabajadores eventuales, en cada obra hay necesidad de nueva contratación de personal, mientras más aprisa trabajen, más pronto terminaran la obra y más pronto los despedirán, sin recibir indemnización. Así, es imposible que haya identificación del obrero con la empresa y viceversa.

9.- No tienen un lugar adecuado para asearse o bañarse, ni para comer, ni casilleros donde puedan guardar su ropa.

10.- Siendo un trabajo de alto riesgo no siempre tienen las medidas de seguridad necesarias.

Al trabajar en condiciones tan adversas, solo perduran los que no pueden encontrar mejores trabajos, quedandose los menos capacitados que con el tiempo se convierten en los maestros de obra, es incomprensible que se delegue en ellos la responsabilidad del desarrollo de los métodos de producción.

2.2.5 MATERIALES DE CONSTRUCCION.

En la actualidad, este concepto absorbe el mayor porcentaje de los costos de producción, como consecuencia de la libertad comercial que existe entre casi todos los países del mundo, actualmente los materiales industrializados, tienen un valor muy similar en todo el orbe. Pero resultan más caros para los obreros del Tercer Mundo, que para los obreros de los países desarrollados, porque nuestros obreros de salario mínimo ganan semanalmente 160 pesos o sea el equivalente a 21 dólares, en cambio el salario mínimo de los obreros de los países industrializados es de 3.50 dólares la hora, trabajando 40 hrs a la semana ganaría 140 dólares, esto significa que para comprar una tonelada de acero que cuesta alrededor de 440 dólares un obrero mexicano tiene que trabajar 21 semanas, en cambio un obrero de un país desarrollado solo 3.15 semanas.

En forma tan objetiva vemos lo caro que resulta para los trabajadores de los países en vías de desarrollo, la compra de materiales, como el acero, el aluminio, los plásticos, el cemento, los recubrimientos pétreos, las pinturas, etc. Pero como tampoco se puede prescindir de ellos lo que nos queda es dosificarlos perfectamente y evitar a toda costa su desperdicio y quizá buscar materiales regionales alternos.

Se ha comentado con anterioridad que la solución del problema habitacional permite la participación de un amplio abanico de alternativas: Este criterio también es válido en la selección de los materiales de construcción. Es posible clasificar los materiales de muy diversas maneras; por ejemplo pueden clasificarse por su peso, por sus dimensiones, por el proceso de manufactura, etc. En este caso elegimos hacer por su origen. De acuerdo con este criterio, se tiene:

- a) De origen forestal: madera maciza, madera procesada, aglomerado.
- b) De origen pétreo: piedra, concreto, cerámica, block, loseta.

- c) De origen mineral: acero, aluminio, cobre, vidrio.
- d) De origen químico: plástico, laminados, espumas, baquelita, etc.

El país dispone de suficientes productos forestales para usarlos como materia prima de la construcción de viviendas. De acuerdo con los datos del Consejo de la Madera en la Construcción (COMACO) utilizando solamente el 50%, del crecimiento de los bosques se podría construir 300 000 viviendas por año. Este recurso por falta de responsabilidad en su explotación no se ha utilizado suficientemente, los bosques están constituidos por organismos vivos que si no se explotan en el momento oportuno serán atacados por plagas, incendios, y en última instancia por la vejez. Como consecuencia de esta forma irreflexiva de utilizar nuestros bosques, en la actualidad es más caro un metro cúbico de madera, que un metro cúbico de concreto armado, que es fabricado con materiales que han sufrido una gran transformación y son mucho más pesados y costosos de manejar. La madera es un recurso renovable que debe utilizarse adecuadamente.

De origen pétreo, como concreto, tabiques, bloques, losetas, azulejos. Estos materiales son los que en la actualidad más se usan, en obra negra, en acabados de piso y lambrines, son materiales nobles y fáciles de trabajar. El concreto hidráulico, es económico y moldeable, sus inconvenientes son el elevado peso volumétrico, reducida capacidad a la tracción, y la necesidad de cimbras, que son complicadas y costosas estructuras provisionales.

El tabique hecho a mano, es producido por obreros que viven en condiciones infrahumanas, generalmente alrededor de los hornos, obligando a esposas e hijos a colaborar en su fabricación, como la mano de obra familiar es barata se forman familias muy numerosas. Además los hornos se vuelven verdaderos focos de contaminación ambiental. Y el proceso exige al material un gran número de movimientos manuales.

Los materiales de origen mineral que se utilizan en viviendas son: varillas corrugada para reforzar el concreto, cobre en instalación hidráulica y conductores eléctricos, aluminio en

ventanas y algunas veces perfiles tubulares en puertas. Hay algunos sistemas donde la intervención del acero es muy alta, pero no se prevé para ellos un gran futuro porque en nuestros países como comentábamos al principio de este apartado, estos materiales resultan muy caros para nosotros.

Materiales de origen químico como los plásticos son el material del futuro, debido a sus innegables ventajas de ligereza, resistencia frente a la oxidación y la corrosión, su gran duración, costos de mantenimiento y la posibilidad de obtener un sinnúmero de formas. Sin embargo, actualmente son empleados en muy baja escala, debido a sus costos, se utilizan en impermeabilizaciones, acabados, tuberías, pisos y como aislantes térmicos. Por su parte las espumas rígidas aún con tendencia a incrementar su uso, no han podido ser aplicadas más que en prototipos experimentales, pero han despertado entusiasmo, ya que con una sola inyección se fabrica el espacio arquitectónico y el mobiliario fijo.

No se tiene suficiente información para saber cuales serán los materiales que en el futuro se empleen en la vivienda, dependerá mucho de la investigación y experimentación que se realice, pero parece razonable que en un futuro inmediato, se sigan empleando materiales pétreos, como prefabricados de concreto, quizá en forma alabeada para aumentar su resistencia a la deformación, y reducir consumo de acero.

En los muros, es probable que se sigan empleando bloques de cemento o cerámica, colocados racionalmente, que son preferidos por los usuarios a los muros de concreto. Aunque los materiales pétreos, tienen que ir desapareciendo paulatinamente y dar lugar a otros, más acordes con su función, más ligeros, quizá rescatables, fáciles de armar y aislantes.

Quizá la solución sean, materiales de origen vegetal. Suena demasiado fantástico, pero se podrá algún día lograr el crecimiento controlado de elementos naturales y construir con ellos viviendas, sin necesidad de aserrarlos, aprovechando el material al 100 %. Controlar el

crecimiento y la forma de un elemento orgánico, que aprovechando el efecto de fotosíntesis calor y energía luminosa del sol, lo transforme en energía química, una vez terminado el crecimiento y alcanzado sus dimensiones, congelarlo y quede listo para utilizarlo.

2.3. EL SUELO

El gobierno no se ha interesado, ni ha dado facilidades para que la iniciativa privada, o el mismo, proporcione lotes de terreno donde construir casas económicas para las familias de bajos ingresos, es casi imposible adquirir un lote de terreno que tenga los permisos oficiales y menos aún que cuente con servicios.

El suelo urbano tiene un carácter meramente mercantil y su valor no es dado por el costo inicial del terreno más las obras de urbanización, sino por presiones especulativas que elevan su precio, la única medida que lo controla, es la ley de la oferta y la demanda. En los terrenos ubicados dentro de la mancha urbana, las mejoras realizadas por las autoridades, genera una plusvalía que solo beneficia la especulación.

Según el XI Censo General de Población y Vivienda, existen 21 ciudades que tienen más de 500,000 habitantes, donde viven el 22 % de la población. Ninguna de estas ciudades da facilidades o tiene políticas para acoger a los migrantes de bajos recursos, por el contrario dificulta la creación de fraccionamientos para ellos. Suponen que en esta forma evitan la tendencia natural de la población a radicarse en los centros de trabajo y así frenan el crecimiento de las ciudades.

La obtención de permisos para fraccionar requiere de influencias, tiempo y dinero, es natural que cuando salgan a la venta los lotes sean destinados a familias pudientes. La única alternativa que les queda a las familias de bajos ingresos que desean construir su casa, son los asentamientos irregulares, lotificados fuera de la ley y por supuesto sin servicios ni urbanización, forzando a sus habitantes a vivir en condiciones insalubres y con una gran inseguridad de la posesión. Con el tiempo los municipios se ven obligados a realizar las obras de urbanización a costos más altos.

Los regímenes de posesión de la tierra en México son tres, propiedad privada, terrenos ejidales y terrenos comunales. En los tres casos se podrían crear mecanismos que permitieran, por razones de interés público, su expropiación ágil y después de lotificarlo y urbanizarlo poner a la venta lotes a plazos, donde solo se recuperará la inversión, evitando el acaparamiento o el cambio de uso.

2.4. NIVEL CULTURAL DEL USUARIO

La vivienda en la sociedad actual es quizá el satisfactor más codiciado por la mayoría de las personas, es también lo que más anhelan las parejas al consolidarse, sigue siendo el bien que determina el nivel socioeconómico de sus moradores, claro está que una residencia palaciega no la puede adquirir ni pagar una persona con ingresos reducidos, pero cada día hay más sectores de la sociedad que reconoce que el valor de las personas, no radica en su capacidad económica sino en sus conocimientos y valores personales, estos poco a poco hará que la vivienda tenga un enfoque más funcional, práctico, utilitario y sobre todo más humano, quizá en el futuro haya mecanismos que faciliten el cambiar de residencia.

También sería muy conveniente que las familias que cuenten con miembros que sean derechohabientes de algún instituto de vivienda, no esperen con los brazos cruzados a que el gobierno y su patrón le resolvieran esta necesidad, sino que ellos también participen aportando alguna cantidad mensual que sirviera como enganche. Y aceptar que al saldo por liquidar le apliquen intereses más ajustados a la realidad del momento, (actualmente cobran el 6% anual de intereses al saldo por liquidar, siendo la inflación mayor al 20%).

Hasta el siglo pasado, el mercado inmobiliario era muy reducido, la mayoría de las personas intervenían en los proyectos y construcción de su vivienda, dándole un valor estimativo muy alto, propiedad que pasaban a la siguiente generación. Esto creaba raíces muy fuertes en los

moradores, además, la permanencia en los trabajos era mucho mayor y las distancias por recorrer muy reducidas.

La vivienda colectiva en alguna forma responde a estos cambios ya sea propiedad de terceros o bajo el régimen de condominio, pero indudablemente estas formas de propiedad no han agotado las posibilidades de tenencia, quizá en un futuro no lejano el hombre del tercer milenio tenga alternativas de usufructo novedosas, que realmente le proporcionen movilidad con confort y dignidad, que ese derecho de todo ser humano pueda ser satisfecho inclusive por los más desvalidos, no se como podrá ser el esquema de usufructo de la vivienda, para perfilarlo será necesario conjuntar un equipo muy variado, donde la voz más importante será de sociólogos y humanistas.

Así como el automóvil, le dio su sello a este siglo, la nueva vivienda se lo podría imprimir al siguiente no solo por la novedad en la tenencia sino por los materiales empleados y el usos de los espacios.

2.5. PLAN DE ACCION

Se ha hecho un recorrido bastante amplio de la situación actual del problema habitacional, dadas sus dimensiones, es necesario proponer soluciones audaces, ambiciosas y decididas que involucren y comprometan a todos los habitantes del país, y contar con un esquema de organización perfectamente estudiado, para alcanzar realmente los objetivos deseados. De no hacerlo la gente seguirá resolviéndolo aisladamente. Si postergamos el momento cada día será más costoso y con mayores riesgos sociales. Hay que decidirnos a hacer ahora un programa coherente de vivienda.

Este programa debe estar bien planeado y estructurado, con objetivos perfectamente claros y suficientemente difundidos a nivel nacional, quizá deba emanar de un plebiscito para comprometer a toda la nación, con estrategias, políticas y procedimientos para alcanzarlos.

Dicen los especialistas que planeación , es la toma anticipada de decisiones, para definir el curso a seguir de una empresa particular o estatal, evidentemente debe existir una integración de elementos y esfuerzos de ser posible con idénticos objetivos o por lo menos coincidentes. saber " Qué, cómo, cuándo, con qué y dónde " actuar.

La planeación no es un acto aislado, es un proceso continuo y mutante, nunca termina. cuando se concluye un ciclo se inicia el siguiente, que es retroalimentado con la información obtenida, y así sucesivamente, sin perder de vista los objetivos. Hay que ver el futuro, no con la curiosidad del vidente, sino para modificarlo, para hacerlo más favorable.

Por la magnitud del problema, la variedad de factores y participantes, parece obvio la necesidad de crear, una Secretaría de Estado, para que planee, coordine, estimule y realice, el universo de acciones por hacer. Esta propuesta en ninguna manera es original, en México, con anterioridad ya se ha hecho.

Esta Secretaría tendría como función principal, no la construcción de vivienda. sino la coordinación de los diferentes institutos que existen en el país contando con el marco jurídico que le proporcione el apoyo político, administrativo y legislativo necesario. Para ampliar sus beneficios y evitar la discriminación de algunos sectores de la sociedad, aplicando, a todos por igual, intereses blandos pero reales.

La amplitud de sus acciones ya se han perfilado a lo largo de este trabajo, profundizar en ellas puede resultar un ejercicio especulativo y ocioso, pero quizá podría sugerirse que hubiera cuatro sub secretarías con las siguientes funciones.

Subsecretaría de Control de Producción , encargada de vigilar y coordinar la actuación de los diferentes institutos estatales de vivienda en el país, para que se apeguen a las indicaciones, normatividad, programas, diseños y presupuestos. Quizá habría un plan rector del cuál emanaran planes parciales para cada estado. Formular un padrón de contratistas interesados en participar

activamente en este programa que cumplan determinados requisitos de capacitación e investigación y que en general estén en sintonía con los objetivos.

Subsecretaría de Investigación, sería la encargada de investigar y experimentar sistemas, métodos, componentes y nuevos materiales, así como estimular la participación externa y difusión de los avances técnicos logrados a institutos de vivienda, empresas constructoras, sindicatos, en fin a todos los interesados.

La Subsecretaría de Reserva Territorial, sería la encargada de adquirir, por compra o por expropiación, terrenos para fraccionarlos y ofrecer lotes económicos a familias de pocos recursos, donde construir su vivienda. También podrían aportar terrenos de cierta magnitud, a los promotores o cooperativas para que éstos hicieran estudios de factibilidad y en su caso desarrollos habitacionales.

Subsecretaría de Simplificación Administrativa y Relaciones Públicas, sería la encargada de agilizar la tramitación y obtención de autorizaciones y servicios, así como la simplificación de la traslación de dominio. Además se encargaría de la relación con futuros adquirentes, capacitaría a los interesados en autoconstrucción. Haría programas dirigidos al público en general para crear una base cultural y conciencia cívica en el usuario.

Todos los bienes materiales de la civilización son el resultado de la actividad humana, que tiende a satisfacer sus necesidades. En un principio los esquemas de producción eran exclusivamente artesanales, al paso del tiempo y a través de la especialización del trabajo, se transformó para convertirse en procesos industriales en la que cada obrero realiza un sólo tipo de tarea, simple, metódico y repetitivo. En los países del Primer Mundo esta realidad se está modificando, para dar paso a la automatización o robótica, donde la intervención del obrero es mínima.

3.1. INDUSTRIALIZACION.

En la época actual los países del Tercer Mundo, aún los más atrasados, tienden a industrializar todas las áreas de su producción, porque comprenden que de ello depende en gran parte la elevación del nivel de vida de su población. En México la industrialización no ha penetrado con la misma intensidad en todas las esferas, la construcción en general casi no ha sido permeada por ella, esta situación es muy lamentable ya que es imperativo la optimización de sus recursos. La construcción de vivienda presenta condiciones ideales para iniciar el cambio, por la gran demanda y recurrencia de su producción.

3.1.1.- PRE-INDUSTRIALIZACION

En la construcción de la gran pirámide de Gizel en Egipto, del faraón Keops construida hace unos 4800 años, se explotaron, tallaron, transportaron y colocaron alrededor de 2 300 000 bloques de más de 2 500 kgs. cada uno, algunos como los empleados en las galerías y en la cámara mortuoria, las llevaron de Asuan, a 1000 kms. de las pirámides, pues no había canteras de granito más cerca. Esta majestuosa mole se eleva a 146 mts del nivel del terreno, equivalente a

la altura de un edificio de más de 40 pisos. Cada uno de sus lados está perfectamente orientados a los puntos cardinales y mide 232 mts. de longitud. Herodoto, que quizá obtuvo esta información de los sacerdotes del templo, relata que emplearon unos 100 000 hombres durante 10 años para realizarla. Si hacemos las operaciones correspondientes y suponiendo que trabajaran 250 días al año, equivale a 250 millones días-hombre que divididos entre los 2 300 000 blocks indica que para extraer, transportar y colocar cada block se hubieran requerido el trabajo de 108 peones, cantidad que se antoja muy lógica, ya que si nos imaginamos el trabajo que realizaron y asignamos valores para cada evento, veríamos el siguiente cuadro:

- 1.- Extracción de bloques, usando estacas de madera (desconocían el hierro) empapadas en agua para que al dilatarse, tronaran la cantera, incluye maniobras y desperdicio. 15 d/h
- 2.- Tallar bloques para darles forma y superficie tersa, con herramientas de cuarzo o algún material abrasivo, incluye maniobras.....15 "
- 3.- Transportar los bloques de la cantera al Río Nilo incluye carga a la barcaza (25 hombres moverían diariamente 3 piezas 2 kms)..... 8 "
- 4.- Transportar en la barcaza dos bloques, río abajo a una velocidad de 10 kms/hora una distancia de 100 km. suponiendo 1 capitán y 6 remeros..... 4 "
- 5.- Viaje de regreso, río arriba a remo y vela, velocidad real de 4 k/h (1 capitán y 7 remeros)..... 12 "
- 6.- Transporte del Río Nilo a la base de la pirámide 800 mts. en camino preparado, (15 hombres moverían 5 bloques al día)..... 3 "
- 7.- Elevar y colocar los bloques por medio de la rampa con inclinación del 10 % y una distancia promedio de 750 mt. (40 hombres que movieran 2 bloques al día)..... 20 "
- 8.- Mantenimiento de caminos, barcasas y herramienta..... 10 "

9.- Preparación de alimentos de obreros.....	4 "
10.- Agricultores encargados del suministro de alimentos a obreros y sus familias:.....	15 "
11.- Enfermedad e imprevistos.....	2 "
	SUMA.....108 días/hombre.

No se sabe con exactitud como fue construida, pero es evidente que sólo podían haber usado los conocimientos que en esa época poseían, la palanca, el plano inclinado y la cuña. El trabajo realizado en esta obra es tan maravilloso que inclusive hay quién seriamente piensa que fue hecho por extraterrestres, no sólo por el alarde técnico en el movimiento y colocación de bloques tan pesados, sino también por la organización que debieron de emplear para coordinar esa cantidad de operarios, debió de tener una planeación muy minuciosa, con alguna especie de organigrama y calendario, con división del trabajo, con responsabilidades y áreas muy bien definidas, con atención a capacitación y motivaciones, es el trabajo exitoso de un equipo muy integrado. No se acuñó un término para nombrar a esta organización, pero dadas sus características, me parece indicado llamarla pre-industrialización, aunque no fuera en forma científica.

En casi todos los campos del quehacer humano, espontánea y paulatinamente se fue dando la división del trabajo, ya que era obvio y práctico, y así poco a poco se fue acentuando hasta surgir los oficios, primero individualmente y más adelante por pueblos (carpintería, zapatería, cerámica, cestería, metalurgia, lapidaria, etc).

Con esta división del trabajo, los productos dejaron de ser toscos y burdos, empezó a tener significado la calidad, ya que mientras más elevada era ésta, más posibilidad había de ser elegido en el mercado, surgiendo un nuevo concepto, el artesano. Al paso del tiempo esta cultura del

trabajo se formalizó más y más, creando agrupaciones llamadas gremios, que le dieron su sello característico a la Edad Media, formándose tres niveles, maestro, oficial y aprendiz.

3.1.2.- LA REVOLUCION INDUSTRIAL

Con el afán de incrementar su eficiencia, el hombre ha ido desarrollando una serie de esquemas e ideas. El filósofo y economista escocés Adam Smith, (1723-1790) llamado el padre de la economía política, observó que para mejorar la productividad en la fabricación de agujas, bastaba con hacer la división del trabajo. Observó que un obrero realizando las cuatro operaciones del proceso producía 1000 agujas diariamente. Se le ocurrió formar un equipo de diez obreros, en el que cada uno se especializó en una determinada operación, que era la única que hacía, la producción se incrementó a 48 000 agujas por día. En esta forma quintuplicó la producción por obrero. Escribió el primer libro que promovía la especialización de tareas, para elevar la producción, llamado *Wealth of Nations*. La división del trabajo que se había dado en la antigüedad, no era utilizando métodos científicos, fue Smith el primero que diseñó un proceso racional para utilizar la fuerza laboral eficientemente, después de él pasaron muchos años sin que hubiera aportes importantes en el estudio del trabajo.

En 1790 con la invención del telar mecánico, capaz de realizar el trabajo que anteriormente hacían ocho personas y la aparición de la máquina de vapor mejorada por James Watt, se inicia la llamada Revolución Industrial, lo que en realidad sucedió fue la incorporación de las máquinas en la producción, por lo que me parece más apropiado llamarla "La Era de la Mecanización". Sea como sea, vino a cambiar las condiciones en el mundo, fue un hito en la historia de la humanidad. Eran tan manifiestas sus ventajas que rápidamente se generaliza el empleo de máquinas, obligando a hacer cambios en el sistema de producción, había que concentrar en un sitio ex profeso a los trabajadores, pues era imposible instalar una caldera en la casas de cada artesano. Estos factores incrementaron la producción y dieron origen a una nueva clase social, la obrera, que fueron consumidores inmediatos de productos, aumentando la demanda.

El sitio donde se realizaban estas actividades se le llamó fábrica, era un lugar fijo, cerrado y cubierto, podía o no contar con maquinaria, pero sí con un horario fijo (penosamente amplio) donde la materia prima, herramientas, edificio, y capital eran de una sola persona, cambiando radicalmente la forma y el volumen de producción de los artesanos.

3.1.3.- SIGLO XX

A finales del siglo pasado, en 1886 Henry Towne, señala que los ingenieros deben preocuparse por la rentabilidad de sus decisiones, antes, los costos se consideraban como algo relativamente incontrolable, una consecuencia de las características del producto. El encargado de la producción en las fábricas eran los superintendentes, quienes muy informalmente realizaban las funciones de planificación y control de personal para motivarlos a realizar su trabajo, los obreros por su propia cuenta determinaban los métodos de trabajo, en base a su experiencia, preferencia y las herramientas de que disponían.

Federck Winslow Taylor (1856-1915), a quién se le considera el padre de la ingeniería industrial, desarrolló el concepto de que el diseño y la medición del trabajo, la planeación y programación de la producción, debían ser atributos de la ingeniería. Decía que la administración de una empresa, debía encargarse de planear el trabajo de cada empleado por lo menos con un día de anticipación, y que cada hombre debía recibir instrucciones por escrito que describieran la tarea con detalle y le indicaran además los medios que debía utilizar para realizarla. Cronometró el tiempo de cada operación, obteniendo a través de múltiples observaciones el tiempo standard. Y en esta forma asumía el control de los costos de producción.

Uno de sus trabajos concretos fue el realizado en Bethlehem Steel, una acerería donde había 500 trabajadores asignados a las tareas de palear. Estudió minuciosamente esta actividad, diseñando palas apropiadas para cada uno de los diferentes materiales que había que mover, dándoles la capacidad, para que la herramienta y el material pesaran alrededor de 9.5 kgs. Previamente había investigado que era el peso recomendable para que el trabajador rindiera más

y no corriera riesgo de lesiones, en esta forma redujo el número de obreros a 140. ahorro 360 y la nómina quedo en sólo el 28 % de la original.

Los esposos Frank y Lillian Gilbreth, ingeniero él y doctora en psicología ella, trabajaron en estrecha colaboración, para abrir nuevos caminos en el análisis del comportamiento laboral. e hicieron una serie de aportaciones a la ingeniería industrial, el más importante fue el estudio de los movimientos básicos, para racionalizarlos y simplificarlos. Usaban cámaras cinematográficas a las que adaptaba un cronómetro para dividir las operaciones básicas en micromovimientos y estudiarlos detenidamente. Decían: "*Hay que encontrar la mejor forma de hacer las cosas*".

Antes de ser ingeniero Gilbreth había trabajado como obrero de la construcción, vio que para hacer un muro se realizaban 18 diferentes operaciones, observó que algunas se podían suprimir, otras simplificar evitando movimientos o amplitud de ellos, que los materiales podían estar preorientados para su colocación, algunos trabajos podían realizarlos personal de menor salario. Estudió y simplificó el proceso, logrando triplicar la producción..

Gilbreth descubrió que las 18 operaciones que él había observado en la colocación de bloques, para la construcción de un muro, eran casi las mismas que se realizaban en la fabricación de cualquier objeto, iban desde buscar, encontrar, seleccionar, asir, sostener, transportar, etc. Les nombro therbligs que es casi su apellido al revés, y con ellas estudió los micromovimientos de las operaciones.

Otro hombre que aportó mucho a la industrialización es Henry Ford (1863-1947) , por su concepto de la línea de producción, la fabricación en serie, su política de motivación a sus empleados pagándoles altos salarios decía: "*El concepto de producciones serie, se utiliza para describir el método por el cual se fabrican grandes cantidades de un solo artículo estandarizado, no es la simple producción mecánica, es la aplicación de los principios de precisión y economía, método, continuidad y velocidad a un proceso de fabricación. La primordial tarea de la dirección consiste en la interpretación de estos principios a través del*

estudio de operaciones y desarrollo de maquinaria y su coordinación. Y el resultado lógico es una organización productiva que proporciona una gran cantidad de artículos de material, mano de obra y diseño estándar al mínimo costo."

Al principio a los ingenieros industriales, se les consideraba como "Ingenieros Contra Reloj", su campo de acción era solo la fábrica, pero poco a poco este concepto se fue modificando y humanizando. Ahora con los aportes que ha hecho la investigación de operaciones y la ciencia de la administración, abarca casi todas las áreas del quehacer humano y se aplica por igual en, bancos, compañías de seguros, hospitales, sistemas de defensa, distribución, comercialización, construcción de barcos, industrias químicas, etc.

El ingeniero industrial hoy en día es el encargado del diseño, mejora e instalación de sistemas, integrando personas, materiales, equipo y dinero; para especificar, predecir y evaluar los resultados. Según el diccionario de la Real Academia de la Lengua: Industrialización es el conjunto de operaciones, realizadas para producir, bienes y servicios con destreza, celo, ingenio y diligencia. Yo agregaría, ahorrando trabajo.

3.1.4.- INDUSTRIALIZACION Y MANO DE OBRA.

La objeción constante que se hace en los países en vías de desarrollo, para aceptar la industrialización, es que se desplaza muchos obreros y en esta forma, agrava la falta de oportunidades trabajo, que generalmente es crónica. Esta situación es innegable, pero se ésta confundiendo el problema. El trabajo en si no es un valor absoluto, es el medio del cual se vale el hombre, para satisfacer sus necesidades, con su trabajo crea bienes de consumo y adquiere con la remuneración que percibe, el poder de comprar los mismos bienes que él u otros obreros produjeron.

Un trabajo ocioso o innecesario a nadie beneficia. Un bien obtenido con gran consumo de mano de obra resultaría sumamente costoso e inaccesible para al grueso de la población, por

ejemplo si transportáramos con carretillas los materiales desde las canteras o desde las fábricas, distantes más de 20 kms. todos tendrían oportunidad de ser empleados, pero el costo de esa vivienda sería altísimo, nadie la podría adquirir.

Ningún país por abundantes recursos que posea los desperdicia, Kuwait no regala su petróleo, Estados Unidos tampoco lo hace con su capital, de igual manera México no debe desperdiciar su mano de obra sino utilizarla racionalmente.

¿Cuál será el índice de industrialización recomendable en la construcción de viviendas, para satisfacer esta necesidad y fortalecer la economía nacional?. No lo se con exactitud, pero estoy seguro que no debe seguir índices de productividad tan bajos, como los actuales. El IMSS para aplicar las cuotas obrero patronales en la construcción de vivienda o para verificar la información dada por los patrones, estima que se emplean 50 hrs.-hombre en la construcción de un metro cuadrado, una productividad bajísima, si la comparamos con el sistema suizo Dobbler-Konez. que en sólo 9 hrs.-hombre realiza el mismo trabajo. Sabemos que este sistema tiene un alto índice de industrialización y una inversión muy alta, no es eso lo que sugerimos para México, pero estoy seguro que tenemos la capacidad de crear sistemas que consuman unos 25 hrs-hombre por metro sin necesidad de realizar grandes inversiones en maquinaria.

3.1.5.- PRODUCTIVIDAD.

Solo existen dos caminos para incrementar los bienes que el país demanda. Uno es el aumentar los recursos, (a mayores recursos, mayor producción) y el otro conservando los recursos actuales, aumentar la productividad, que es cociente de dividir la producción entre los recursos empleados.

Para que este valor tenga algún significado es necesario compararlo con otros índices de productividad, ya sean obtenidos en ejercicios anteriores o por otras empresas, de esta forma podemos evaluar nuestro trabajo.

La productividad se viene a convertir en la medida de eficiencia con que se realiza un trabajo, se produce un bien, o una empresa labora. Es más objetiva cuando la variable es una sola y las demás se mantienen constantes, por ejemplo, si queremos comparar la mano de obra, habría que hacerlo con empresas que tuvieran el mismo capital y maquinaria, como esto sería materialmente imposible, se hacen las adecuaciones necesarias o el índice de la productividad es total. Generalmente se mide en relación con los recursos que más interesa controlar, en la agricultura casi siempre se hace en función a la tierra sembrada, en la industria manufacturera, a la obra de mano empleada. En el caso de la industria de la construcción, el valor de la productividad se expresa en metros cuadrados de espacio habitable, por horas hombre de trabajo.

3.1.6. METODOS DE TRABAJO.

Esta actividad es la que dio origen a la ingeniería industrial y sigue siendo el corazón de la carrera, a través del tiempo, su metodología ha adquirido un gran desarrollo y sofisticación, evidentemente, tiene que ser realizada por un profesional de esta especialización.

Pero creo que aunque sea someramente, conviene hablar un poco de como se lleva a cabo. Ya dejamos definido en 2.2.3. que es un método, pero a estas alturas, vale la pena repetir nuevamente la definición, *"Es el conjunto ordenado de pasos lógicos que deben seguirse para ejecutar rápida y económicamente un evento particular, su estudio comprende el registro y examen crítico de movimientos y operaciones para idear o aplicar procesos más sencillos eficientes y económicos"*.

Dada la magnitud del problema, se han ideado una serie de técnicas, pasos y diagramas, para registrar el proceso completo, conocer el número de movimientos y tiempo empleado en todas y cada una de las microoperaciones. Se vale de una serie de herramientas, como tableros equipados con varios cronómetros, graduados en centésimas de minuto, alguno con vuelta automática a cero, cámaras cinematográficas y de video para el análisis de los movimientos, en cámara lenta, planos de la distribución de la maquinaria (layout). Además se utilizan más de 20

diagramas, cada uno para obtener una información particular. del material o del obrero. Hay cursogramas sinópticos y analíticos, diagramas de hilos para analizar el recorrido, diagrama de operaciones del proceso, de actividades y operaciones simultáneas (bimanuales), simogramas. En ellos se representan por medio de símbolos las cinco operaciones básicas, que son:

- | | |
|-----------------------------|--------------|
| ○ Operación | ⇒ Transporte |
| D Depósito | □ Inspección |
| ▽ Almacenamiento Permanente | |

Con el análisis minucioso de esta información, se logra suprimir los errores, reducir el tiempo parcial de cada operación y el tiempo total del proceso: formar equipos, asignarles cargas de trabajo y programar todas las actividades.

3.2.- SISTEMAS DE CONSTRUCCION

La construcción en general y más aún la de los conjuntos habitacionales, tienen una gran complejidad y variedad de operaciones, que van desde la adquisición del terreno, tramitación de licencias estatales y municipales, seleccionar y contratar obreros, comprar y suministrar insumos, coordinar la participación de subcontratistas, conseguir financiamiento, elaboración de contratos, tramitar el pago oportuno de estimaciones y realizar la obra.

A este número de operaciones hay que sumar los problemas propios del sitio de trabajo como son, que cada obra es en un sitio nuevo, la necesidad de cambio constante del personal obrero, que el trabajo tiene que realizarse al exterior soportando las inclemencias del clima, el breve tiempo que transcurre entre ganar un concurso y la fecha de inicio. Todo ello impide que se elaboren planes adecuados a mediano y a largo plazo, es imposible saber con suficiente anticipación cual es la tendencia de crecimiento o retracción en las empresas, para tomar alguna medida correctivas. Quizá por estas condiciones la industria de la construcción ha sido tan lenta y tan renuente para aceptar los cambios en los sistemas de producción que en otros campos ya se

han popularizado, conservando sistemas, métodos, técnicas y procesos, de épocas pasadas. No debemos de desanimarnos por esta situación con avances tan pequeños que casi ni se notan, sabemos de la resistencia de los obreros para aceptar las novedades constructivas, pero también sabemos que de la corriente de progreso empieza a presionar para derribar los obstáculos existentes. Las formas de construir en nuestro país y en el mundo las podemos agrupar en tres modalidades básicas, con pequeñas variantes ya que una a otra se permea, a continuación haremos un recorrido muy rápido de cada una, para ver sus características y limitaciones.

3.2.1.- CONSTRUCCION ARTESANAL.

Es la construcción apoyada en la experiencia transmitida de oficial a aprendiz, a lo largo de muchas generaciones y por lo tanto se hace ya en forma tradicional, es conocida y preferida por la población en general, no requiere de una etapa de planeación, las dificultades se resuelven sobre la marcha, con una gran dosis de improvisación, la capacitación de sus oficiales es imitando a los más experimentados, la producción generalmente es por parejas, oficial-aprendiz. El maestro define el procedimiento a seguir, la herramienta de mano es propiedad de los obreros, la inversión en maquinaria o herramienta es muy baja, los gastos fijos son casi nulos. Como ya dijimos más que artesanal deberíamos llamarla a la aventura por que esa es su condición. Es muy utilizada en los países subdesarrollados.

3.2.2.- CONSTRUCCION MECANIZADA.

En la actualidad cada vez es más intenso el uso de maquinaria de construcción en la edificación, ya que su eficiencia es muy alta y permite reducir costos. Los fabricantes han atendido básicamente tres áreas, la primera son máquinas para excavación, acarreo y compactación de tierra, la segunda para manejo de materiales, carretillas motorizadas, grúas sobre neumáticos u orugas, grúas torre, canastillas hidráulicas, bandas transportadoras. La tercera es para la elaboración y transporte del concreto, como: plantas dosificadora, ollas revolvedoras

estáticas o sobre camión, bombas, mesas de cimbrado, cimbras túnel, cimbras metálicas integrales, equipo de vibrado.

En los países en vías de desarrollo cuando las empresas no disponen de cierta máquina la suelen tomar en alquiler u ofrecerla cuando siendo propia la tienen desocupada, esto ha estimulado mucho su uso, dejó de ser utilizadas sólo en grandes obras. En cualquier forma su costo horario resulta elevado, es importante aprovecharla al máximo, requiere cierta dosis de planeación.

3.2.3.- PREFABRICACION.

La prefabricación es un método de construcción en que los elementos son fabricados previamente a ser colocados en su sitio definitivo, para que sea práctico es necesario la elaboración de elementos repetitivos, con la precisión adecuada para ser ensamblados a otros en el sitio, sin esperas, retoques o modificaciones, la producción en masa acentúa sus beneficios, al disminuir costos y tiempos.

La prefabricación es un método usado desde la antigüedad, hay constancia que las columnas de los templos griegos eran talladas previamente a su colocación. Pero antes de la Segunda Guerra Mundial su empleo era ocasionalmente, el auge actual data de fines de los años 40 cuando se vio que era imposible realizar la reconstrucción de Europa, en forma artesanal.

Hay en ella dos etapas muy bien definidas, la primera es la fabricación de los elementos, y la segunda el montaje y conexión de ellos. Es recomendable que las conexiones sean de la mayor sencillez.

Se pueden construir todo género de edificios, públicos y privados, escuelas, fabricas, mercados, hospitales, pero donde tiene un gran futuro como ya dijimos es en la vivienda por las grandes series que hay que producir y lo repetitivo de sus modelos. Los componentes conviene

que lleven integradas las instalaciones, puertas, ventanas y de ser posible con el acabado integrado.

3.2.3.1. PREFABRICACION A PIE DE OBRA O EN FABRICA.

Esta clasificación es la que se hace dependiendo del sitio donde se fabrican los elementos. A pie de obra, la línea de producción es provisional, solo fabricarán componentes para un pedido determinado, los costos de las mesas de moldeo o pretensado tiene que prorratearse en menos unidades, no se puede sustraer a fenómenos meteorológicos, los obreros son eventuales. los costos por fletes son casi nulos, se pueden fabricar elementos de mayores dimensiones sin problema de traslados. Para las condiciones de contratación de obra en México. tiene la gran ventaja de que en los periodos de inactividad no tiene gastos fijos, como renta de planta y sueldos de personal. Su punto de equilibrio, cuando se igualan facturación y gastos, es bajo.

La prefabricación en fábrica tiene las siguientes ventajas: los costos de las mesas de moldeo se prorratean en un mayor número de elementos, la calidad se eleva porque los moldes son mejores. se puede dotar de mejores instalaciones al personal, hacer mejores y más amplios programas de capacitación, la productividad se aumenta. Sus desventaja son: los fletes de fábrica a obra son caros, el punto de equilibrio es alto, y hay que mantener la planta en funcionamiento aunque sea con un mínimo de producción.

3.2.3.2.- SISTEMAS PREFABRICADOS PARA VIVIENDAS.

Los sistemas prefabricados para la construcción de vivienda, se pueden clasificar en varias formas de ellos escogimos hacerlo por el tipo y la dimensión de sus componentes formando tres grupos que son : pequeños paneles, grandes paneles y celdas tridimensionales. con todas se puede construir viviendas unifamiliares y multifamiliares. En el primer grupo están los sistemas con paneles menores de 5.00 m², su transportación y montaje es relativamente fácil por su poco

peso, normalmente requieren de juntas constructivas en las habitaciones, sus acabados son dados en obra, se pueden emplear en losas de entrepiso, en losas de azotea y en muros. Son bastante flexibles y fácilmente acoplables con componentes de otra procedencia o con sistemas artesanales.

En el segundo grupo están los sistemas a base de grandes paneles mayores de 8.00 y menores de 15.00 m², tienen la ventaja de que llevan menos juntas constructivas, y pueden llegar a la obra con mayor porcentaje de acabados, su inconveniente principal es que requieren equipo especial para transporte y montaje. Las viviendas construidas en Europa de la posguerra fueron hechas con sistemas de grandes paneles, por un tiempo dominaron completamente el mercado, engloba todas las fases del proceso, desde el proyecto, hasta los acabados. La responsabilidad del fabricante es total. Las soluciones suelen ser poco flexibles, pero a pesar de ello siguen siendo aconsejables en determinadas circunstancias. En los países del antiguo bloque socialista se llegaron a emplear sistemas con paneles extra-grandes, pero no hay suficiente información. Los sistemas a base de paneles ya sean chicos o grandes no requieren de esqueleto portante, se autosportan.

El tercer grupo son los sistemas con elementos tridimensionales, a base de celdas con una o varias habitaciones, el ancho de los elementos tendrá que estar sujeto a las condiciones de transporte, requieren de equipos muy pesados para transporte y montaje, llegan a la obra con acabados e instalaciones 100% terminadas. Aunque este sistema es el que tiene necesidad de mayores inversiones e infraestructura, en Guadalajara ya existió una planta llamada Módulos Tridimensionales Jarmex, que enviaba las celdas totalmente terminadas a Tabasco. Hay ocasiones en que se emplean las celdas para parte de la construcción, por ejemplo en cubos de escaleras, en zonas húmedas y el resto de la vivienda se hace con sistema diferente.

Otra forma para clasificar los sistemas prefabricados es de acuerdo a la capacidad de ensamblar sus elementos exclusivamente con los del mismo sistema o estar abierto para hacerlo

con cualquiera, inclusive con elementos elaborados artesanalmente. a los primeros se les llama sistemas cerrados y es una característica que comparten casi todos los sistemas a base de grandes paneles.

La prefabricación abierta es aquella que permite la unión de componentes de diferente procedencia ya sean prefabricados o no, sin problemas graves de incorporación. Es indispensable que las empresas que quieran producir elementos para esta clasificación previamente estén de acuerdo en el módulo a utilizar, y así poder compaginar con mayor número de elementos y productos de diferente procedencia.

3.3.- CONSTRUCCION INDUSTRIALIZADA.

Tengo duda que este término defina perfectamente el concepto que quiero expresar, porque construcción industrializada quizá sugiera un bien elaborado con uso masivo de máquinas, o el empleo de elementos prefabricados o un producto hecho en una instalación fabril, no es eso a lo que quiero expresar. Busco un término que exprese claramente los siguientes verbos: observar, prever, analizar, evaluar, juzgar, planear, diseñar, racionalizar, ejecutar, ahorrar, controlar, al hablar de racionalizar el proceso incluyo dignificar el trabajo de los obreros, proporcionarles mejores condiciones y más humanas.

Pense llamarle, construcción racional o racionalización del proceso constructivo, pero como esta son la características del proceso industrial eficiente, finalmente me pareció más apropiado, el término, construcción industrializada.

En este esquema obviamente no queda excluido el uso de maquinaria o elementos prefabricados, quizá tengan y deban de entrar en el proceso para optimizarlo, particularmente cuando se requiere de grandes volúmenes de obra, pero sólo como apoyo, no obligatoriamente. Como tampoco el uso de prefabricados garantiza que se haya logrado hacer una construcción industrializada, si no hay lógica y planeación en le proceso será una construcción artesanal usando grandes elementos.

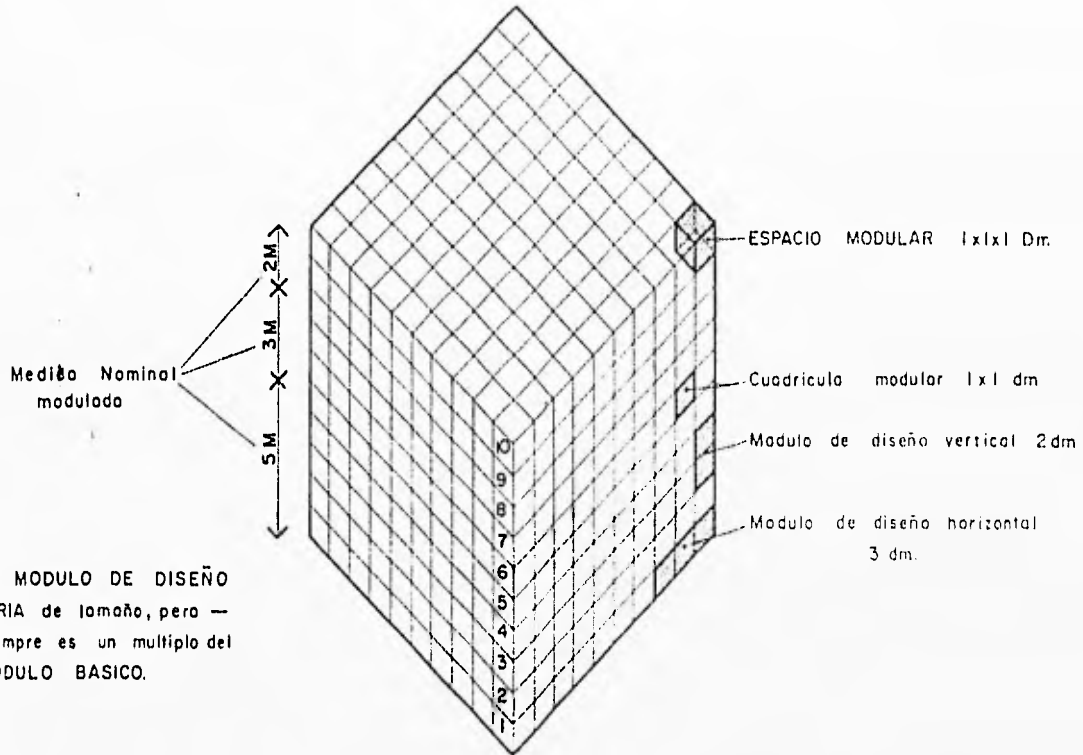
Hay quién opina que es imposible lograr la industrialización intensiva en la construcción, por las condiciones tan imprevisibles y difíciles que le rodean. Estoy de acuerdo en que no será fácil pero es necesario intentarlo. La construcción de vivienda como la estamos proponiendo parece una fantasía, una utopía, dice Richar Bender en su libro, Una Visión de la Construcción Industrializada *"Somos como actores que intentan aprender su papel de una obra que aún no se ha escrito"*. Pero yo creo que podemos forzar a que se escriba, tratar de modificar el futuro favorablemente.

3.3.1.- COORDINACION MODULAR.

La modulación ya se ha usado, en la antigüedad era para fijar las proporciones entre los elementos arquitectónicos y el todo, comúnmente dado por el radio de las columnas. En este siglo, Le Corbusier propone el empleo de un módulo ergonómico, en función de las dimensiones del hombre promedio. Nuestras necesidades de modulación son por razones técnicas, para aumentar la productividad, ya que facilitarían mucho las tareas de los participantes, rompería el círculo vicioso que se ha formado entre los diseñadores y los industriales; los primeros no especifican el empleo de componentes modulados, porque no existen en el mercado y los segundos no los fabrican por falta de suficiente demanda.

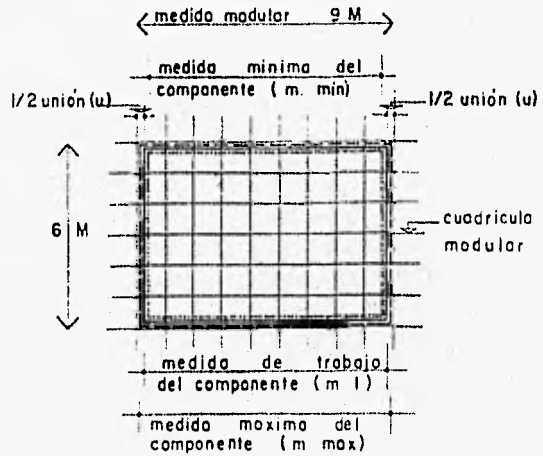
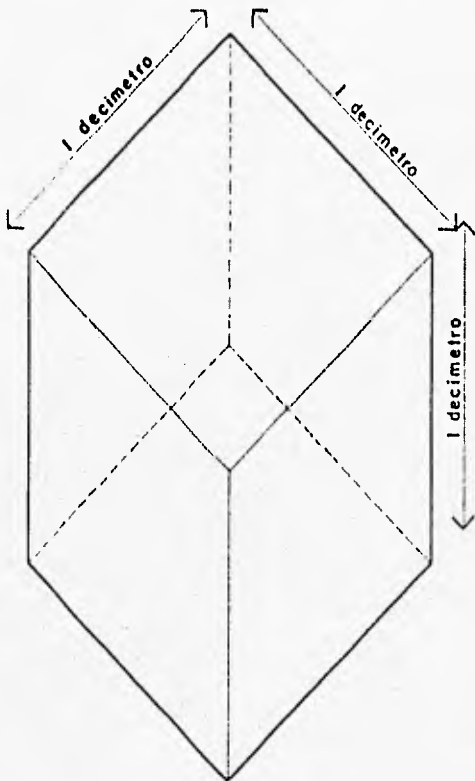
Varios países de Europa han propuesto la creación de dos módulos, para conciliar necesidades de diseño y de producción. El módulo básico, es un cubo de 10 cm. por lado. El módulo de diseño, un prisma que tiene como base generalmente tres módulos básicos y dos de altura (30 x 30 x 20 cm.).

En una reunión de trabajo de los países centroamericanos patrocinada por la ONU en El Salvador se elabora el documento para La Coordinación Modular de la Vivienda Económica (E/C.N.12/CCE/SC.4/9) y El Cuaderno de Trabajo (CCE/SC.4/II/GTCM/4). Llegan a idénticas conclusiones que los países europeos, anexo el facsimile de la lámina 2 publicada en la hoja 32 de dicho informe.



EL MODULO DE DISEÑO VARIA de tamaño, pero — siempre es un múltiplo del MODULO BASICO.

MODULO BASICO = 1 DECIMETRO

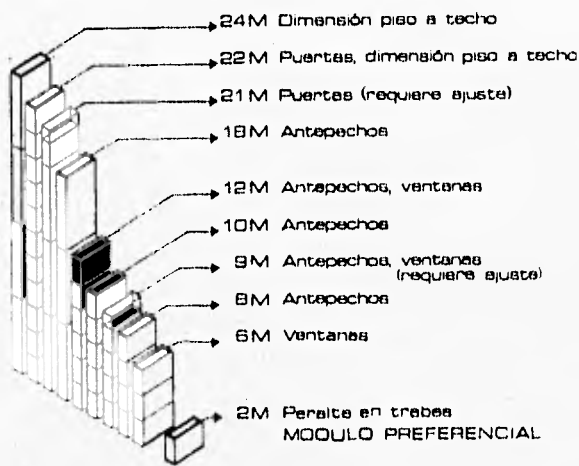


medida máxima-medida mínima = tolerancia en medida de trabajo
 $(m \max) - (m \min) = (T \ 1)$

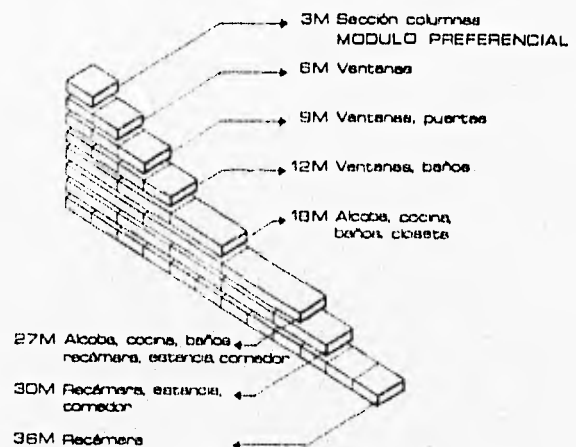
medida de trabajo mas o menos tolerancias, mas unión total
 — medida nominal modular.

A partir de agosto de 1986, México cuenta con El Catálogo de Elementos y Componentes Modulares, publicadas en el Diario Oficial de la Federación. Elaborado muy minuciosamente, donde se han contemplado todos los factores que intervienen en un estudio de esta naturaleza, sus objetivos, nomenclatura, campos de aplicación y sistema de tolerancias. Así como el glosario para precisar términos y definiciones.

Se basa en el módulo básico ($1M = 100mm$) y la utilización de módulos preferentes 3M, 6M, 9M, 12M, 15M, 30M, 45M y 60M en sentido horizontal; 2M, 3M, 6M, 9M y 12M, en sentido vertical que establecen con el fin de normalizar los espacios arquitectónicos. Plantea la posibilidad de usar, retículas sobrepuestas desfasadas, para cumplir con los propósitos del proyecto, o zonas neutras para alojar elementos divisorios, como muros de carga, que pueden tener espesor modulado o no.



APLICACION Y MULTIPLICACION DE DIMENSIONES MODULARES PREFERENCIALES DE DISEÑO EN EL PLANO VERTICAL PARA LA DEFINICION DE ESPACIOS EN LA VIVIENDA



APLICACION Y MULTIPLICACION DE DIMENSIONES MODULARES PREFERENCIALES DE DISEÑO EN EL PLANO HORIZONTAL PARA LA DEFINICION DE ESPACIOS EN LA VIVIENDA

Para disminuir el rezago de vivienda es necesario que a la brevedad posible se generalice el uso del módulo, ello traerá muchas ventajas como dice El Catálogo de Elementos y Componentes Modulares: "El diseñador y el constructor contarán con el apoyo de un sistema de

referencias (redes o mallas modulares) que permitan definir zonas y espacios coordinados según la disposición de los componentes y elementos que la forman. Con el uso adecuado de la coordinación modular se logra una compatibilidad entre los diversos productos que conforman la vivienda. Con ello se alienta a la industria de la construcción e industrias afines a producir elementos y componentes que ajusten entre si."

"Con los principio de aditividad y compatibilidad es posible crear espacios modulares; posicionar elementos y componentes con un mínimo de ajustes y desperdicios; abatir los costos en el proceso de construcción de la vivienda así como reducir los tiempos de edificación al simplificar las maniobras de colocación y montaje. Esto con el fin de incrementar la producción de vivienda mediante la normalización de productos y la utilización sistemática de una técnica que permite a cada participante del grupo constructor, una relativa independencia dentro de un lenguaje dimensional común".

También hay la posibilidad de que los industriales modifiquen las líneas de producción para proporcionar medidas especiales en grandes pedidos y evitar desperdicios. Por ejemplo en la actualidad la ventana que más se emplea en vivienda es de 1.20 x 1.20 mt., con una parte fija y otra corrediza. La dimensión de sus vidrios son de 0.56 x 1.15 mt. y la medida de fabricación de las hojas de vidrio medio doble es de 6 x 8 pies de donde se obtiene solamente 6 vidrios dejando un desperdicio de 15%, que se podría suprimir si se fabricaran hojas a la medida.

3.3.2. ACCIONES PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD.

Ya se comentaron abundantemente las acciones que deben tomar las autoridades y las empresas, para incrementar la productividad en vivienda de interés social, pero me parece que es conveniente presentar el siguiente cuadro como una recapitulación. No se incluyen aspectos de orden administrativo, tenencia de la tierra, ni de traslado de dominio porque no son parte activa en la producción.

Soluciones Gubernamentales.

- 1.- Realizar abundante y profunda investigación básica, aplicada y experimental.
- 2.- Formación de equipos interdisciplinarios para definir prototipos por realizar, estudiando agrupamiento, solución arquitectónica, materiales, sistemas constructivos.
Formulación de diferentes modelos matemáticos, físicos y prototipos escala 1:1
Primero saber qué hacer y después, saber cómo hacerlo.
- 3.- Alternativas de contratación, formulación de esquemas de empresas ejecutoras, garantizar a los contratistas que trabajen en el programa continuidad y estabilidad de trabajo

Soluciones Empresariales.

- 1.- Diseñar o elegir el sistema constructivo a usar, así como el material básico.
- 2.- Variedad del producto final, empleando el menor número de componentes.
- 3.- Elección del área geográfica y definir capacidad anual de facturación.
- 4.- Motivar e integrar al personal, con apropiadas medidas de seguridad, orden, limpieza y evitar el continuo cambio de obreros.
- 5.- Adecuada distribución de fábrica y de obra. Disminución de número y distancia de recorridos para materiales y obreros.
- 6.- Análisis y crítica sistemática de métodos de trabajo, conocer los problemas para darles solución. ***¿Qué, por qué, cuándo, dónde, quién y cómo***
- 7.- Estudios ergonómicos para diseñar herramientas que ahorren trabajo.
- 8.- Programas de pedidos, evitando desperdicios, robos, almacenajes excesivos o tiempos perdidos por falta de insumos.
- 9.- Formación de personal con programa de capacitación y motivación constante.
- 10.- Evitar que en ocasiones el obrero no sepa que hacer.

Tiene que modificarse el perfil de las empresas constructoras, donde todo es improvisación y se trabaja con índices elevados de desperdicios y de ineficiencia. Crear un nuevo modelo de empresa, que para obtener el registro que la autoriza a participar en este programa, demuestre su capacidad, competencia y poseer adecuada estructura industrial. Que cuente con departamento activo de investigación experimental en métodos, sistemas y materiales. Que dispongan de algún sistema o método constructivo, desarrollado por ellos o en concesión.

Cada empresa debe de estudiar y proponer su capacidad de producción anual, con un rango alto de aproximación para con esa base hacer sus calendarios de flujo de material, maquinaria y contratación de personal. De igual manera propondrá el área donde prefiera trabajar, señalando prioridades, para evitar la invasión y rotación actual.

Es costumbre trabajar en la industria de la construcción de lunes a viernes 8 hrs 30 min. y el sábado 5 hrs 30 min. En los sistemas artesanales esta práctica no afecta los intereses de la construcción, pero en sistemas industrializados cada sábado rompe el ritmo de producción y la homogeneidad en la programación, pues es conveniente que cada día se realice un volumen de producción similar. Sin embargo es seguro que el obrero se opondría a trabajar los sábados en la tarde, para formar 6 días de 8 horas cada uno, parece mejor opción trabajar 5 días de 9 hrs. 30 min. y contar con media hora para comer a mitad de la jornada.

Debe así mismo preverse racionalmente el suministro de materiales y la forma adecuada de manejarlos, reduciendo frecuencia de maniobras y distancia, en suma, planear, organizar y controlar la totalidad del proceso anticipándose a los problemas. Esto no será sólo con miras a incrementar la productividad, sino para hacer más estable y más digno el trabajo del obrero. La calidad de una empresa esta dada por su equipo de trabajo, ellos son el verdadero motor que la impulsa, la maquinaria y el equipo se pueden conseguir, eso no sucede con el personal.

La primera y más obvia acción que se hace para incrementar la productividad es especializar al obrero y asignarle trabajo repetitivo. Que el trabajador conozca siempre que tarea va a ejecutar, como lo hará, con que y durante que tiempo. Debe evitarse que al arribar a la obra ignore en que va a trabajar.

Formar cuadrillas para cada etapa de la obra. De ese modo un equipo será encargado de realizar la cimentación de todos los edificios, otro equipo de levantar los muros, otro de colocar las losas, otro los acabados y así sucesivamente todos y cada uno de ellos perfectamente enterados y capacitados para realizar su trabajo bien, rápido y económicamente.

El equipo encargado de construir las cimentaciones, afinará todo el proceso hasta que lo haga perfectamente y una vez logrado, realizará las siguientes cimentaciones de igual forma hasta concluir las. Esto exigirá una etapa de planeación por parte del personal técnico, para integrar el equipo, fijar cargas y ritmo de trabajo, pero será compensado ampliamente. En el capítulo siguiente se hará un ejemplo detallado de como organizar la fuerza de trabajo.

Es de vital importancia que el obrero se sienta respaldado por la empresa, que no solo le motive y le exija para incrementar la productividad, reduciendo el tiempo de los ciclos, sino que le proporcione lo necesario para lograrla. Lo más desmotivante para el obrero es parar por falta de material.

Ya se ha perfilado ampliamente la problemática de la vivienda, ahora me parece necesario concretar en algunos ejemplos de como llevar la industrialización a las obras. Voy a presentarles las experiencias obtenidas a lo largo de mi vida profesional, haciendo primero un planteamiento general, después la exposición de una obra concreta, 516 viviendas realizadas para Renovación Habitacional Popular (R.H.P.), organismo creado en el Distrito Federal con motivo de los sismos de 1985 y concluiré con el ejercicio de algunas propuestas de investigación ocasionalmente relacionadas con el sistema.

4.1. ¿ QUE ES UN SISTEMA CONSTRUCTIVO?.

Como se dijo en el 2.2.3. es el conjunto de componentes, elementos de producción, y métodos que interactúan entre sí coherente y lógicamente para construir una vivienda, esta definición no sólo abarca a los elementos y componentes del sistema en si, también comprende la etapa de producción, maniobras y montaje, la integración de todos ellos es lo que forma el sistema. Ya mencionamos en el capítulo 2 y 3 algunas de las características, por ejemplo, ser abierto o cerrado, tipo del material básico, grado de mecanización y de industrialización etc.

Al diseñar un sistema se deberá tener en cuenta un sinnúmero de factores como la continuidad en la demanda, los avances tecnológicos, la posibilidad de acceder a ellos y el volumen probable de obra, etc. En ingeniería industrial se hace hincapié en la importancia del volumen para la elección del método. El método para cruzar un río será diferente, dependiendo el volumen de personas que lo cruce, si la demanda es reducida lo más conveniente será usar una lancha, pero si aumenta considerablemente será preferible un puente. Otro factor que influye es el grado de versatilidad del sistema, hay algunos que permiten que sus componentes sean utilizados en cualquier tipo de edificio; ellos no son indicados para construir viviendas por que esta versatilidad ocasionará incrementos en costos y tiempos.

La reducción de costos, es la razón principal por las cuales se buscan sistemas racionales de construcción, pero también puede ser, por la incapacidad de satisfacer la demanda de vivienda y por la escasez de suficientes obreros especializados, como aconteció en Europa, después de la II Guerra Mundial.

Por las condiciones particulares y actuales del país, opino que los objetivos que deben satisfacer los sistemas racionalizados además del abatimiento del costo, deben ser los siguientes:

- 1.- La tecnología empleada debe ser sencilla, sin desplazar demasiada mano de obra.
- 2.- La inversión en equipo y maquinaria debe de ser reducida, evitando sofisticaciones y dependencia excesiva del extranjero.
- 3.- Racionalización equilibrada de mano de obra, alcanzar la máxima productividad, sin inversiones exageradas en maquinaria y dignificar las condiciones laborales.
- 4.- Minimizar el consumo de materiales, particularmente los que cotizan en el mercado mundial.
- 5.- Que el sistema permita, a las empresas que lo explotan, tener la capacidad para soportar, períodos largos de inactividad.

4.1.1. SISTEMA CONSTRUCTIVO SOFRE.

En 1979, siendo socio y responsable de investigación de esta empresa inicié la búsqueda de un sistema para la construcción de vivienda de interés social. Me fijé algunos objetivos, que aunque se han ido modificando un poco según las circunstancias estimo todavía son válidos, no todos han sido logrados pero creo que independientemente del éxito o fracaso lo importante es compartir esas experiencias para abreviar a otros, parte del camino.

Nuestra razón principal era reducir costos, sin explotar al obrero, procurando dignificar su trabajo, mejorar su capacitación y su desarrollo personal, para lograrlo pensamos las siguientes estrategias:

1.- Creación de prototipos lógicos, concentrar las instalaciones, reducir la densidad de muros y hacerlos coincidentes en sus diferentes niveles, proponer clóset de parche, acabados integrales, reducir áreas de circulación, darle uso múltiple a los espacios arquitectónicos.

2.- Diseñar losas y muros que por su geometría optimizaran su trabajo, minimizando el consumo de acero y concreto.

3.- Reducir el empleo de la mano de obra, máximo 30 horas hombre por metro cuadrado construido.

4.- Evitar eventos ociosos que aumentan el costo pero no el valor, como las cimbras.

5.- Planear y racionalizar el proceso productivo, para incrementar la productividad.

6.- Acelerar el tiempo de construcción para reducir cargas financieras.

7.- Evitar inversiones excesivas y poder instalar la fábrica a pie de obra..

8.- Evitar el desperdicio de materiales.(el cascajo de obra se conforma de: cemento, arena, grava, tabique, cerámica, etc. Si al costo original le sumamos los movimientos en carretilla y en camión, en la actualidad cuesta más de 180.00 m³, el equivalente a 6 días peón).

Con los objetivos tan claros y apoyados en alguna información de sistemas existentes en el país y en el extranjero, se procedió al diseño del sistema. La presente exposición no es con fines

comerciales sino como ya se dijo anteriormente, para compartir experiencias, así que narrare con bastante detalle como fue evolucionando el proceso.

Tuve claro que el diseño es la piedra angular de todo proceso lógico, que era imperativo evitar las cimbras, y cuidar la unión de los elementos estructurales, con nodos amplios y bien diseñados, pues la mayoría del país está en zona sísmica.

En esas fechas no teníamos experiencia en prefabricación, ni equipo para su manejo, pero me pareció lógico el empleo de elementos prefabricados. Y así se hizo, fijamos un peso máximo de 2 toneladas por elemento, en esa forma se podía cubrir un espacio arquitectónico con una sola pieza, ya fuera losa o muro.

Al estudiar las conexiones de sistemas extranjeros, observe que estaban condicionadas por el espesor de los elementos que confluyen al nodo que los une. Como las dimensiones mayores de los locales son alrededor de 3.00 m por lado, el espesor de las losas y muros podría ser del rango de 8 centímetros en cuyo caso se formaba una caja demasiado pequeña para el nodo, obligando resolver la conexión con soldadura, cosa nada atractiva. Había que aumentar las dimensiones del nodo sin aumentar el espesor de los elementos, el paso lógico fue un doblez a la losa de 60 grados y de 15 cm de peralte, para que una vez colocada en sitio formara un espacio trapezoidal de 20 x 20 cm, esto garantizaba que la distancia del par de compresión y tracción (jd) fuera por lo menos de 16 cm suficiente para estructuras con muros de carga, este doblez proporciona un semiempotramiento a la losa durante las maniobras.

Originalmente los muros también se propusieron de concreto de 5 cm de espesor, reforzados con nervios de 5 x 10 cm cuatro verticales a cada metro, y dos horizontales en la base y en el enrase, los nervios verticales de los extremos llevaban ductos circulares de 7.5 cm para alojar castillos armados con una varilla de 12 mm. Pero esta solución sólo se utilizó en prototipos experimentales.

4.1.1.1. ERRORES ORIGINALES.

La primera obra donde se aplicó el sistema que se estaba creando era en una promoción externa del FOVISSSTE en la Av. Rojo Gómez . Col. Pantitlan, son 240 viviendas en edificios de 5 niveles. La disyuntiva inicial fue decidir si se hacían las losas en una o en dos etapas. En una etapa la losa tendrá en su espesor de 8 cm pero había dos factores que me hicieron dudar, uno era el peso del elemento 2220 kg se excedía en más de 11% el límite propuesto y como no se tenía experiencia dudamos de lograr el acabado superior adecuado. Por ello se optó hacer una pre-losa de 5.5 cm de espesor y en sitio colar la capa de compresión de igual espesor. esta decisión fue cara, ya que el espesor total fue de 11 cm y llevaba doble armado.

Los moldes podrían ser metálicos, de madera, de plástico o de concreto. En casi todas las publicaciones que consulte el chasis y el forro eran metálicos, con el sistema vibratorio integrado. Me parecieron prácticos, modernos y de alta productividad, por lo tanto fueron los que fabricamos y usamos.

Para el curado del concreto también fui influenciado por lo que se hace en los países industrializados. Usan dos procedimientos, uno es inyectar vapor, a un local hermético, donde llevan las piezas para ser curadas. Otro es elevar la temperatura con resistencias que están integradas a los moldes, nos decidimos por el curado a vapor.

Pero el error mayúsculo fue pretender curar en una cámara central las losas como en Europa, para tal efecto se construyó un local de mampostería de 3.50 x 3.50 y 1.80 m a la cual se le inyectaba vapor, como los moldes eran metálicos y tenían integrado el motor para vibrarlos serían dañadas por el vapor.

Para que el curado fuera oportuno, era indispensable desmoldear las losas, 2 o 3 horas después de coladas, obviamente no se podían usar los ganchos diseñados para el izaje, pues el concreto no tenía la edad de soportar esfuerzos, necesitaban una estructura provisional. Para

desprenderlas del molde había que girarlas 180 grados, depositarlas en un carrito que las introducía en la cámara de vapor, y una vez curadas volverlas a girar 180 grados para que quedaran aptas para ser colocadas.



Molde metálico equipado con bisagra para giro de 180°

Además experimentar por primera vez un sistema en un contrato de 240 viviendas, con tiempos de entrega fijos y multas en caso de incumplimiento del 5 % mensual del valor del contrato fue una angustia enorme. Ahora me resulta evidente la cantidad de errores que cometí pero en ese momento no los ví. Fue necesario gastar mucho tiempo y dinero para verlos y dar otras soluciones, se corrieron multitud de riesgos, sobre todo la posibilidad de desanimarse.

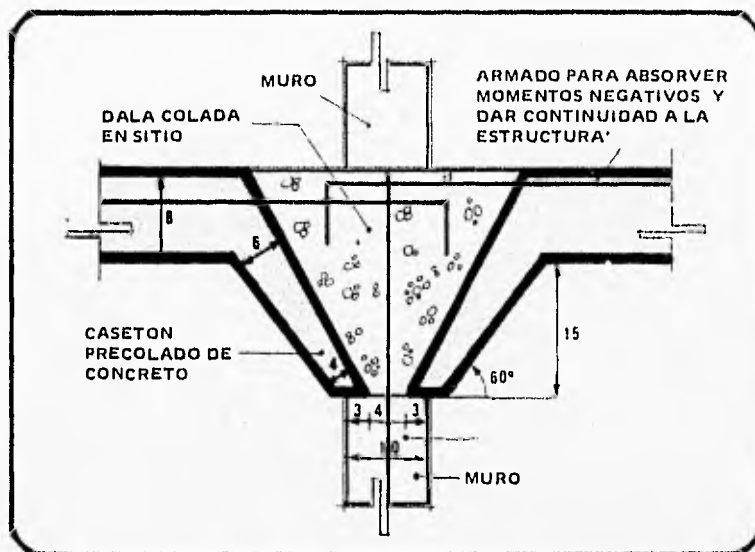
4.1.1.2. ACIERTOS ORIGINALES.

Pero no todo fue absurdo, hubo soluciones que desde un principio dieron buenos resultados y que por supuesto se han conservado entre ellas mencionaremos las cinco más importantes:

1.- Hacer la planta a pie de obra, nos evitó los gastos fijos y los fletes de fábrica, pudimos adaptar la producción a la demanda y como se contaba con una grúa torre montada sobre rieles,

nos permitió colocar los casetones directamente de los moldes a su sitio definitivo en algunos edificios. Apreciando casualmente el ahorro de movimientos que ésto significaba, de ahí en adelante lo hemos propiciado .

2.- La geometría de las losas, es una placa plana que en el contorno lleva un dobléz de 60 grados, con 15 cm de peralte con forma de artesa, o sea es un cajón cuadrilongo que se va angostando hacia el fondo, como los cuatro lados están oblicuos respecto al fondo, lo hemos llamado casetón. Una vez colocado en su sitio, presenta un hueco rehundido troncopiramidal de 15 cm de altura crea el espacio adecuado para conexiones y es muy rígido en maniobras.

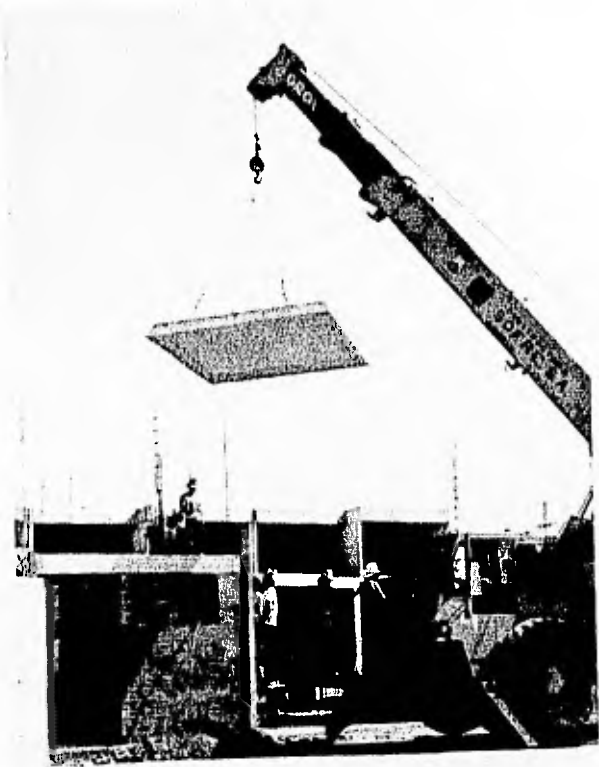


Espacio trapezoidal para unión de casetones

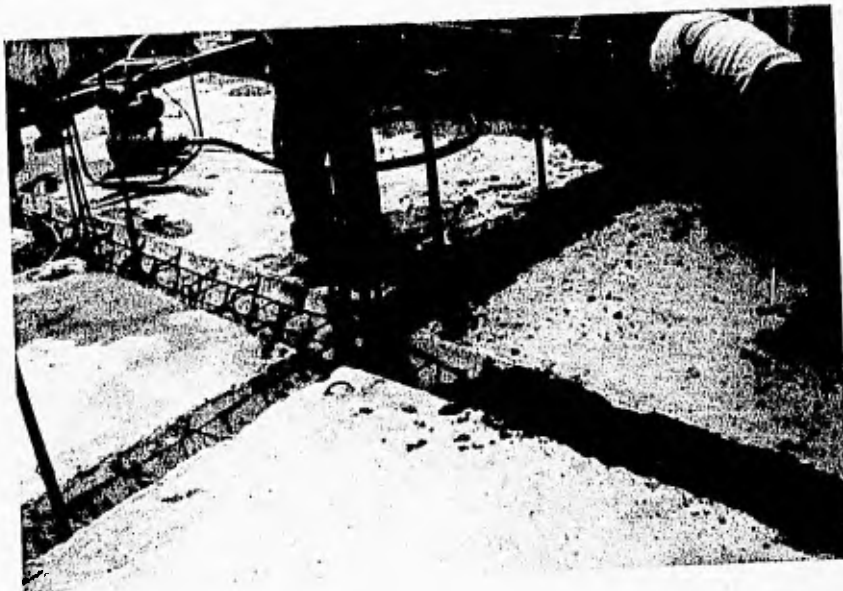
3.- El sistema en general es muy sencillo, fácil de emplear, no requiere capacitación especial para los técnicos ni para los obreros. La inversión en equipo y maquinaria es bastante reducida.

4.- Aunque se han dado soluciones que cubren todo el espectro de la construcción, como cimentaciones, losas, muros, clósets, escaleras, el sistema se puede interconectar con elementos de otra procedencia, inclusive artesanales.

FOTOS DEL SISTEMA



Montaje de losas: Tiempo del ciclo 10 min.



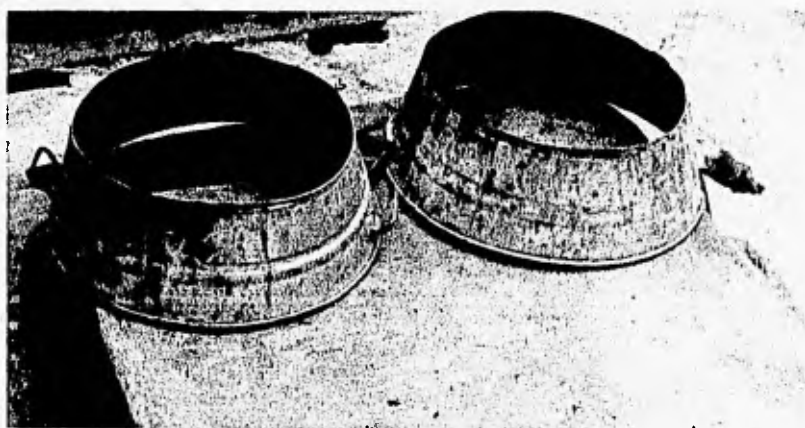
Colado de dala de unión en entrepiso, casetones con acabado integral.

5.- La velocidad de obra se incrementa, no solo por el uso de los prefabricados, sino porque los eventos están perfectamente previstos, no hay tiempos perdidos, desde la primera obra el tiempo se redujo un 20%.

4.1.1.3. SITUACION ACTUAL.

Al observar, corregir y experimentar hemos hecho una serie de ajustes y modificaciones, que sería demasiado abundante y tedioso detallar cada uno de los pasos que se dieron hasta el momento actual. quizá en otro caso, bajo otras condiciones se hubieran llegado a conclusiones distintas.

1.- Los moldes ya no tiene estructura y forro metálico, ni son autovibratorios, ni giran, son estáticos se construyen en la siguiente forma. En un molde cónico truncado de 45 cms. de base y 15 cms. de peralte, con una inclinación aproximada de 60 grados, esta figura la proporciona una tina galvanizada del No 8, sin fondo. Se coloca en su interior una cruceta removible, donde se cuelean los cuatro cuadrantes, que se colocan sobre una base compactada a nivel, la separación entre ellos dependerá de las dimensiones del local que se vaya a cubrir. Se cimbran las fronteras, usando como maestras los costados inclinados de los cuadrantes, para ahorrar concreto se pone una capa de tepetate de uno 8 cms. y un firme de concreto pulido; en losas menores de 1.50 mts se pone contraflecha de 120 del claro.



Molde de concreto y tinas para hacer cuadrantes

2.- El curado de vapor no tiene que hacerse en una cámara hermética de mampostería, es tan poca la elevación de temperatura requerida que se logra con campanas portátiles de lona o de polietileno, como se muestra en la fotografía de la página 74, se lleva el vapor con ductos de 7.5 cm. Inclusive en climas cálidos se logra acelerar el curado y alcanzar la resistencia necesaria para descimbrar que es 0.60 fe a las 23 hrs. sólo con el efecto de invernadero que se produce con una campana de polietileno, que forman una cámara con un ambiente húmedo y cálido.

3.- Ya se mencionó que hacer una pre-losa de 5.5 cm de espesor y colar posteriormente la capa de compresión, fue una decisión mala y cara, no se volvió a usar, se ha seguido investigando para reducir los consumos de concreto y acero, gracias a ello las losas actuales son de 4 a 8 cm de peralte dependiendo del claro por librar.

4.- Después de sacar los precolados del molde, no es necesario ni conveniente estibarlos en algún patio, es preferible instalarlos en el sitio definitivo, así se ahorran maniobras, gastos y riesgo de daños. También es conveniente que la mayoría de los precolados tengan un peso próximo a la capacidad máxima del equipo utilizado, ya que los costos de maniobras son función del tiempo empleado, no del peso de los elementos movidos, casi se requiere el mismo tiempo para mover y colocar una pieza de 2 000 kg que una de 500, si se emplea el mismo equipo.

5.- Según la mayoría de las publicaciones, es conveniente usar para la elaboración del concreto, mezcladoras de eje vertical, que proporcionan mezclas de revenimientos muy bajos, menores de 5 cm, pero también se pueden usar revolvedoras de obra, montadas sobre camión o estacionarias, sólo que aumenta el consumo de cemento por metro cúbico.

4.1.1.4.- MUROS

Los muros son uno de los conceptos más importantes en la edificación, por su costo, por el tiempo que consume y por lo determinante que son en el carácter de la construcción, deben satisfacer varios requerimientos arquitectónicos, estructurales, económicos y constructivos. De

ellos resumimos que deben de aislar adecuadamente el espacio, la vista, el ruido y la temperatura, soportar el peso de la estructura y es muy conveniente que tengan el acabado integrado.

Hemos experimentado todas las variantes que se nos han ocurrido. En muros de concreto los hemos hecho colados en sitio o prefabricados, en placas lisas o con nervios abultados, colados en baterías verticales o en camas horizontales, con o sin ductos para alojar castillos. También hemos experimentado a base de bloques de cerámica, silico calcáreo, de cemento, macizo o con huecos.

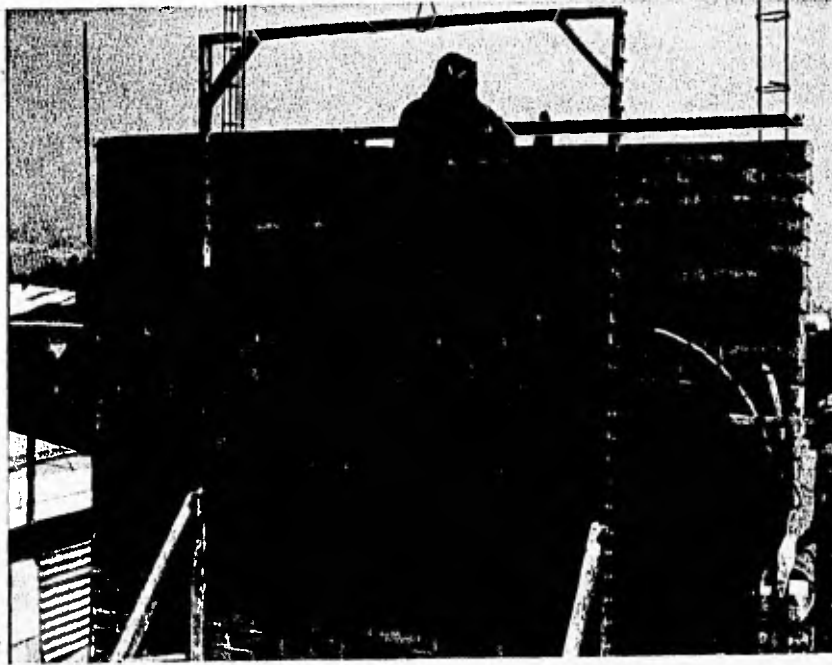
Aunque los muros de concreto tienen más facilidad para integrarse en los sistemas constructivos, son más caros y los usuarios se rehusan a aceptarlos. Por ello hemos buscado la forma de mejorar el método constructivo de los muros hechos a base de piezas o bloques, desarrollando el siguiente método:

En la etapa de diseño, se selecciona al fabricante que suministrará el block, comprobando que las medidas sean reales, forzando a que la dimensión de los muros se logre sólo con piezas enteras y medias piezas y que no haya gran variedad de longitudes de muros.

Para que quede más claro el método pondremos un ejemplo: pensemos que queremos construir con bloques de cemento de 40 x 20 cm., un muro de 2.80 mts de largo x 2.20 de alto y de 12 cm. de espesor. Primero tendríamos que buscar una fábrica que a las medidas nominales les haya descontado el espesor de la junta, si no lo encontramos, ni nos interesa producir el material, redimensionaríamos los muros para incluir la junta, suponemos sería de 1 cm de espesor quedando los muros de 2.86 x 2.30 mts. De modo que consumiríamos 72 bloques enteros y 10 medios bloques.

Se hace un marco metálico, ligero y fácil de maniobrar, con accesorios para plomarse y nivelarse, su altura se divide en el número de hiladas que vaya a tener el muro, a esa separación se colocan pequeñas repisas, sobre las que se apoyan un perfil metálico que señala el nivel y la

posición de cada bloque. Una vez terminada la hilada la regla se mueve a la siguiente, hasta terminar el muro.



Marco posicionador de 1.70 x 2.25 m , muro de 2.75 x 2.25 m.

El marco será de perfil tubular del No18 de 2.5 x 5 cm. Para que sea manejable, conviene hacerlo de 1.70 m de ancho x 2.30 de alto. Llevará cartabones en las esquinas para que no se deforme, su altura se divide en 11 espacios, donde se colocaran unos pequeños ángulos de 3cm sobre los que se apoya la regla de 2.86 m, como el marco está centrado con respecto al muro, la regla sobresale 53 cm de ambos lados, la regla llevará topes para fijar su posición con respecto al marco y señales para cada bloque. De esta manera, se determina con toda exactitud la posición de los bloques. Inicialmente se intento colocar la mezcla con un recipiente provisto de dos orificios que depositaba la mezcla en los bordes de la hilada; para que la mezcla fluyera había necesidad de usar un fluidizante, pero debido a la velocidad de erección del muro daba algunos problemas. En la actualidad la mezcla se coloca con cuchara de albañil. Los rendimientos exceden al doble del método artesanal. Es tan sencillo y lógico que los obreros casi no requieren capacitación.



Recipiente con dos orificios para mezcla con fluidizante



Muro de block sílico calcáreo de 1.20 .

4.1.1.5. OBRAS CON INVERSION MINIMA EN EQUIPO.

En el año pasado y en el presente se han hecho tres pequeños conjuntos de 12 viviendas, el primero en Jiutepec, Mor. el segundo en la col. Nueva Aragón en el Edo. de Méx., y el tercero en Héroes de Padierna, D.F. Por el volumen reducido de obra no se podían emplear las soluciones anteriores con casetones grandes, pues no se disponía de la maquinaria ni era práctico alquilarla.

Se propusieron casetones de 1.30 x 3.00 m, se calcularon sus secciones, armado, peso y costo. Como la parte plana del caseton es tan pequeña 0.86 x 2.76 m, con una contraflecha de 1.5 cm se logra que funcione como arco, evitando la flexión, reduciendo el consumo de concreto y acero pues el espesor de la losa es de 4 cm.

Las soluciones básicas se conservan, los moldes se hacen con los mismos materiales y siguiendo el procedimiento ya descrito para casetones grandes, pero como el número de usos del molde es menor, para reducir el costo se hizo a ras del suelo. La unión entre losas conserva la forma de triángulo truncado, se pone armado longitudinal sólo en los ejes estructurales, cuando se conectan dos losas fuera de ellos, sólo se trenzan los alambres de la malla electrosoldada que se han dejado sobresalidos del casetón.



Colocación de losas de 1.30 x 3.00 m con equipo manual

Como el peso del casetón se reduce a menos de 500 kg puede emplearse equipo manual. que consta de una torre sobre la que se apoyan dos pequeñas armaduras de cuerdas paralelas, las cuerdas inferiores, son rieles que permiten el desplazamiento horizontal de los casetones para depositarlos en su sitio, las armaduras se apoyan también en dos puentes, que provisionalmente descansan en casquillos que se han dejado en los muros de la casa, esta descripción se aprecia mejor en la fotografía de la página anterior. En la zona de producción, los casetones se desmoldean con un marco y se depositan sobre un carro con llantas neumáticas de un sólo eje, similar al que usan los ropavejeros, con el se transporta al interior de la torre, la elevación del casetón se hace con tirsors.

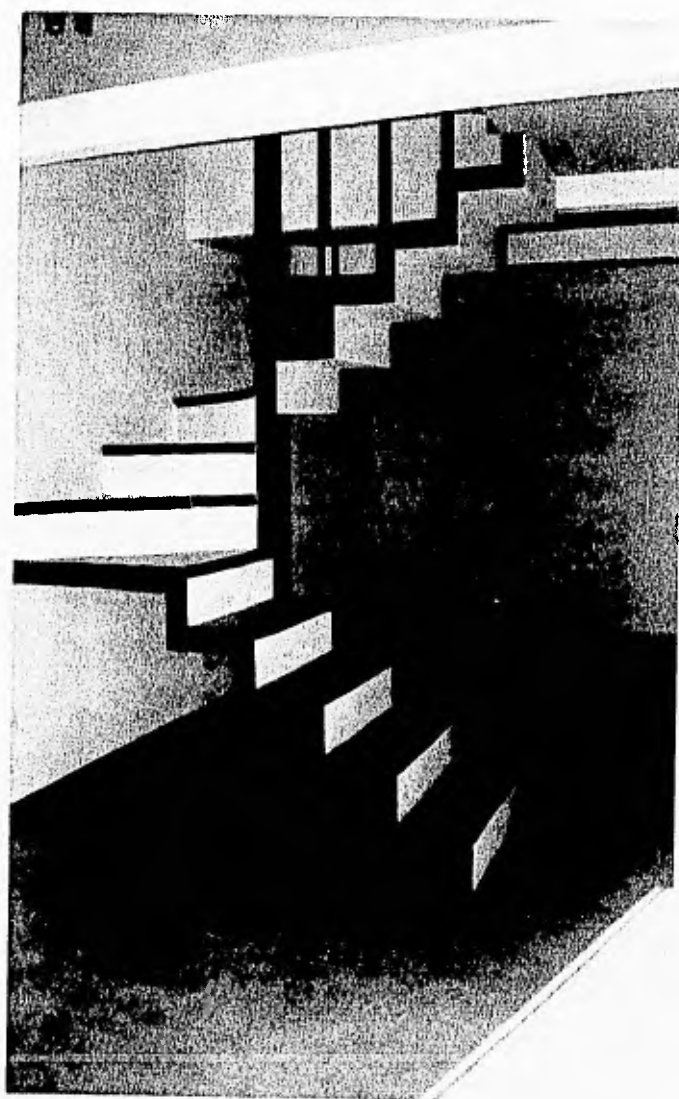
4.1.1.6. ESCALERAS Y CLOSETS.

Complementando el sistema, se han desarrollado una serie de alternativas para la fabricación de otros elementos. Las escaleras se han hecho de concreto, en moldes del mismo material o en moldes metálicos. Para reducir peso fabricamos medios tramos (siete escalones), que se pueden usar indistintamente para escaleras de una o de dos rampas.

Se han probado diferentes soluciones, cuando el pedido es grande es mejor colar por el canto, aunque el molde sea costoso, porque se prorratea entre muchos usos y su calidad es mejor. Cuando el pedido es reducido lo más conveniente es colar la escalera por la cara de la losa, con la superficie de tránsito hacia abajo.

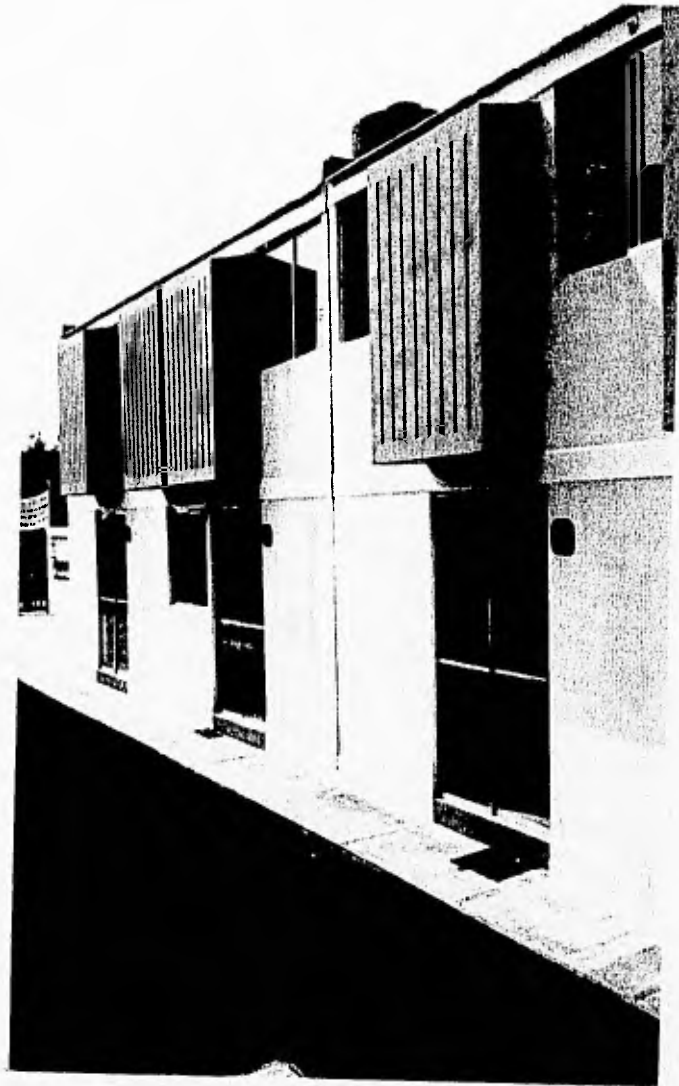
Ultimamente hemos realizado varias obras con escaleras de acordeón como se muestra en la fotografía de la siguiente página, las alfardas son soleras metálicas, de 7.5 x 0.6 cm unidas entre sí transversalmente por medio de varillas de 9 mm, dos por cada escalón y en el sentido longitudinal con alambón de 6 mm. La primera etapa, se hace en el taller de herrería, y llega a la obra lista para instalarse y fijarse.

operación muy sencilla porque sólo es necesario atar a las alfardas los cachetes que contengan al concreto, ya que éstas sirven de estructura portante y de costados. Esta solución la hemos empleado en edificios con escaleras rectas, o sea que la alfarda tiene que librar un claro de 3.40 m, en esos casos hacemos que el peralte intermedio de la escalera funcione como armadura, y lo empotramos en el muro, logrando en esta forma que el claro de trabajo de las alfardas sea de 1.70 m.



Escalera en casa unifamiliar entre sala y comedor.

Como la geometría de los casetones, no resuelve satisfactoriamente la unión con los clósets, se propuso dejarlos sobrepuestos en la fachada, volando 50 cms. hacia patios o jardines y con un precolado de concreto, esta solución es muy agradable, económica y rápida, pues se resuelve similar a los casetones de las losas, solamente con mayor profundidad.



Clóset de parche en casas dúplex

4.2.- NUESTRA EXPERIENCIA EN RENOVACION HABITACIONAL POPULAR.

Como consecuencia de los sismos de septiembre de 1985, una gran cantidad de familias quedaron sin hogar, ya que habitaban vecindades que fueron muy dañadas por los temblores. Ante esta emergencia el Gobierno, se abocó a la construcción de más de 40 000 viviendas. Cada una resuelta en 40.00 m² con, sala-comedor, 2 recamaras, cocina, baño y un patio de servicio, la altura máxima era de tres niveles. A nuestra empresa le asignaron la construcción de 516 viviendas en 31 lotes diferentes, ubicados en un radio de 1500 m, había que iniciar la construcción en cuanto hicieran la entrega física de cada uno de los terrenos y concluir la obra a la mayor brevedad. Las condiciones políticas y administrativas no eran ideales para un proceso industrializado, pero la mejor forma de resolver el reto era empleando la industrialización, en el grado que las condiciones lo permitieran. En las páginas 87 y 88 se muestra el proyecto arquitectónico y fotografía de los edificios, no se hicieron los closets, porque las otras edificaciones no los tenían.

Como siempre el elemento más importante eran las losas de entepiso y azotea, para los cuales se propusieron casetones precolados formados por el desplazamiento de una parábola de tercer grado sobre otra, se describe minuciosamente en 4.3.3. Nos asignaron un lote para fabricar los casetones y las escaleras, que transportabamos en camiones de plataforma y en las obras se montaron con una grúa para todo terreno, montada sobre neumáticos.

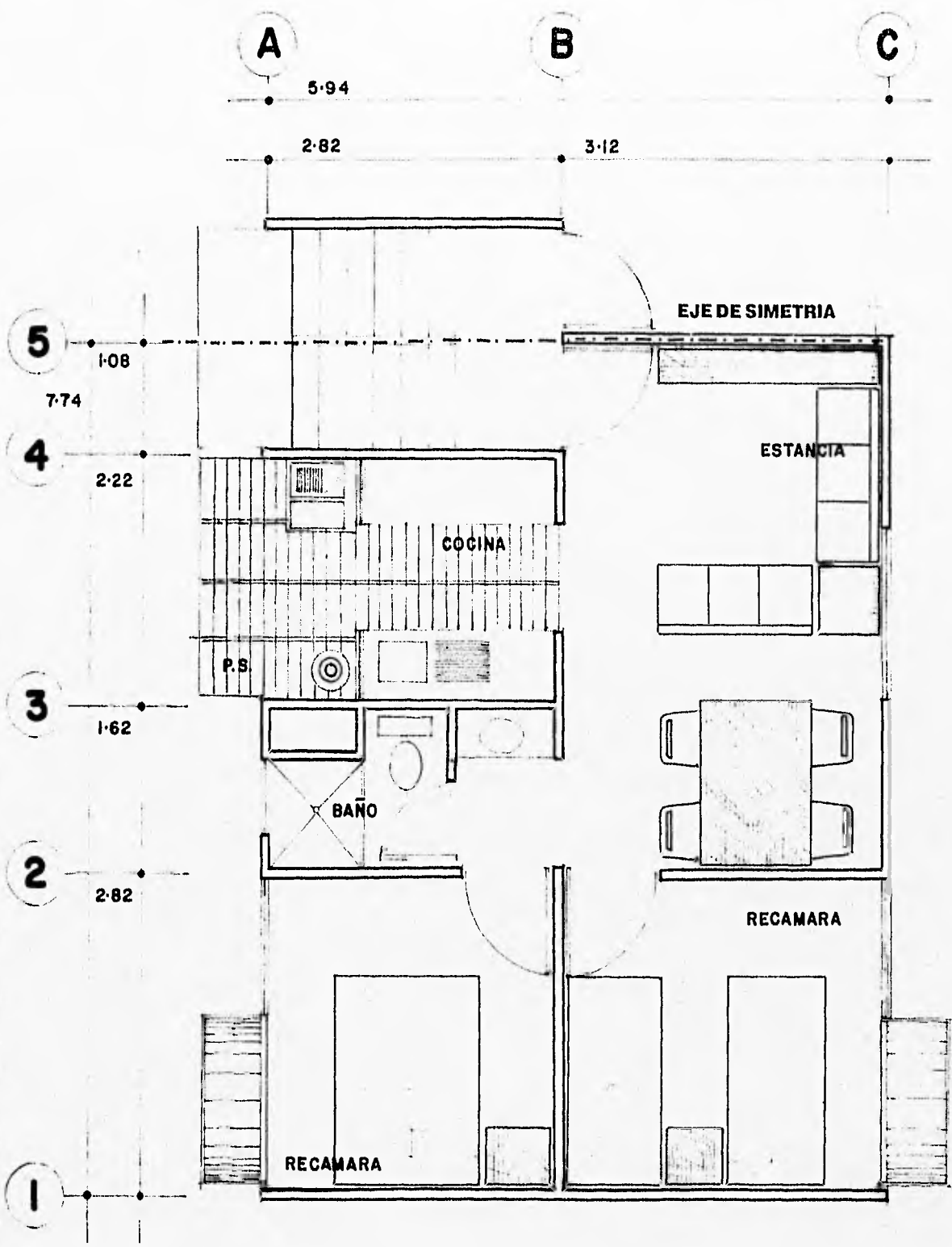
4.2.1.- VELOCIDAD DE LA OBRA.

Para organizar la fuerza de trabajo, lo primero que tenemos que hacer es definir es la velocidad de obra, esta la obtenemos según la fórmula. $V_o = (D_l - T_e - H) / N_e$ donde:

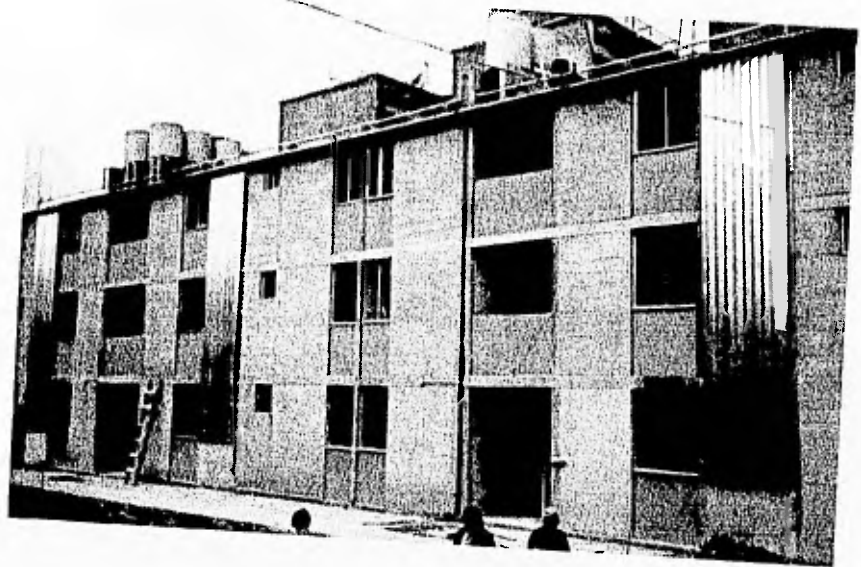
V_o = Velocidad de obra D_l = Días laborables T_e = Tiempo en hacer un edificio H = Holgura N_e = Número de edificios.

Del segundo término de ésta ecuación podemos fijar todos los valores, pero para T_e no sea dado arbitrariamente, calculamos tentativamente su valor y lo indicamos en la 3^a columna del cuadro VIII, para evitar trabajar con días fraccionados los modificamos en la 4^a columna.

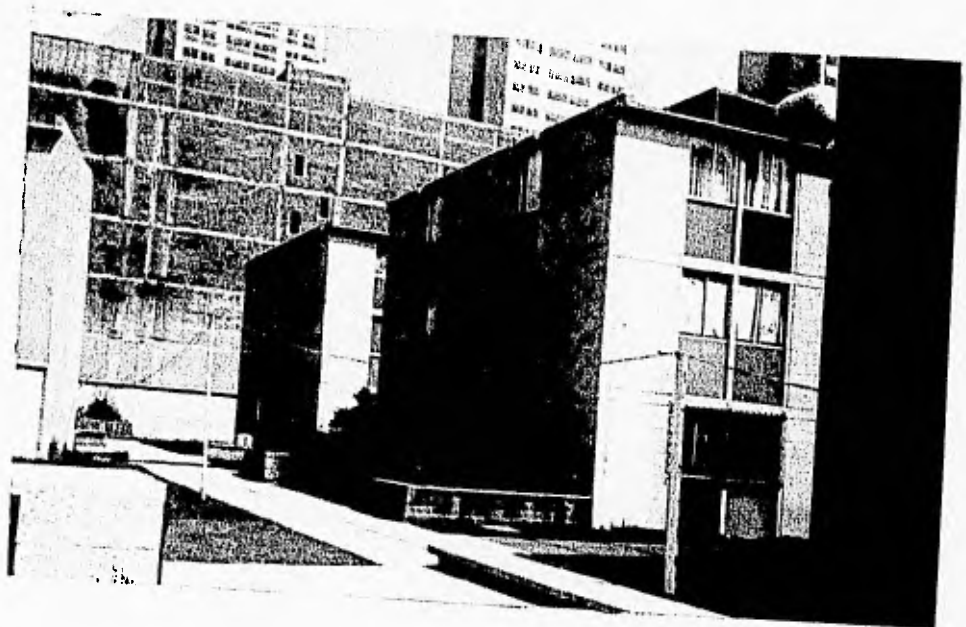
PROTOTIPO RENOVACION HABITACIONAL POPULAR



RENOVACION HABITACIONAL POPULAR



Obra en proceso, avance 90%



Obra concluida en la calle de Peluqueros.

CUADRO VIII CONCEPTOS DE OBRA Y DURACION POR EDIFICIO.

No	CONCEPTO	DIAS PROPUESTA	
		ORIGINAL	MODIFICADA
1	Excavación a máquina, 120.00 m ² .	0.5 días	0.5
2	Sub base de tepetate compactado, 72.00 m ³ .	1.5 "	2.0
3	Albañal, tubo de P.V.C., 6.00 m.l.	0.2 "	0.2
4	Colocación de precolados cimentación 80.00 ml.	0.5 "	0.8
5	Base de tepetate compactado, 48.00 m ³ .	1.0 "	2.0
6	Quitar precolados.	0.5 "	0.5
7	Armado metálico de traves y losa 100.00 m ² .	1.0 "	1.5
8	Cimbra de fronteras en losa cimentación.	0.5 "	0.5
9	Colado de concreto de cimentación 15.00 m ² .	1.0 "	1.0
10	Pulido integral de losa cimentación 100.00 m ² .	0.0 "	0.0
11	Impermeabilización desplante muros P.B.	0.5 "	0.5
12	Muros de planta baja 140.00 m ² .	3.0 "	3.0
13	Castillos de concreto en P.B.	2.0 "	2.0
14	Montaje de clósets de P.B.	0.5 "	0.5
15	Montaje de losas precoladas en P.B.	1.0 "	1.0
16	Armado y Colado dntas losa de P.B.	1.0 "	1.0
17	Montaje de escaleras de P.B.	0.5 "	0.5
18	Muros, losa, clóset y escaleras 2º nivel.	8.0 "	8.0
19	Muros, losa y clósets de 3er. nivel.	7.5 "	7.5
20	Pretlles y entortado de azotea 100.00 m ² .	3.0 "	5.0
21	Impermeabilización de azotea 100.00 m ² .	2.0 "	2.0
22	Base de 2 tinacos de 2500 lts.	2.0 "	2.0
23	Lambrines de baño 45.00 m ² .	0.0 "	2.0
24	Colocación de ventanas de aluminio, 30 piezas.	2.0 "	2.0
25	Colocación de puertas de madera.	2.0 "	2.0
26	Instalación eléctrica	1.0 "	3.0
27	Instalación hidráulica y sanitaria.	2.0 "	4.0
28	Pintura acabados	3.0 "	3.0
29	Limpieza de entrega de obra	2.0 "	2.0
Total		49.7 días	60.0

CUADRO IX Para determinar la velocidad de la obra .

No.	CONCEPTO	IMPORTE
1	Número de viviendas por realizar	516
2	Número de edificios de 6 departamentos	86
3	Tiempo disponible, en años	1
4	Tiempo disponible en días calendario	365
5	Días laborables (5 días por semana).	254
6	Tiempo mínimo para hacer un edificio, en días	50
7	Holgura en días para imprevistos	6
8	Días disponibles (254-56)	198

Para obtener la frecuencia en días en que se debe terminar cada edificio hay que dividir los días disponibles entre el número de edificio por hacer, en nuestro caso sería $198 / 86$ lo que nos da 2.3 días por edificio, planear una obra con una fracción de día como la anterior no es práctico, deben ser días completos o en caso extremo medios días, vamos a ver las dos opciones, terminar los edificios cada 2.5 días o cada 2 días.

Alternativa No 1

Un edificio cada 2.5 días.

- En una semana de 5 días, haríamos..... 2 edificios
- Todos los edificios los haríamos en $86/2$ 43 semanas
- Todos los edificios los haríamos en 86×2.5215 días.
- Nos excedemos en $215 - 198$17 días.
- Tiempo extra trabajado.....17 días
- Incremento en mano de obra por tiempo extra $17/198$8.58 %

Alternativa No 2

Un edificio cada 2 días.

- En una semana de 5 días, haríamos..... 2.5 edificios
- Todos los edificios los haríamos en $86/2.5$ 35 semanas
- Todos los edificios los haríamos en 86×2172 días.
- Nos anticipamos $198 - 172$ 26 días.

De las dos opciones la primera encarece demasiado la mano de obra, por tal motivo, elegimos la segunda posibilidad que no repercute en los costos y aunque reducimos 26 días, podemos hacer una nueva distribución del tiempo, asignaríamos 60 días para construir el edificio, ponemos el nuevo valor en la última columna del cuadro No VIII , así mismo incrementamos la holgura total a 10 días.

4.2.2.- CALENDARIO ANALITICO.

En construcción se usan varios tipos de calendario, los más generalizados son de barra o Gant, pero no proporcionan el control y la información adecuada para una obra industrializada, por ese motivo diseñé el calendario que aparece en el cuadro No X al cual llamé calendario analítico. En él se puede saber con toda precisión el avance de cada uno de los edificios. en cualquier día que se desee, o que día debe iniciarse la construcción de determinado edificio. Así como que eventos se hacen simultáneamente, en fin tiene un sinnúmero de ventajas para conjuntos habitacionales, que constan de muchos edificios como el presente caso.

Me parece sumamente sencillo y lógico, tanto de elaborar como de interpretar, nos permite visualizar todo el frente con extraordinaria claridad, por ejemplo podemos saber en un día determinado el avance de cada uno de los edificios o que eventos debemos hacer un día particular, también se puede usar en construcciones artesanales. A continuación expondré la forma de elaborarlo paso por paso:

1.- En un sistema de ejes coordenados, se ocupa solamente el primer cuadrante. En el eje de las "X", a partir del origen marcamos cada uno de los días laborables, de ellos subimos líneas verticales.

2.- En el eje de la "Y" a partir del origen marcamos los días, que necesitamos para realizar el edificio, que en éste caso son 60 corremos líneas horizontales al primer cuadrante.

3.- Se adosa dos columnas a la izquierda del eje "Y", en lo que sería el segundo cuadrante. En una de ellas indicamos los eventos seriados, en el orden que se presentan y dándole a cada uno los días que consume. En la otra la usamos para el avance de las instalaciones eléctricas e hidráulicas.

4.- En la retícula el punto localizado en el extremo superior derecho señala el día que tenemos que entregar el último edificio y en nuestro caso tendrá las coordenadas (242, 60), a partir de ese punto trazamos a la izquierda los 10 días de holgura fijándonos en el punto (232, 60). de aquí trazamos una diagonal al punto que representa el día en que debe de iniciarse el último edificio que es (172, 0). Esta diagonal representa el avance del edificio número 86.

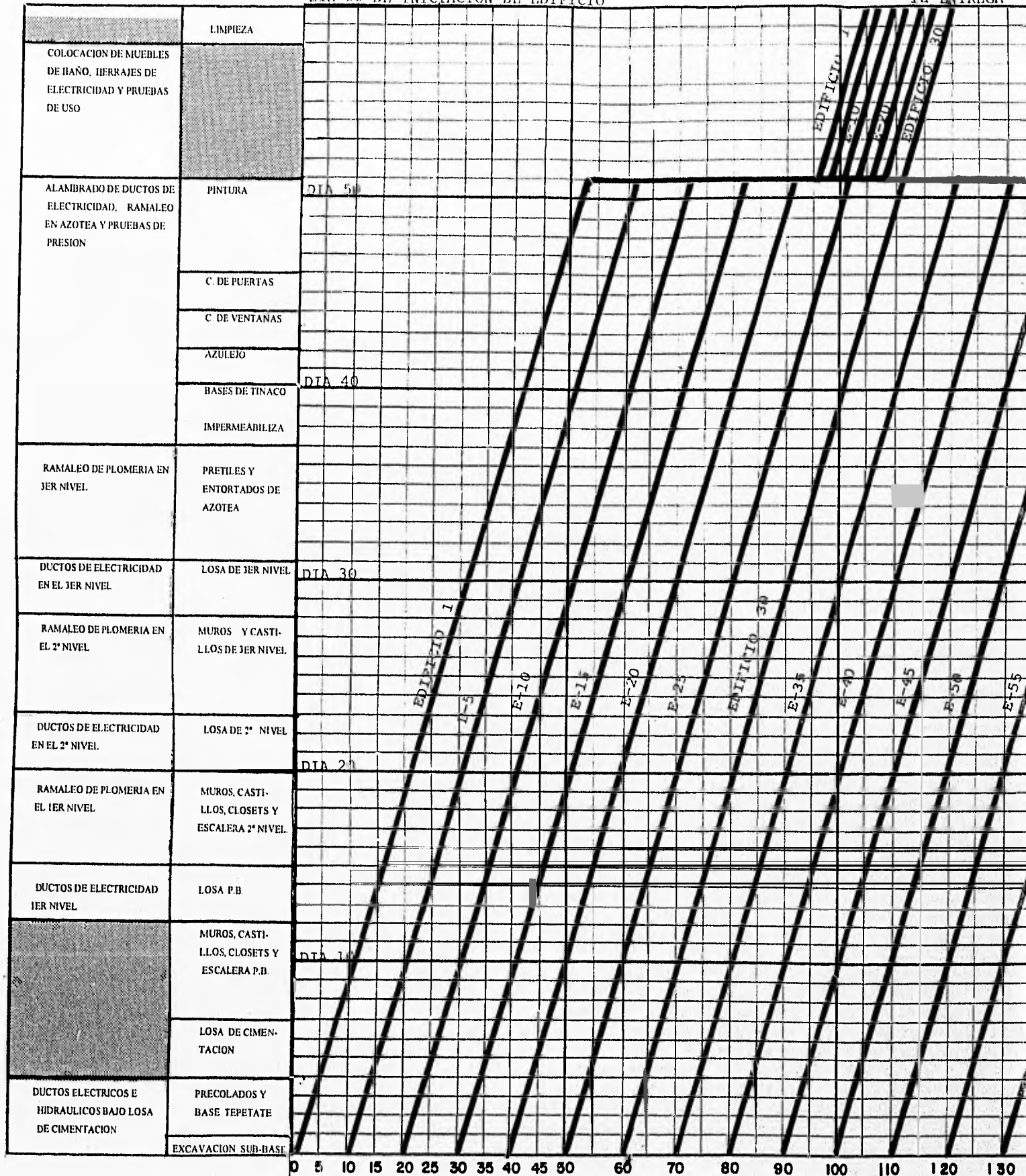
5.- Paralelos a la diagonal del edificio 86, se trazan hacia la izquierda 85 líneas distante una de otra 2 unidades, representan al resto de los edificios.

6.- La gráfica así trazada indica que el edificio #1 se terminaría el día 60, pero como según contrato, sólo son 3 las fechas de entrega, la primera el día 120, la segunda el día 180 y la tercera el día 242, sería necesario cuidar el edificio 57 días, así mismo todos los que se terminen antes del día 180, actividad que encarecería la obra, es mejor postergar la colocación de los muebles de baño y la limpieza final hasta que esté próxima su entrega. Este período de inactividad se consigna en la gráfica del calendario por medio de una línea horizontal, cuando se aproxima la fecha de entrega nuevamente la línea toma la pendiente, pero ahora las líneas que representan cada edificio están más concentradas.

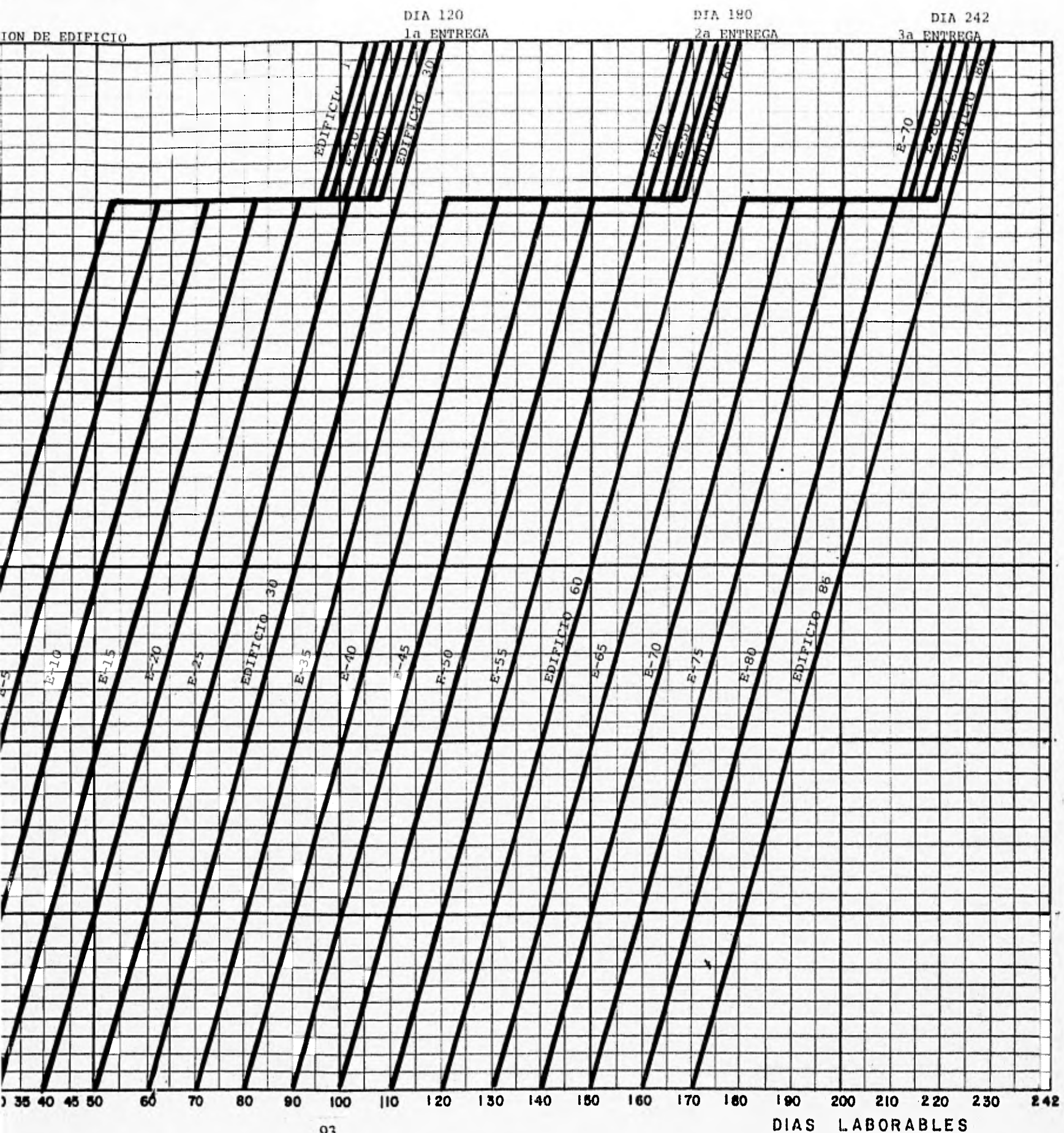
CUADRO No X CALENDARIO ANALITICO

DIA 120
1a ENTREGA

DIA 60 DE INICIACION DE EDIFICIO



CALENDARIO ANALITICO



4.2.3. CIMENTACIONES.

De la experiencia tenida en R.H.P. escogimos la cimentación para hacer un ejemplo de como mejorar los métodos y organizar la fuerza de trabajo. Se escogió la cimentación por ser el primer evento y porque intervienen muchas actividades.

Las cimentaciones son afectadas por dos variables, las características y peso del edificio y las condiciones del subsuelo, la conjugación de ellas ha producido varios tipos de cimentación. En los edificios de R.H.P. con cargas reducidas se usaron losas corridas, con traveses de rigidez empotradas en una base de tepetate, el espesor dependía de las condiciones del subsuelo y en casos extremos se hacía una caja de un metro de profundidad, que se rellenaba de material ligero, como tezontle, sobre el cual se ponía la base de tepetate.

4.2.3.1.- MEJORAR METODO

El procedimiento especificado era, poner la base de tepetate, con espesor promedio de 1.00 m. compactado al 95 % y después abrir la caja para alojar las contratraveses. El talud de la excavación tiende a derrumbarse porque el material empleado para el relleno era tepetate que contenía algunas piedras, imposibles de desprender limpiamente y además la excavación era muy angosta, 20 cm.. El trabajo podía ser hecho con cualquier medio, pero la zanjadora ocasionaba derrumbes en casi todos los cruces que era imposible reparar, el material desprendido, tenía que ser substituido por concreto estructural, al momento de colar la cimentación. El método no era indicado. Se estudiaron varias alternativas, por ejemplo poner un firme de concreto pobre, dejando libre la retícula de traveses, pero eleva el costo.

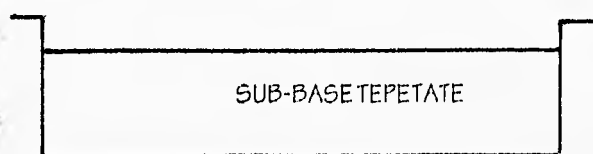
El método que se propuso y aprobó, fue el siguiente:

- 1.- Poner la base de tepetate, compactado con rodillo vibratorio, hasta el nivel inferior de las contratraveses.

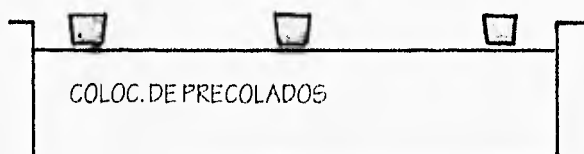
2.- Colocar precolados trapezoidales, donde posteriormente irían las traves, sus dimensiones eran 19 cm. en la base y 21 cm. en la parte superior.

3.- Se rellena y compacta los tableros, o sea los espacios dejados entre precolados.

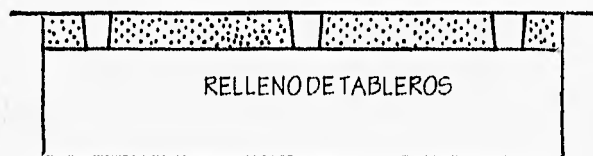
4.- Se retiran los precolados, quedando el espacio libre para poner los armados y colar.



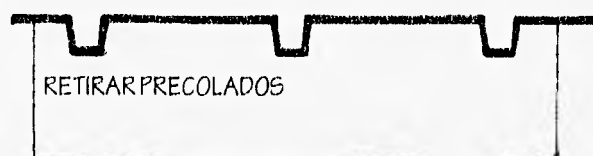
PASO 1



PASO 2



PASO 3



PASO 4

4.2.3.2. ORGANIZACION DE LA FUERZA DE TRABAJO.

A continuación tendríamos que asignar recursos para lograr esa velocidad, la lista de conceptos por hacer, su volumen y los rendimientos de cada partida.

CUADRO XI ASIGNACION PROVISIONAL DE RECURSOS HUMANOS PARA LA CIMENTACION

No	CONCEPTO	UNIDAD	VOL.	REND.	EQ. 1	EQ. 2	EQ. 3	EQ. 4	EQ. 5
					1 OF 1 AY	1 OF 7 AY	1 FIE 1 AY	1 CARP 1 AY	3 OF 7 AY
1	TRAZO Y NIVELACION	m ²	105	100	1.05				
2	EXCAVACION A MAQUINA Y ACARREO FUERA DE OBRA	m ³	105						
3	SUB BASE TEPETATE	m ³	73	35		2.06			
4	COLOCACION DE ALBAÑAL	m.l.	4	20	0.20				
5	COLOCACION PRECOLADOS	m.l.	95	150	0.63				
6	BASE TEPETATE	m ³	28	35		0.80			
7	RETIRAR PRECOLADOS	m.l.	95	250	0.38				
8	HABILITADO DE ACERO	ton.	380	250			1.52		
9	COLOCACION DE ACERO	ton.	380	500			0.76		
10	COLOCACION DE MALLA	m ²	102	200	0.51				
11	CIMBRA PERIMETRAL	m ²	13	25				0.52	
12	COLADO DE LOSA CIMENTACION	m ³	14	20					0.70
13	PULIDO INTEGRAL	m ²	102						
14	RELLENO EN CONTORNO	m ³	10	35		0.28			
SUMA					2.77	3.14	2.28	0.52	0.70

REND= RENDIMIENTO EQ= EQUIPO OF= OFICIAL AY= AYUDANTE FIE= FERRERO CARP= CARPINTERO

La suma de los días de cada uno de los equipos debe ser un múltiplo de la velocidad de la obra, que en nuestro caso son dos días, como sería imposible una exactitud absoluta aceptaremos aproximaciones del 3%.

1.- Dado que la pareja de carpinteros sólo trabajaría medio turno cada dos días haciendo el evento 11, sería mejor diseñar una cimbra perimetral sencilla, para que la colocara el equipo 1.

2.- El equipo 5, sólo tiene actividad haciendo el evento 12, en el cual ocupa el 35 % de su tiempo, sería preferible pasar ese trabajo al equipo 2 pero modificando el tiempo asignado, porque son 8 obreros en vez de 10, que utilizando los mismos rendimientos colarían 16 m³, por lo tanto tendrían que consumir 0.87 días en éste evento.

3.- Los eventos que convenga sub contratar porque requieren maquinaria especial como, el 2 y 13, excavación y pulido integral se indican en la tabla sombreando las últimas 6 columnas.

4.- Al sumar el trabajo asignado a cada equipo, habrá que ajustarlo para lograr múltiplos de 2 con una aproximación del 3%, si el valor es de 1.94 a 2.06 indica que se empleará un sólo equipo, si la suma es de 3.88 a 4.12 se emplearan dos sub equipos, el "A" y el "B", también el trabajo asignado a cada uno debe sumar entre 1.94 y 2.06.

5.- No importa que el equipo de fierros este sub aprovechado porque harían trabajos de la super estructura, pero conviene que el evento 9 lo haga el equipo No 1.

CUADRO XII ASIGNACION DEFINITIVA DE RECURSOS HUMANOS PARA LA CIMENTACION.

No	CONCEPTO	UNIDAD	VOL.	REND.	EQ. 1	EQ. 2	EQ. 3	EQ. 4	EQ. 5
					1 OF 1 AY	2 OF 6 AY	1 FIE 1 AY	1 CARP 1 AY	3 OF 7 AY
1	TRAZO Y NIVELACION	m ²	105	100	1.05 *				
2	EXCAVACION A MAQUINA Y ACARREO FUERA DE OBRA	m ³	105						
3	SUB BASE TEPETATE	m ³	73	35		2.06 *			
4	COLOCACION DE ALBAÑAL	m.l.	4	20	0.20				
5	COLOCACION PRECOLADOS	m.l.	95	150	0.63 *				
6	BASE TEPFTATE	m ³	28	35		0.80			
7	RETRAR PRECOLADOS	m.l.	95	250	0.38 *				
8	HABILITADO DE ACERO	ton.	380	250			1.52		
9	COLOCACION DE ACERO	ton.	380	500	0.76				
10	COLOCACION DE MALLA	m ²	102	200	0.51				
11	CIMBRA PERIMETRAL	m ²	13	25	0.52				
12	COLADO DE LOSA CIMENTACION	m ³	14	16		0.87			
13	PULIDO INTEGRAL	m ²	102						
14	RELLENO EN CONTORNO	m ³	10	35		0.28			

SUMA 4.05 4.03 1.52 0.00 0.00
 SUB EQUIPO A 2.06 * 2.06 * 1.52
 SUB EQUIPO B 1.99 1.95

CUADRO No XIII DIAS-OBRREROS PARA HACER LA CIMENTACION:

EQUIPO	FRACCION	DIAS X EQUIPO	No. OBREROS X EQUIPO	DIAS OBRERO
1	A	2	2	4
1	B	2	2	4
2	A	2	8	16
2	B	2	8	16
3		1.52	2	3.04

TOTAL..... 43.04

El número de días obrero para la cimentación sería 43.04 y estamos fabricando la cimentación para un edificio de 102.00 m² con tres plantas. Por lo tanto si queremos saber cuantas horas hombre estamos empleando por metro cuadrado, en jornadas de 9 hrs. 30 min.

$$\text{Hrs/m}^2 = (43.04 \times 9.5) / (102 \times 3) = 1.33$$

Los rendimientos de los equipos de trabajo que se han utilizado en este análisis son los que usualmente se manejan. Para incrementarlos habría que estudiar los métodos, analizar los tiempos y movimientos en obra y ver si se puede sugerir algún otro método.

4.2.4.- INSTALACIONES.

Los trabajos que se realizan en las obras deben verse y ejecutarse con el criterio que se sigue en una línea de armado y no con el de una línea de producción. Esto significa que los componentes deben llegar con el mayor porcentaje de acabados, dados en fábrica o a pie de obra. Se substituye así la mano de obra clasificada por mano de obra entrenada en operaciones repetitivas, dividiendo el trabajo en fases parciales y realizadas en equipo.

Este criterio debe seguirse en toda la obra, pero en el caso de instalaciones adquiere mayor importancia y es incluso más fácil de lograr, debe suspenderse la costumbre de hacer las

instalaciones en el sitio, menos aún fabricarlas en etapas espaciadas, intercalándose y obstruyéndose con trabajos de otros especialistas, pues se dañan y obstaculizan mutuamente con ranuras, pruebas, reparaciones y resanes.

4.2.4.1. INSTALACIONES HIDRAULICAS

En instalaciones hidráulicas y sanitarias hay varias soluciones que se han estado dando, empezando por agrupar los locales que las contienen, como baños, cocinas y patios de servicio. Construir muros o ductos de instalaciones verticales u horizontales, inclusive celdas que lleven ya integradas las instalaciones y los acabados. Se convierte así la parte más complicada de la edificación en simple montaje de un local donde sólo hay que conectar dos tubos uno de alimentación de agua fría y otro de desagüe.

El problema para implementar estas propuestas es que no siempre se cuenta con el equipo de elevación para manejar estas cargas. En tal caso sería necesario pensar en una solución menos radical, pero más ligera. Se podrían usar ductos de esqueleto, que consiste en un armazón de perfiles metálicos, donde se fijan las instalaciones completamente terminadas. Se inyecta poliuretano expandido, se reviste con plástico laminado y se sellan las uniones, quedando un ducto muy ligero que se puede manejar manualmente. Si no se tiene el equipo para inyectar el poliuretano expandido se puede hacer una solución similar empleando panel "W".

Desafortunadamente por varios factores hemos postergado la construcción de prototipos experimentales para resolver el problema de las instalaciones hidráulicas y sanitarias sólo hemos llegado a la etapa teórica.

4.2.4.2. INSTALACIONES ELECTRICAS.

En la instalación eléctrica existe el problema de los ductos, en muros de tabique o de bloque macizo hay que ranurar y en elementos huecos debe estar siempre un electricista al levantar el

muro, pero de todos modos hace huecos para alojar cajas y chalupas. Y en el transcurso de toda la obra trabajan simultáneamente los electricistas con otros obreros, albañiles, yeseros, pintores, interfiriéndose mutuamente.

Por eso se ha pensado en que los ductos eléctricos sean de sobreponer, en México hay varias firmas que producen material para este fin aunque por estar diseñados para ser usados en cancelería resultan un poco caros. Los ductos están compuestos por dos elementos, la base se fija al muro ya pintado, lleva unas uñas para abrazar los conductores, la tapa entra a presión sobre la base, tienen accesorios para vueltas, codos, para alojar contactos, apagadores, el ducto va de caja a caja siendo posible obtener derivaciones donde se desee. Las marcas existentes en el mercado son extranjeras por lo tanto resultan caras, pero si la demanda fuera suficiente se podría obtener una patente nacional que seguramente reduciría costos.

En los casetones de nuestro sistema, se dejan previamente al colado un cruz de ductos, con una caja de conexiones al centro de la losa, para conectarse en cualquiera dirección con contactos, apagadores o para recibir la alimentación, los tramos verticales pueden ir por los huecos de los muros, por los castillos o si los cajones de las puertas son metálicas, por el espacio que queda entre ellos y el muro.

4.3 INVESTIGACIONES Y EXPERIMENTACIONES NO CONCLUIDAS

Al estar haciendo una investigación surgen en forma paralela otras ideas, que no son aplicables al trabajo que en ese momento se realiza pero que para otras circunstancias podrían ser exitosas. No es posible abrir para cada opción una línea de investigación que agotara sus posibilidades porque sería muy costoso.

Más adelante presentamos algunas de las opciones que han surgido sin que las hayamos agotado, le hemos dado atención preferente a la problemática de las losas de entepiso y azotea, porque es el elemento constructivo que representa mayor interés en la edificación de las

viviendas, no sólo en los sistemas racionales sino también en métodos artesanales. El inconveniente mayor de las losas coladas en sitio, obviamente es la necesidad de la cimbra, que es una estructura compleja, costosa y que va a ser usada brevemente.

Casi siempre, se diseñan las losas para trabajar bajo el régimen de flexión, despreciando la posibilidad de hacer trabajar como cascarones ya sea con curvatura en una o en dos direcciones. Con esta inquietud hemos experimentado varias alternativas, a continuación detallamos las que consideramos más relevantes.

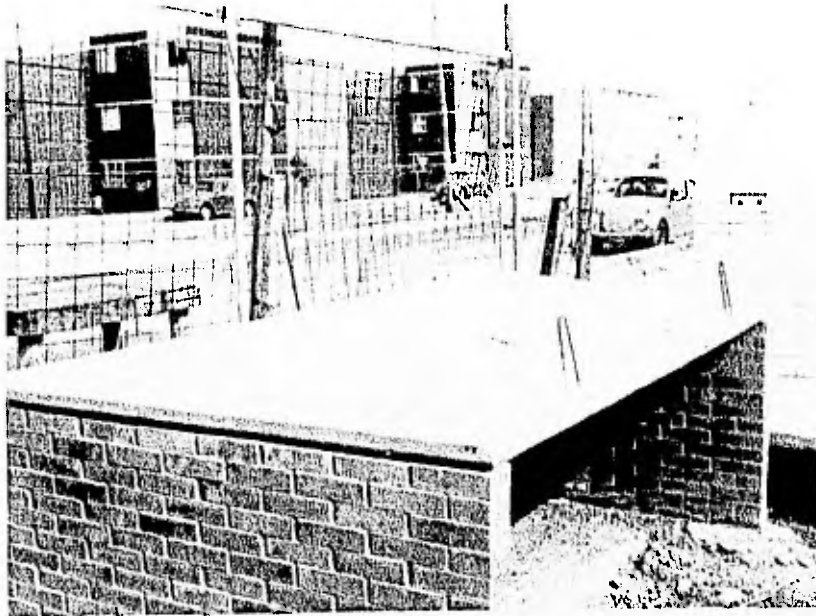
4.3.1. TRIDOMO.

Dimos este nombre a una cubierta construida con elementos triangulares, el material empleado puede ser cualquiera, nosotros los hicimos de concreto. Para aligerarlo dejamos unos huecos circulares, pensando que si fuera utilizado en forma masiva podría construirse con máquinas extrusoras. Se hacen triángulos rectángulos donde uno de sus catetos es ligeramente mayor que el otro, por ejemplo uno de 90 y el otro de 93 cm.. Al armarlos, en el sitio se obliga a que en el plano horizontal queden triángulos isósceles, esto fuerza a que una esquina se levante, 23.4 según la ecuación de Pitágoras.

Un espacio de 2.70 x 1.80 se cubriría con 12 triángulos. uniendo entre sí catetos chicos con chicos y grandes con grandes se hace una cubierta de cuatro aguas con el caballete a 23.4 cm.. de sus apoyos, su geometría se aprecia más claramente en la fotografía .

Se hizo un modelo físico escala 1:1 apoyado en muros de 1.80 en sus lados cortos, en el borde se puso una trabe de 12 cm. de ancha armada con una varillas de 9 mm. se cargo con 200 Kg/m² comportandose satisfactoriamente. Tiene un componente horizontal que debe ser contrarrestado por losa de junto o absorbido por los muros.

FOTOS DE TRIDOMO



Construcción de prototipo experimental de 1.80 x 2.70 mts.

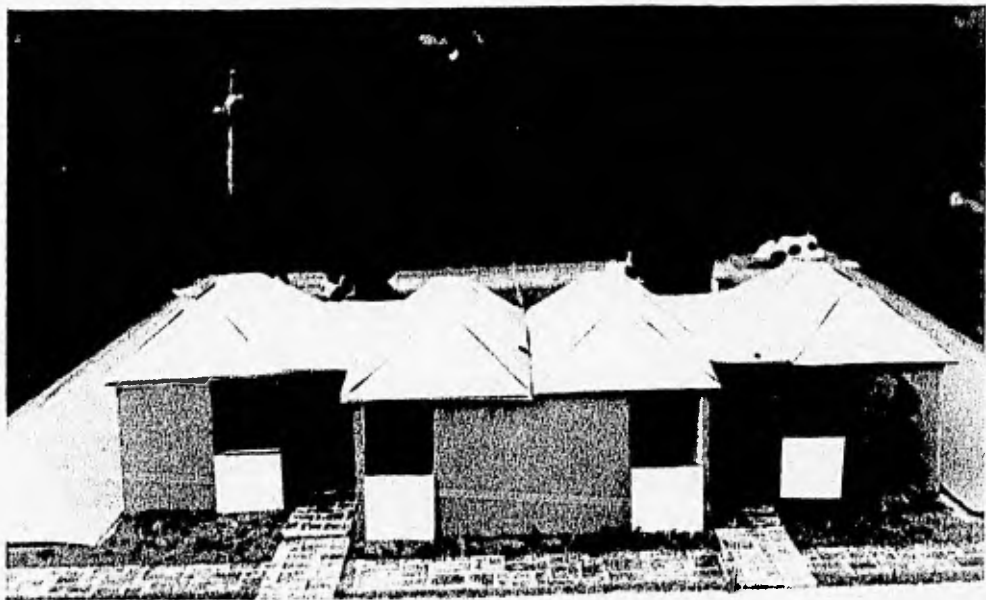


Triángulos muy ligeros, fáciles de maniobrar manualmente, peso 35 kg.

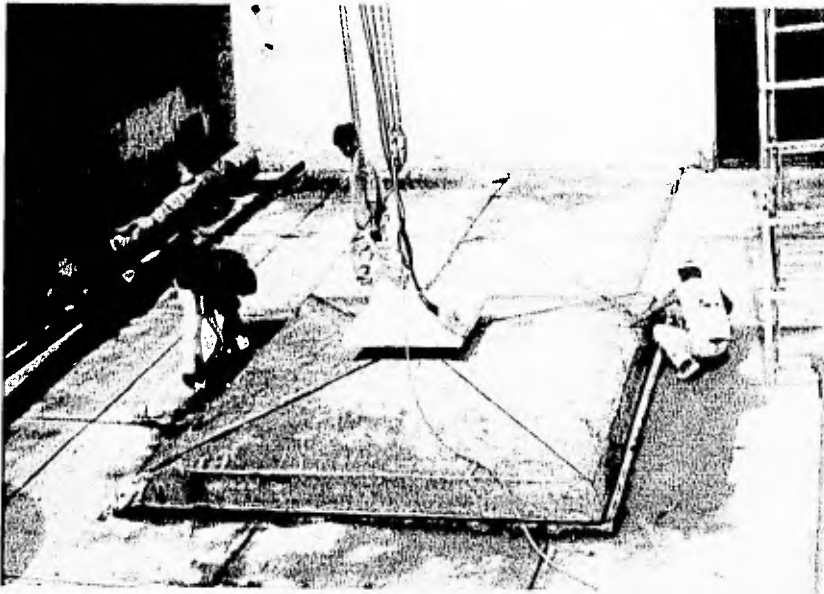
- Ventajas:
- Util en autoconstrucción, por la ligereza de sus componentes.
 - No requiere de equipo especial para montaje.
 - Sus acabados son de buena calidad. no necesita aplanados.
 - Su producción puede hacerse con gran dosis de industrialización.

- Desventajas:
- Consume mucha obra de mano en el armado.
 - Hay empujes horizontales en los apoyos.
 - No es recomendable para ser usado en entrepisos

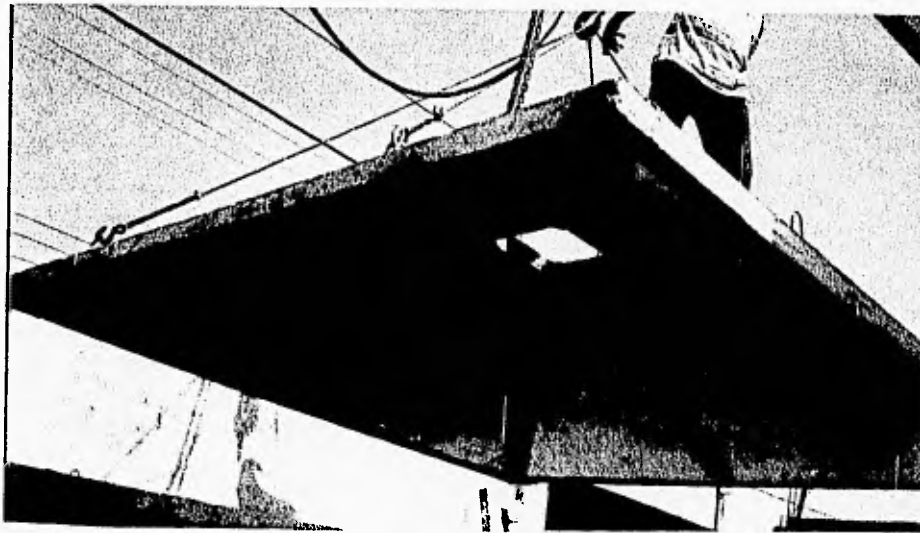
No se profundizó en esta investigación, pero es probable que para autoconstrucción fuera conveniente o para obras en el medio rural, donde aumentar la altura del caballete a 40 cms. no tiene inconveniente y con ello se reducirán sus esfuerzos. Otra alternativa es hacer triángulos mayores para que con 4 formar una pirámide, de más o menos de 3.00 x 3.00 mts. Se hizo un prototipo para Tapachula, Chiapas, donde cada triángulo pesa sólo 180 kgs. porque la membrana de concreto es muy delgada, de sólo 3 cms. Para lograr el aislamiento térmico necesario en esta zona se le incorporó una capa de 5 cms. de espesor de poliestireno expandido.



FOTOS DE CASETON EN FORMA DE PIRAMIDE



Vista superior con linternilla para ventilación.



Vista inferior, los 8 triángulos de poliestireno quedan visibles, pendientes del acabado.

4.3.2. BOVEDA DE REVOLUCION.

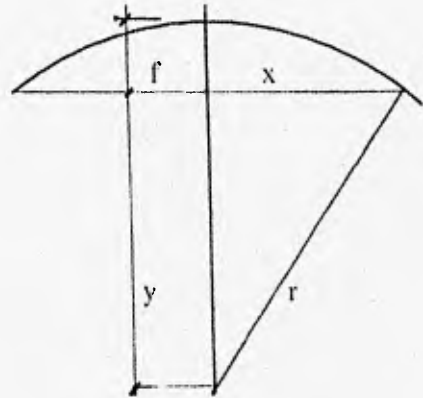
Conociendo los esfuerzos tan reducidos que se dan en las bóvedas se decidió experimentar primero con una bóveda vaída, que es la formada por un casquete esférico el cual es cortado por cuatro plano verticales, perpendiculares entre sí. Puede ser generada por la revolución de una arco de circunferencia, una parábola, una catenaria, o una elipse, si la flecha que se pretende dar es reducida el comportamiento estructural de las bóvedas es muy similar para las 4 curvas, si la flecha es importante entonces si hay cambios que deben de tenerse en cuenta.

En zonas urbanas, generalmente recurrimos a edificios de varios niveles, donde las losas de entrepiso, necesitan la cara superior plana y a nivel, por eso si pensamos en bóvedas tienen que ser de poca flecha. Por eso se decidió hacer un modelo de 2.70 x 2.70 con flecha de 20 cm.. El radio resultante fue de 9.21 mts.

$$r^2 = x^2 + y^2 \quad y = r - f$$
$$r^2 = x^2 + (r - f)^2 = x^2 + r^2 - 2rf + f^2$$

Simplificando y despejando:

$$2rf = x^2 + f^2 \quad r = (x^2 + f^2) / 2f$$



Si queremos conocer cual sería el radio para construir una bóveda de un local de planta cuadrada de 2.70 x 2.70 m sabemos que de el centro de la bóveda a cualquiera de las esquinas habría 1.9091 m que sería el valor de X y si suponemos que la flecha fuera de 20 cm el radio de la cúpula sería :

$$r = (1.9091^2 + 0.20^2) / 2 \times 0.20 = 9.21$$

El anillo de 2.70 m de diámetro que absorbe el empuje horizontal de la cúpula debe estar a nivel, por eso queda a sólo 9.94 cm más abajo que la cúspide de la cúpula, los 20 cm que se dieron de flecha es la diferencia de nivel a la esquina, o sea lo que vendría a ser la parte más baja de la pechina, con esta geometría se procedió a hacer una cúpula de 4 cm de espesor constante, con un anillo de varilla corrugada de 12 mm para absorber el empuje, y un marco de varilla de 9 mm. en los tímpanos que inscribe la cúpula, como se puede apreciar en la foto de la página 107. El peso fue de 850 Kg o sea $116 \text{ kg} / \text{m}^2$, si el peso específico del concreto fuera de $2200 \text{ kg}/\text{m}^3$ indica que el espesor promedio es de 5.3 cm incluyendo los tímpanos verticales.

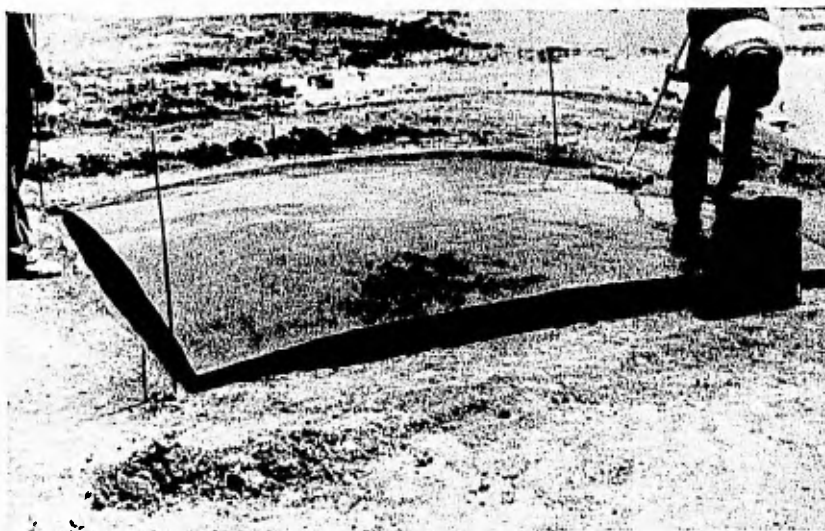
Para medir las deformaciones con exactitud se hizo una estructura independiente donde se acoplaron micrómetros de carátula, graduados en milésimas de pulgada, se instalaron tres, uno en el centro, y dos en los costados como se aprecia en la fotografía de las páginas 109 y 110. Para probarla se cargo con 5000 kg repartidos lo más uniformemente posible o sea 650 kg por metro cuadrado. La deformación mayor fue de 190 milésimas en el centro de la cúpula que son menos de 5 mm, $1/560$ del claro.

Sabemos que los arcos y las cúpulas son muy resistentes a cargas uniformes, pero frágiles a concentraciones, por tal motivo aunque no es probable que en el uso normal tuviera que soportar concentración se apoyó el cucharón de una retroexcavadora Yumbo, como se puede apreciar en la fotografía de la página 111 y la carga transmitida estimamos era de 3.0 tns. sin haberse apreciado ningún problema o agrietamiento. En la segunda fotografía de esa misma página, se ve la prueba de carga horizontal, la cual se hizo para verificar que la conexión entre el casetón y las dalas fuese correcta, intentamos de reproducir los efectos de un sismo con una carga que actuaba en forma intermitente sin que hubiese ningún problema.

Las pruebas de carga vertical se hicieron apoyando la bóveda sólo en sus esquinas y sin estar integrada a una estructura, en un caso real sus condiciones serían mejores, pruebas similares se hacen en cada nuevo casetón.

BOVEDA DE REVOLUCION 2.70 X 2.70

Radio empleado para generar la bóveda = 9.60



Molde firme pulido de cemento.



Armado para coseo.

BOVEDA DE REVOLUCION 2.70 X 2.70



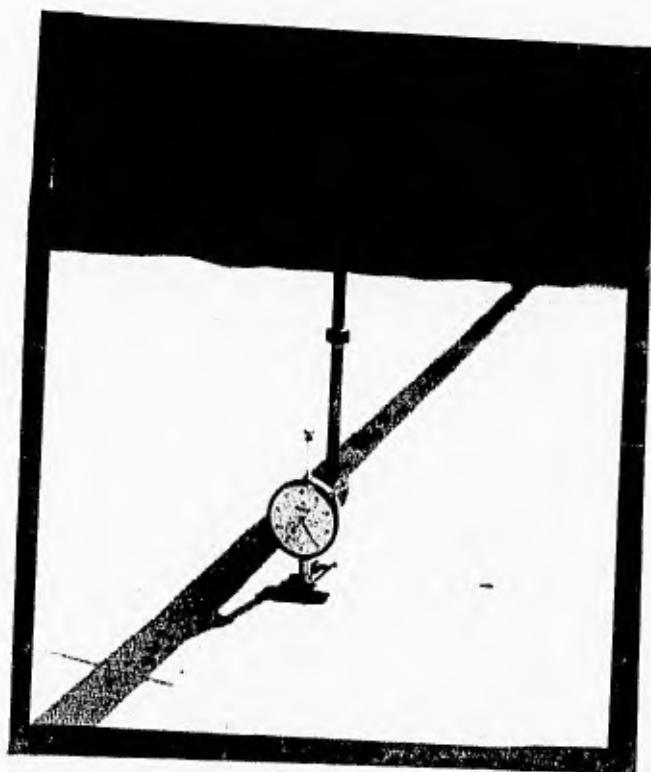
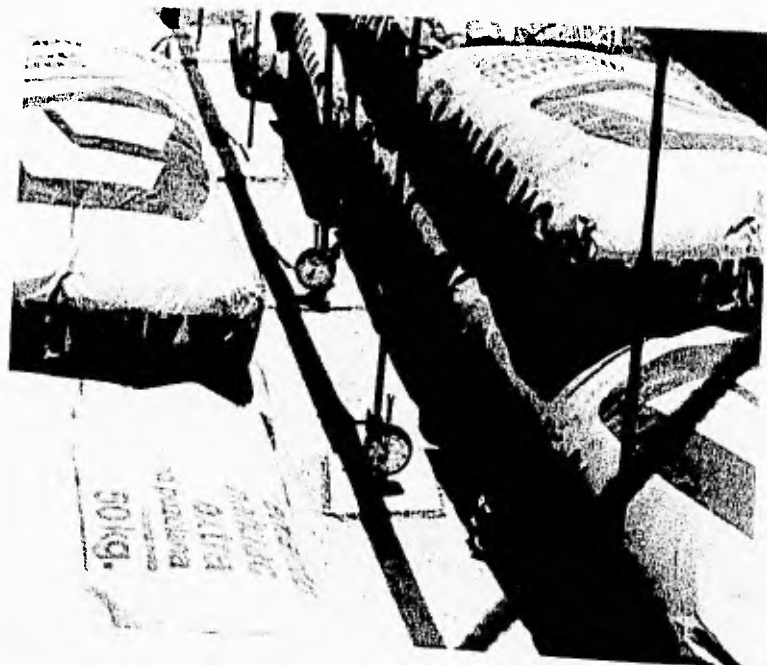
El armado secundario, son 3 tramos de escalerilla, de la usada en reforzar los muros de block.



Losa descimbrada, apoyada solamente en la esquina.

PRUEBA DE CARGA

Instalación de micrómetros



PRUEBAS DE CARGA

Carga uniformemente repartida



carga = 5000 kg

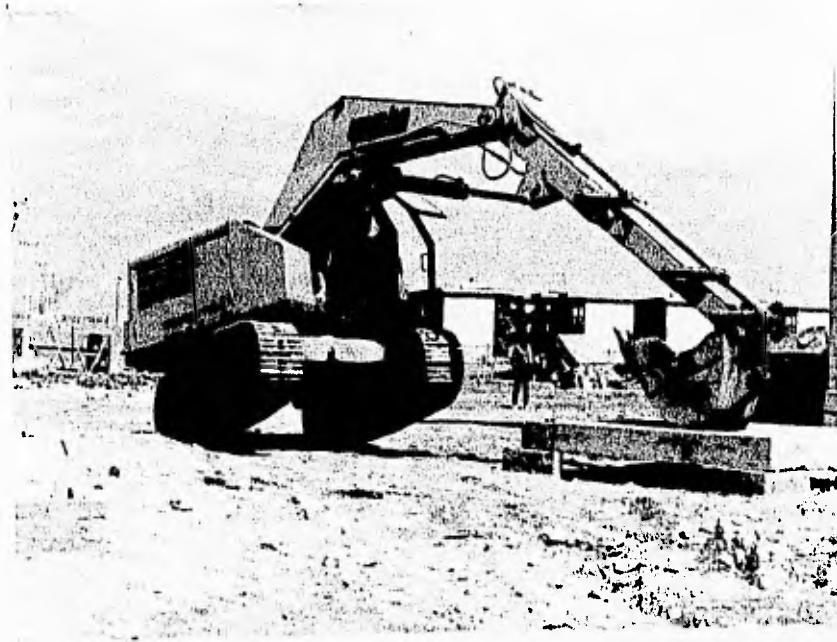
carga x m² = 680.00

deflexión máxima = 13.97mm

deflexión remanente = 4.95mm

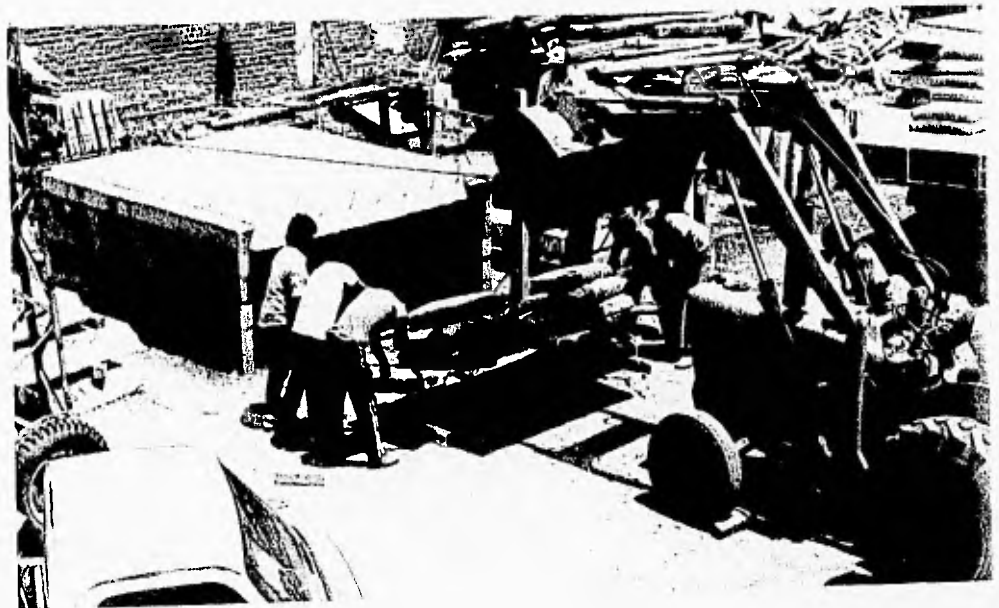


PRUEBAS DE CARGA



CARGA CONCENTRADA

Estimada en 3000 kg. al centro del casetón.



carga intermitente.

PRUEBA DE CARGA HORIZONTAL

Para investigar comportamiento de conexión con dala.

4.3.3. BOVEDA DE CRUCERO.

Después de analizar y probar la bóveda anterior se pensó en la posibilidad de una bóveda de aristas, también conocida como de crucero, es la formada por la intersección de dos bóvedas de cañón de igual altura, la cumbrera en forma de cruz permanece horizontal, por lo tanto será menor el relleno para lograr que la cara superior quede plana. Se disminuye el consumo de acero, sólo es necesario un marco de varilla de 9 mm. ya que el coseo de los arcos fluye por las aristas hasta llegar a las esquinas de la bóveda. Como no hay esfuerzos de tracción se simplificó el armado secundario poniendo sólo una retícula de alambón de 6 mm a cada 30 cm..

En vista del éxito obtenido, se solicitó al INFONAVIT que asumiera los costos de una vivienda experimental, fue aceptada nuestra solicitud y nos asignaron un terreno en la Unidad Cuautitlan Izcalli para construir una casa de dos niveles, que se hizo sin tropiezos. fleteando las losas desde el sur de la ciudad. Después de dos meses de haber concluido la obra se empezaron a presentar pequeñas grietas, que atravesaran la bóveda, por la dirección y características se dedujo que eran provocadas por cambios de temperatura, para estar seguro y de acuerdo con la supervisión se ordenó que sin repararlas se hiciera una prueba de carga con 320 kgs/m² o sea el doble de lo que indicaba el reglamento del 3 de julio de 1987 para el Distrito Federal. la deformación máxima que se presentó en el centro de las bóvedas fue de 90 milésimas de pulgada, 2.2 mm. en claros de 2.70 mts. ya tranquilos se procedió a resanar las grietas con material elástico y a pintarlas sin que se volvieran a manifestar.

Se conservaba la primera losa, que no se empleó porque sus dimensiones eran ligeramente mayores, y a pesar que no se había estibado cuidadosamente no tenía grietas. Dado que ésta era la segunda vez que se nos presentaba este tipo de problema nos permitió deducir que los esfuerzos eran por temperatura, pero inducidos por la construcción en conjunto. También existe la posibilidad de que las grietas hayan sido ocasionadas por las maniobras de transporte o por tratarse de un manto de curvatura simple o que las aristas requirieran armado especial.

BOVEDA DE CRUCERO

Dos cilindros que se cruzan.



Construcción de molde de 2.70 x 2.70

Apisonando de la base para recibir el firme.

Molde para bóvedas de 1.35 x 2.70

Colocación del armado principal.



4.3.4. BOVEDA DE TRASLACION.

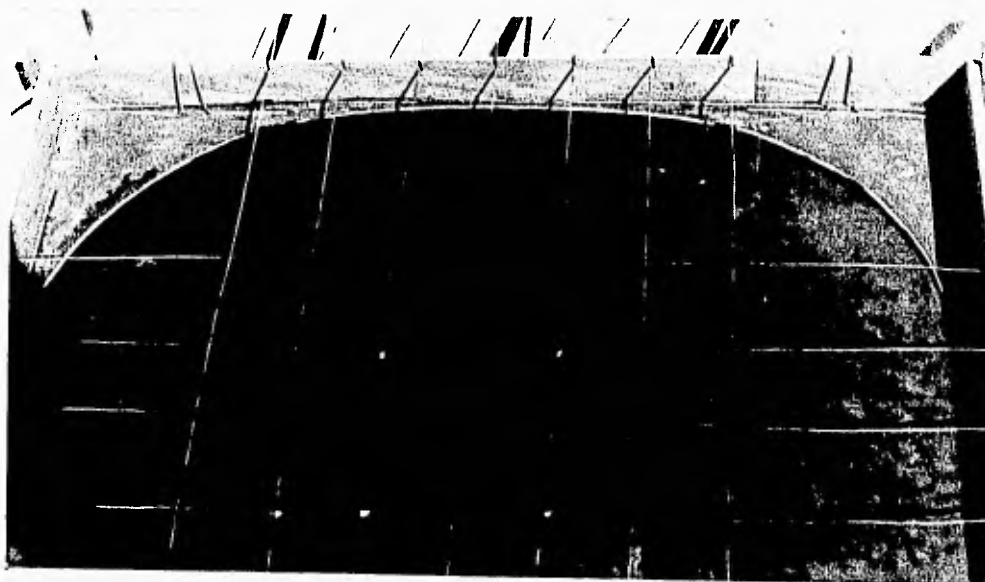
Cuando nos invitaron para que participáramos en el programa de Renovación Habitacional Popular se pensó en una losa que tuviera las ventajas de la bóveda de revolución descrita en el punto 4.3.2. pero que pudiera ser utilizada en plantas rectangulares, por eso se pensó en una bóveda creada por la traslación perpendicular de una curva sobre otra. Se estudiaron varias curvas, optando por emplear una parábola de tercer grado, que ahorra mayor porcentaje de concreto. Al hacer las curvas de nivel de la bóveda descubrimos que el anillo que soportaría los coseos pierde la forma circular y adquiere una forma oblonga, aproximándose a las esquinas de la bóveda notablemente, como puede observarse en la foto, esto reducen considerablemente la dimensión de las pechinas, mejorando las condiciones generales de la bóveda. El armado metálico de la bóvedas resulta muy económico, $3.3 \text{ kg} / \text{m}^2$.

Con excepción de las pechinas, el régimen de esfuerzos en la bóveda es de compresión simple, por lo tanto se pensó en la posibilidad de substituir la retícula de alambazón, que estaba especificada para absorber los esfuerzos producidos por los cambios de temperatura por fibras cortas, se hizo una bóveda la cual se sometió a pruebas de carga y deformación sin ningún problema, en vista de lo cual, se solicitó y obtuvo de Renovación Habitacional Popular que respaldara la construcción de un edificio con este tipo de bóvedas. Nos asignó el que se iba a construir en la Calle de Commonfort No 57, en la Col Peralvillo, era un edificio muy angosto y largo 25.00 m de longitud por 3.70 de ancho, que no se había iniciado por que requería de proyecto especial por las condiciones del terreno como a los 30 días de haber terminado el edificio empezaron a aparecer grietas, en el sentido transversal del edificio, afectando todo el espesor de la losa, se pusieron algunos testigos de yeso, que también se agrietaron sin que aparentemente aumentará el tamaño de la abertura, se hicieron varias prueba de carga y se dedujo que eran exclusivamente por temperatura, por lo que se procedió a repararlas y a pintarlas.

BOVEDA DE TRASLACION 3.00 X 3.00

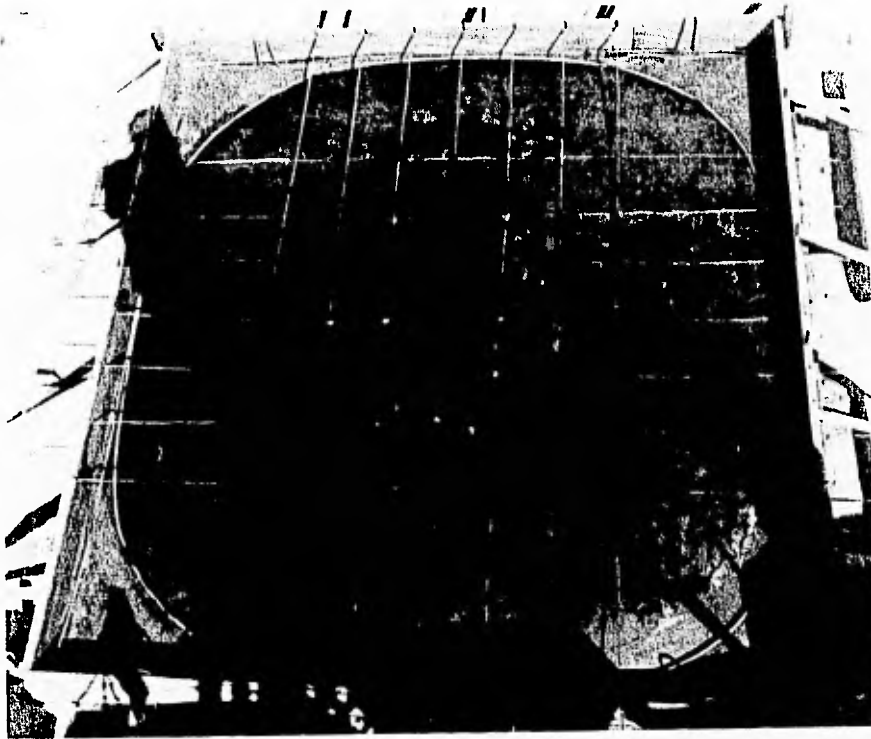


Construcción, desplazando una parábola de 3º grado sobre otra.

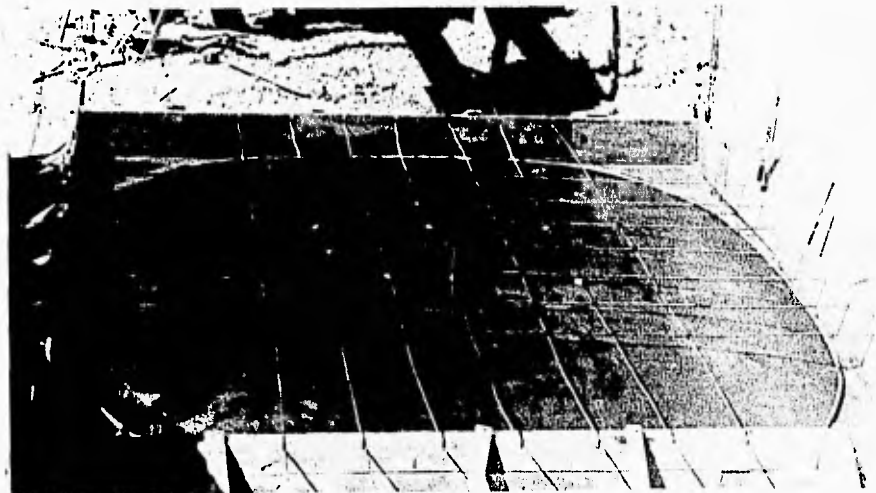


ARMADO 2 kgs. por metro cuadrado.

BOVEDA DE TRASLACION 3.00 X 3.00



Notese la forma oblonga del anillo que soporta los coseos y la simplicidad del armado.



4.4.- RESIDENCIA DE OBRA

Los problemas de construcción comprenden tres áreas, que son: tiempos, costos y calidad, que están presentes desde el diseño hasta la terminación de obra. Las tres áreas están relacionadas entre sí, cualquiera es función de las otras, por tal motivo y para evitar incertidumbre en la obra debe estar perfectamente claro los parámetros de operación. No se debe decirle al residente: *"tienes que reducir costo"*. Hay que precisarle para cada concepto los volúmenes que debe consumir y los precios del concurso, igual rigor debe haber en la programación de obra, es usual que ambos documentos sean hechos por la oficina central y si hubiera error o desacuerdo en alguno debe aclararlo lo más pronto posible.

En lo referente a la calidad de obra esta se fija por medio de las especificaciones de obra, por las del A.C.I., por las normas complementarias de la entidad y por las de obras públicas, que deben conocerse perfectamente, evitando excederlas.

Resumiendo, la administración de obra debe de conocer con toda precisión los objetivos que debe alcanzar, en tiempo, costo y calidad, **evitar trabajar con ambigüedades**.

En lo relativo al sistema constructivo que se vaya a emplear en la obra, el gerente de obra y su equipo deben conocerlo muy bien y prever los problemas con la suficiente anticipación para que cuando ellos se presenten, la solución ya se conozca, recordemos que en la obra todos los problemas son urgentes. Cualquier observación que ayude o mejore debe registrarse y comunicarlo al resto de las obras de la empresa.

El método empleado en cada evento no es determinado por la oficina central, ellos sólo exponen posibilidades, en la obra es donde debe elegirse y afinarse, para tal efecto es conveniente que como parte del personal de obra haya un ingeniero industrial, que esté dedicado a mejorar los métodos, con el suficiente respaldo del gerente de obra y de la oficina central.

4.5. CALENDARIO DE ALZADOS

Cuando el número de edificaciones es reducido, es muy práctico este tipo de calendario donde con toda precisión se señala el área, el día y el evento, se hace un calendario para obra negra y otro para acabados.

Se adjunta el calendario usado en la construcción del condominio ubicado en Héroes de Padierna, en la calle de Kopoma No 364 del cual se dan las características más generales:

Se construyeron 12 departamentos de dos recamaras, de 53.00 m² c/u, en un edificio de 3 plantas, la losa de cimentación es una placa corrida de concreto armado, rigidizada con contratraves del mismo material. El 45 % de los muros son bloque de cerámica tipo La Huerta con acabado aparente, el 38 % de tabicón ligero con acabado de tirol, las losas son casetones precolados máximo de 1.50 x 3.00 m. Las escaleras de acordeón de una rampa como las detalladas en 4.1.1.6.

Dado que el terreno está rodeado por construcciones habitadas, la planta de prefabricados debe ubicarse en el área del estacionamiento dejando muy poco espacio para maniobras de obra. Por el problema de espacio y por tratarse de un solo edificio, no se puede proponer una obra rápida, la cimentación será hecha en dos etapas y cada planta tipo en cuatro, empezando por el extremo derecho y continuando como lo señalan las flechas de la página 119 y 120. Para realizar esta obra, se disponían de 72 días laborales, (12 semanas), de los cuales se tomaron desde el día 1 al 50 para cimentación y estructura y del 37 al 72 para acabados.

Para representarlo se dibujan esquemáticamente la cimentación y las plantas del edificio, en cada una de las áreas en que se haya dividido el edificio, se prevén cuatro columnas, la primera para el concepto, la segunda para indicar los días y la tercera para fechas calendario, omitiendo los días feriados y la cuarta para el número del equipo.

ESQUEMA EN PLANTA DE CIMENTACION

CONCEPTO	DIAS	FECHA	EQUIPO	CONCEPTO	DIAS	FECHA	EQUIPO
E	7-12	19-24/02	1	E	1-6	12-17/02	1
AT	13	26/02	2	AT	7	19/02	2
CT	14	27/02	2	CT	8	20/02	2
R	15	28/02	2	R	9	21/02	2
AL	16	29/02	2	AL	10	22/02	2
CL	17	01/03	2	CL	11	23/02	2

E= Excavación AT=Armado de trabes CT= Colado de trabes R= Relleno AL=Armado de losas y dalas
 CL= Cimbrado y colado de losa y dalas.

ESQUEMA EN PLANTA DE PRIMER NIVEL.

CONCEPTO	DIAS	FECHA	EQUIPO	CONCEPTO	DIAS	FECHA	EQUIPO
M	18-20	02-05/03	3	M	12-14	24-27/02	3
K	21	06/03	4	K	15	28/02	4
L	22	07/03	4	L	16	29/02	4
C	23	08/03	4	C	17	01/03	4
M	21-23	06-08/03	3	M	15-17	28-01/03	3
K	24	09/03	4	K	18	02/03	4
L	25	11/03	4	L	19	04/03	4
C	26	12/03	4	C	20	05/03	4

M=Muros K=Castillos L= Montaje de losas C= Colado de dalas

ESQUEMA EN PLANTA DE SEGUNDO NIVEL

CONCEPTO	DIAS	FECHA	EQUIPO	CONCEPTO	DIAS	FECHA	EQUIPO
M	30-32	18-20/03	3	M	24-26	09-13/03	3
K	33	22/03	4	K	27	14/03	4
L	34	23/03	4	L	28	15/03	4
C	35	25/03	4	C	29	16/03	4
M	33-35	22-25/03	3	M	27-29	14-16/03	3
K	36	26/03	4	K	30	18/03	4
L	37	27/03	4	L	31	19/03	4
C	38	28/03	4	C	32	20/03	4

M=Muros K=Castillos L= Montaje de losas C= Colado de dalas

ESQUEMA EN PLANTA DE TERCER NIVEL

CONCEPTO	DIAS	FECHA	EQUIPO	CONCEPTO	DIAS	FECHA	EQUIPO
M	42-44	02-09/04	3	M	36-38	26-28/03	3
K	45	10/04	4	K	39	29/03	4
L	46	11/04	4	L	40	30/03	4
C	47	12/04	4	C	41	01/04	4
M	45-47	10-12/04	3	M	39-41	29-01/04	3
K	48	13/04	4	K	42	02/04	4
L	49	15/04	4	L	43	03/04	4
C	50	16/04	4	C	44	09/04	4

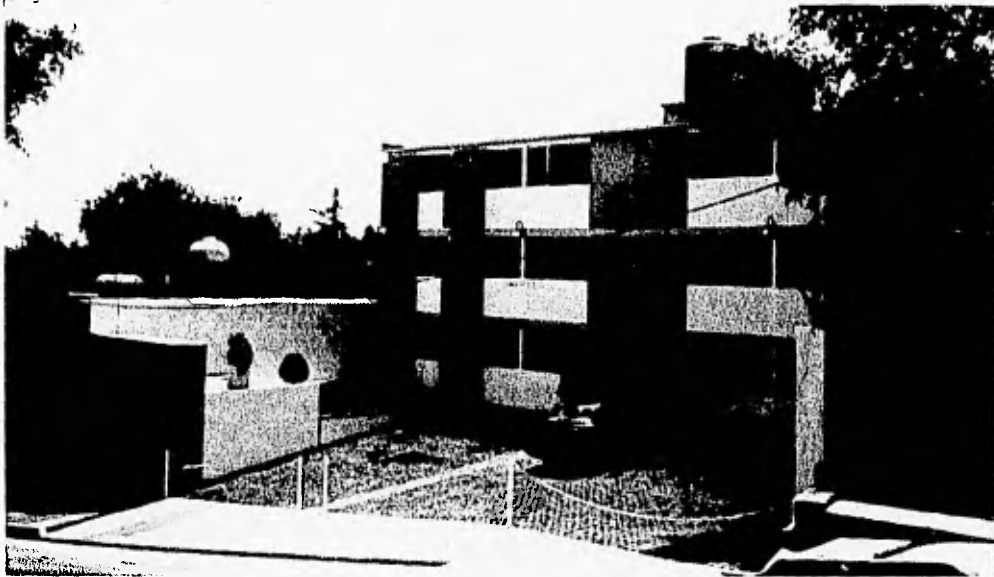
M=Muros K=Castillos L= Montaje de losas C= Colado de dalas

Con este calendario se tiene con toda precisión la información de los eventos que deben realizarse cada día . El calendario de acabados tiene las mismas características para elaborarlo e interpretarlo que el de obra negra, en beneficio de la brevedad, no lo presentamos.

4.6.- PROTOTIPOS

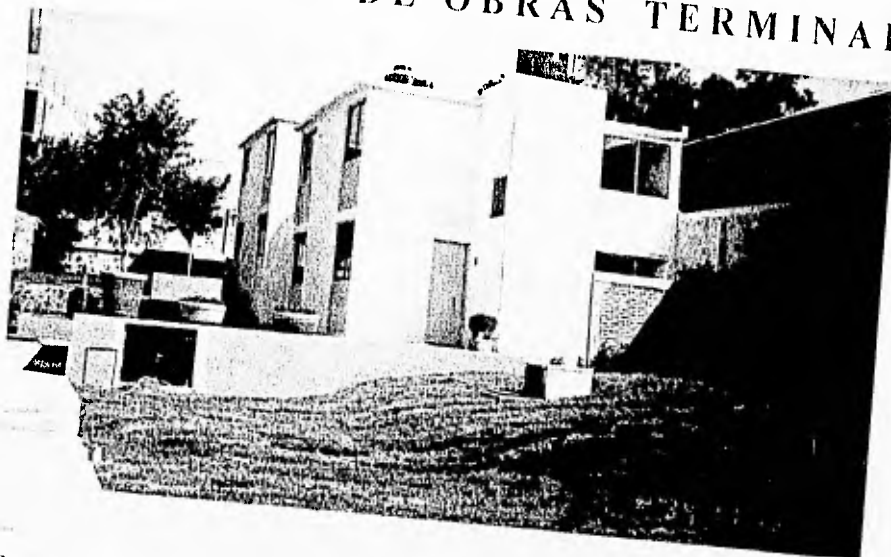
Ya hemos comentado con mucha insistencia que el punto de partida y el más importante de todo proceso constructivo lógico es el diseño, lo mismo para la edificación, que para fabricar una silla, pero si se trata de grandes series, por ejemplo de automóviles o vivienda de interés social, el diseño adquiere suma importancia. Por lo que habría necesidad de desarrollar prototipos que conciliaran todos los intereses.

Me parece que las mejores condiciones de habitabilidad en vivienda agrupada, se logran en pequeños conjuntos habitacionales, quizá bajo el régimen de propiedad en condominio. Por ejemplo en un terreno ideal de 30 x 36 mts se pueden construir 12 casas de tres recámaras, en 70.00 m² de construcción cada una. Si estuvieran habitadas por familias de 6 miembros, lograríamos una densidad de 666 habitantes por hectárea. Contarían con estacionamiento para un automóvil y un espacio central de 14 x 30 mts. para circulaciones y actividades múltiples, jardinado en un 85 %. A continuación presentamos algunas fotografías de obras realizadas y el proyecto al que hemos hecho referencia en éste párrafo.



Condominio en Kopoma No 364, Héroes de Padierna.

FOTOS DE OBRAS TERMINADAS

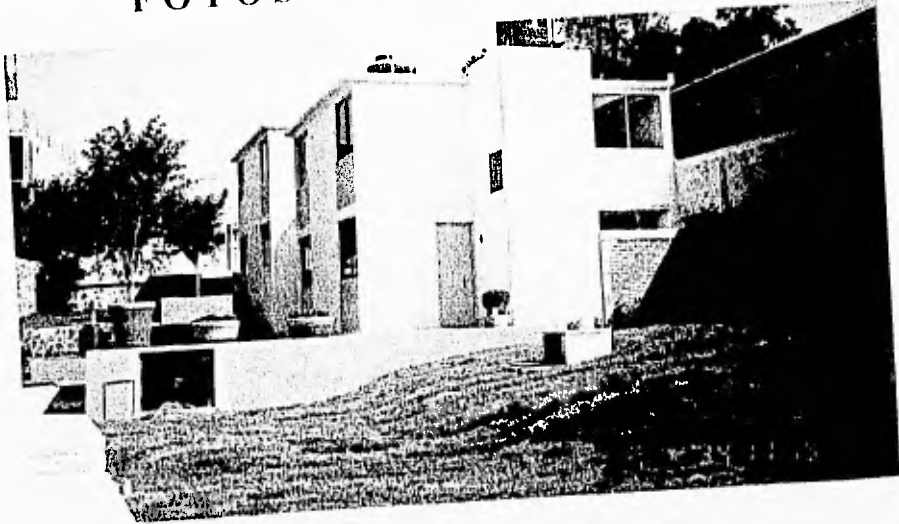


Conjunto Habitacional del INFONAVIT en Jiutepec, Morelos.

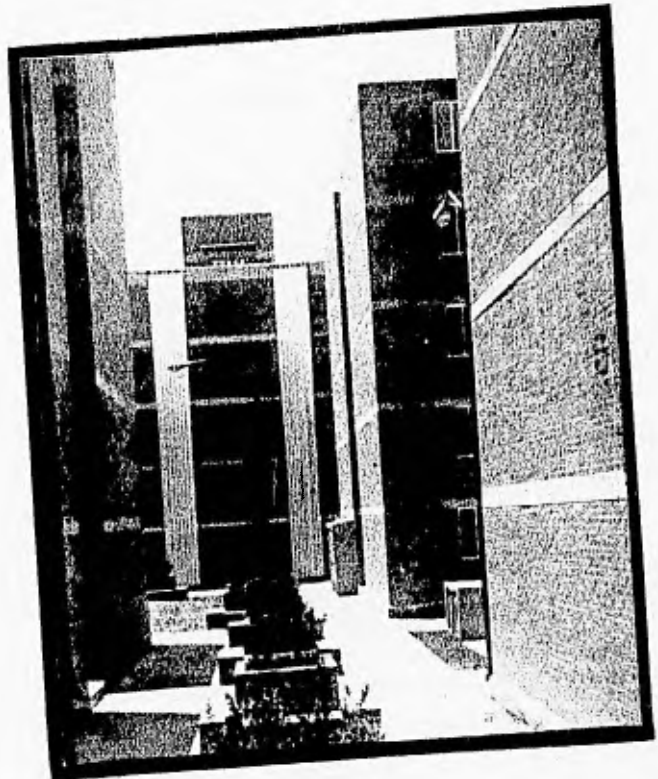


Conjunto Habitacional para FIVIDESU, en Cabeza de Juárez.

FOTOS DE OBRAS TERMINADAS



Conjunto Habitacional del INFONAVIT en Jutepec, Morelos.



Conjunto Habitacional para FIVIDESU, en Cabeza de Juárez.

FOTOS DE OBRAS TERMINADAS

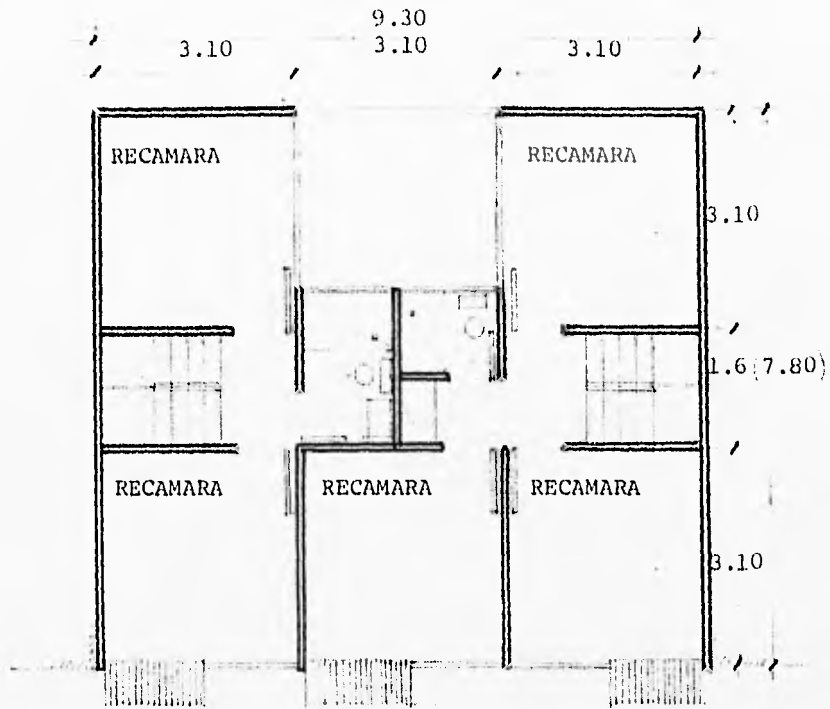


Residencia particular en Querétaro, Qro.

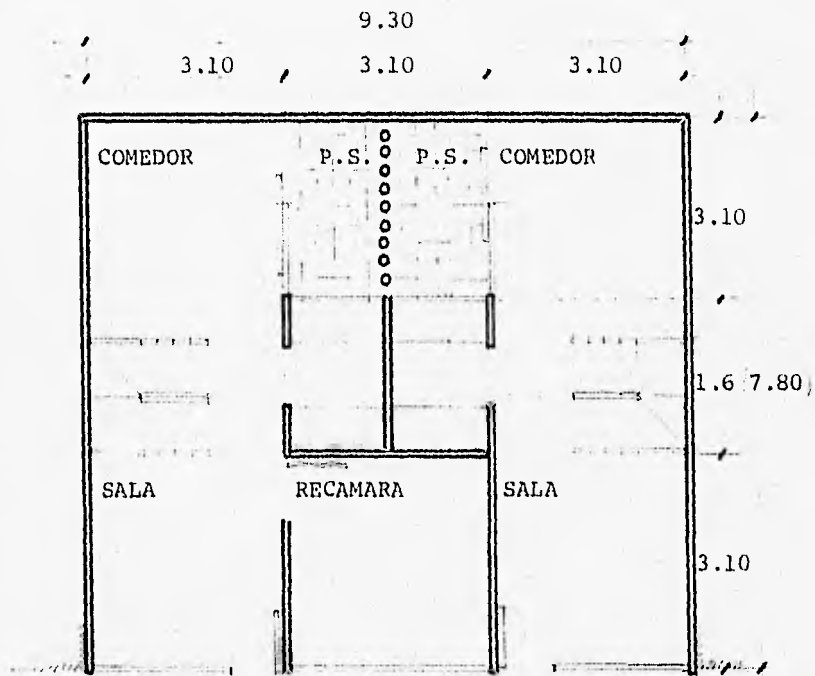


Vista interior de los casetones de 1.20 x 3.00 mts.

PROYECTO DE CASA DUPLEX (superficie = 67.00 m²)



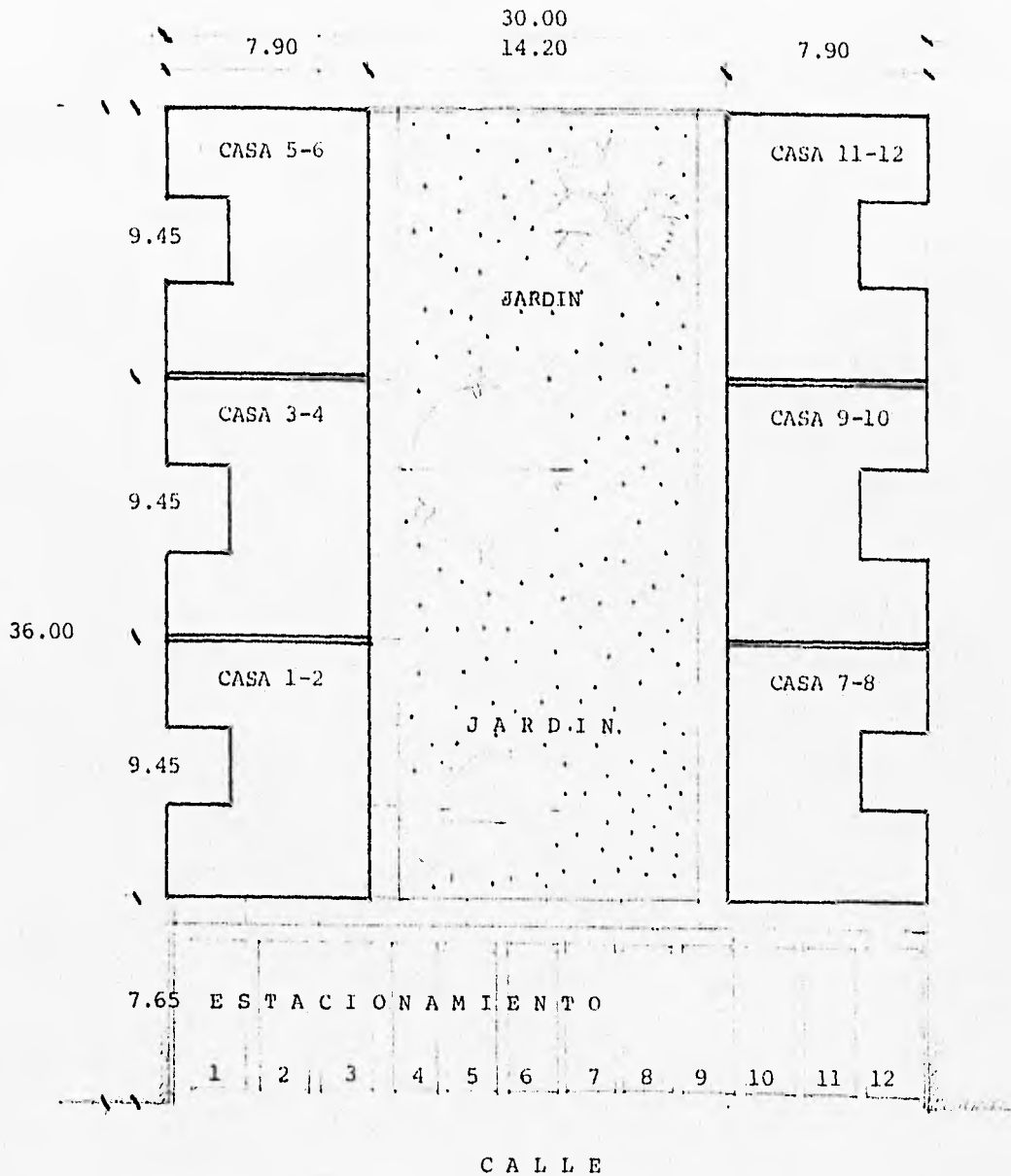
PLANTA ALTA



PLANTA BAJA

PLANO DE CONJUNTO 12 CASAS DUPLEX

TERRENO 30 x 36	1080 m ² .	100 %
AREA CONSTRUIDA	450 m ²	42 %
JARDIN (28.50 x 12.20)	363 m ²	34 %
ANDADORES	87 m ²	8 %
ESTACIONAMIENTO (30.00 x 6.00).....	180 m ²	16 %
No. DE HABITANTES	72 personas	
DENSIDAD	670 hab / hec.	



4.7.- INVESTIGACIONES PENDIENTES.

Como dijimos en el punto 4.3., es común, que al estar desarrollando una idea, se presenten otras alternativas que no se pueden seguir simultáneamente, quedando pendientes para profundizar posteriormente, en otros casos sólo hay un planteamiento preliminar, bien sea en proyectos arquitectónicos, en creación de nuevos elementos, en producción etc. A continuación enlistamos los que nos parecen mas atractivos pero que no se han desarrollado suficientemente.

1.- Por las actuales condiciones del país, la vivienda de interés social sólo puede ser de dos recamaras, pero no resuelven en definitiva las necesidades de la familia mexicana promedio, por lo que se sugiere un proyecto que acepte el crecimiento de una o dos recamaras en un nivel extra, quizá formar pequeñas unidades de 12 viviendas, con un amplio jardín central, como en el caso anterior.

2.- Realizar proyectos, para edificios multifamiliares, que concentren en un núcleo, escaleras, baños, cocinas y patios de servicio y fabricarlo industrialmente.

3.- Diseño de bloques y tabiques sísmicos, para construcción de muros, que tenga en su cara superior e inferior pequeños conectores por donde penetre el mortero de la junta, haciendo un muro más resistente a fuerzas horizontales.

4.- Diseño de bloques, que tengan huecos horizontales y verticales, para llenarlos con mortero y formar en su interior una retícula de nervios que los unan quedando sus piezas a hueso.

5.- Diseñar un sistema para fabricar muros precolados de concreto con armado mínimo, colados horizontalmente en camas apilables. Para evitar el armado excesivo por flexión, que se presenta sólo en el momento del descimbrado, hacer una estructura temporal que lo soporte.

6.- Experimentar con mayor detalle elementos de techo en vivienda rural de un sólo piso, a base de bóvedas de cañón corrido, unidas entre si con soldadura, hicimos un prototipo en el Edo. de Morelos a base de losas de 1.50 x 3.00. En la década de los 60 el Instituto Nacional de la Vivienda, construyó en Guadalajara Jal. 488 viviendas en la Unidad José Clemente Orozco, con bóvedas de cañón corrido la mayor de 2.73 x 7.72 con tres cm de espesor.

7.- Otra alternativa para techar la vivienda de un nivel, son precolados de concreto con forma de pirámides truncadas, cada uno cubre un espacio arquitectónico de 3.00 x 3.00, es conveniente que su planta sea cuadrada, pero también se puede realizar en planta rectangular. En la base superior se deja un hueco para forzar la ventilación que resulta muy apropiado en clima cálido, ya se apunto esta posibilidad en el punto 4.3.1.

8.- Se pueden diseñar los casetones tan delgados que su espesor no es dado por el cálculo estructural, ni por razones constructivas, sino por la necesidad de aislamiento térmico y acústico, por lo cual hay que probar casetones con doble manto, y cámara de aire intermedia.

9.- Para evitar las cimbras de frontera en las losas, se ha pensado en un elemento prefabricado de no más de 90 cm de longitud. Para que su colado sea siempre vertical, dotar el molde de un balancín.

10.- Experimentar mas concretos especiales, con fibras cortas, con alto indice de aislamiento térmico y acústico, concretos sin finos.

11.- Diseño de grúas sencillas de izar acordes con las necesidades del sistema, amplitud de maniobras y peso de los elementos. Ya se cuenta con un pórtico equipado con polipasto, para maniobrar precolados de 2.5 tons. cuyo costo no llega al 10 % de las grúas hidráulicas, pero sólo es utilizable en construcciones de uno o dos pisos que permitan el tránsito frontal y posterior.

CONCLUSIONES

A lo largo de este trabajo se han venido proponiendo una serie de acciones o recomendaciones para resolver el rezago de vivienda en nuestro país, a continuación se enlistan las más relevantes.

1.- Se estima que México tiene los recursos y capacidad para afrontar y resolver este reto, pero para lograrlo es necesario que como primer paso haya un organismo que coordinen las acciones a nivel nacional, para que evite el gran número de aberraciones actuales. En el inciso 2.5 expongo el Plan de Acción y en el me adhiero a la propuesta que ha existido desde hace varios sexenios de crear un Secretaría de Estado y propongo que sus cometidos principales sean:

- Contar con un programa de construcción al año 2024, garantizar a los miembros del padrón de contratistas cierta continuidad de obra
- Realizar y coordinar la investigación para racionalizar la construcción de la vivienda.
- Crear reserva territorial, para ofrecer lotes a familias de bajos recursos, a cooperativas y a promotores.
- Simplificar y abaratar el traslado de dominio, así como la tramitología y realizar campañas tendientes a modificar la cultura actual de los propietarios.

2.- En el capítulo tres se expone el gran atraso que la industria de la construcción tiene, que por la indiferencia de nosotros los profesionistas se siguen usando procedimientos ilógicos, que resultan caros y lentos. Es indispensable un cambio de mentalidad, sobre todo en las nuevas generaciones, interesarlas y capacitarlas, para que conozcan lo hecho en México, los éxitos y fracasos de los diferentes sistemas utilizados en el país y procurar interesarlos en investigar y proponer sistemas constructivos acordes con nuestra realidad económica, política, social, geográfica, para tal fin anexo al final de este trabajo los nueve sistemas que considero más trascendentes.

3.- Este cambio de mentalidad no es una quimera ni una fantasía, es una acción totalmente práctica y redituable, en el capítulo cuarto expongo las estrategias que se siguieron para conseguir ahorros importantes en tiempo, materiales y mano de obra. Que se traduce en costos de producción menores, por lo tanto sin sacrificar utilidades se puede proporcionar a los usuarios viviendas más económicas. A continuación y muy someramente trataremos de hacer una cuantificación de los ahorros que se pueden lograr, en el sistema empleado por nosotros.

■ Por mano de obra.- este concepto es alrededor del 30 al 35% del costo de la construcción, por lo tanto si se logra reducir de 45 a 28 hrs/ obrero/m² de construcción se ahorra 11.3%

■ Por material.- No sólo se logran economías por mejor dosificación del material, sino porque se abate casi totalmente los desperdicios. Esto es difícil de precisar pero conservadoramente estimo sea3%

■ Por rapidez.- En 4.5 presentamos el calendario de alzados de un edificio de 12 departamentos en el que se hizo la obra negra en 50 días laborables y se terminó todo el edificio en 72 días, esto es más o menos la mitad del tiempo necesario con sistemas artesanales. Para cuantificar los beneficios de este ahorro hay que tomar en cuenta, la reducción en los gastos indirectos de oficina, el ahorro en cargas financieras, pero sobre todo la distribución de utilidades, estimó serían a la mitad de las originales, que representaría más o menos 3%

Si sumando las partidas anteriores, vemos que se logra ahorrar el 17.3 del costo de construcción, esto por increíble que parezca es totalmente real, claro que hay que que destinar un tiempo a la planeación y al estudio del proceso antes de iniciar la obra y en el transcurso tenerla bajo control, prever los trabajos con la suficiente antelación para saber que solución dar a los diferentes problemas de obra, lo que hemos venido llamando construcción industrializada.

APENDICE

Hemos dividido el apéndice en dos partes, en el primero clasificamos los sistemas de acuerdo al material básico empleado, resultando nueve grupos, se procuró incluir todos los sistemas de los cuales tuviéramos conocimiento, si se omitió alguno fue en forma involuntaria. Algunos de ellos, han desaparecido por la poca comprensión y facilidades que las autoridades han tenido para la vivienda industrializada en los últimos 8 años. Otros en cambio siguen siendo ampliamente utilizados, tanto en México como en el extranjero, también hay algunos que apenas se están introduciendo en el mercado.

En la segunda parte del apéndice, se presentan ampliamente los sistemas que en mi opinión tienen mayor interés y que además pudimos obtener su información técnica y gráfica necesaria, para ello nos valimos de las publicaciones que estuvo sacando la Revista Obras, coincidentemente también resultaron 9 sistemas. Ojalá y esto estimule a los estudiantes y arquitectos para pensar en sistemas industrializados. En una ocasión el arquitecto Francisco Carbajal de la Cruz dijo: *"De la misma manera que aspiramos a ser dueños de nuestro propio destino, debemos de aspirar a ser dueños de nuestra propia tecnología."*

1.- De concreto hidráulico armado. (2400 kg/m³)

- Europlan; sistema de paneles prefabricados en escuadra, en moldes verticales armados en baterías de cierre hidráulico, los moldes son metálicos lo que proporciona acabados de excelente calidad en ambas caras de los elementos. Aplicando vapor a los paneles se pueden usar las baterías dos veces al día, además cada molde puede ajustarse para obtener diferentes tamaños de muros.

- Ge Jota, sistema a base de elementos de concreto fabricados en sitio utilizando moldes de madera reforzados con perfiles metálicos, los muros son hechos con bloques de 90 cm de ancho x 80 cm de alto, llamados murocon. Llevan tres perforaciones rectangulares y van armados con

malla hexagonal de acero, las dovelas a las que llaman bovecon también llevan huecos para aligerarlas, miden 84 x 45 cm y se apoyadas sobre viguetas pretensadas. Anteriormente tenían un sistema a base de paneles que se unían vertical por medio de castillos colados en obra.

- Meccano cimbra integral, metálica para colado de muros y losas. Consiste en una serie de cimbras y elementos de acero que unidos entre sí por un tipo de sujeción único, tornillos de acero cónicos autocentrantes conforman cualquier clase de molde para un vaciado de concreto de distintos espesores, los moldes pesan 29.4 kg/ m² y están fabricados en acero de 2.6 mm de espesor, reforzado a cada 25 cm, se pueden llegar a usar de 500 a 800 veces según el fabricante, y no requiere de equipos especiales para maniobras. Cuando es utilizado en vivienda se prepara el molde de toda ella, y se cuele en una sola operación. El acabado que proporciona es sumamente terso por lo cual sólo requiere ser pintada.

Los siguientes sistemas se detallan con bastante emplitud en la segunda parte de éste apéndice por lo tanto, de momento sólo mencionamos las características más generales.

- Cimbramex y Concreacero, cimbras racionales para colado de muros, forro de triplay con estructura metálica.

- Sistema Cortina, losas y muros levantados simultáneamente.

- Jarmex sistema a base de módulos tridimensionales de una o de dos habitaciones.

- Sistema Sofre, sistema de grandes paneles en forma de casetón, producidos a pie de obra.

2.- De concreto pretensados .

- Spandek sistemas a base de paneles extruidos aligerados con tres huecos rectangulares, producidos en grandes camas de 1.20 m de ancho, en espesores de 15, 20 y 30 cm y cortados

posteriormente en longitudes variables máximo 15 m la tecnología empleada es muy similar a la anterior.

- Tecsisa, sistema a base de grandes paneles aligerados con ductos rectangulares transversales al pretensado usados en losas y muros, se realizaban en la planta de Los Reyes Estado de México, se complementan con escaleras y algunos elementos espaciales. se puede montar un nivel de cuatro departamentos, cada dos días.

- Ticonsa sistemas a base de grandes paneles hechos a medida y aligerados con huecos.

- Sepsa a base de paneles extruidos y pretensados de 1.20 m de ancho , aligerados con huecos redondos longitudinales, (se detalla más adelante)

3.- Concretos ligeros.

- F.G. Constructores Sistema a base de colados monolíticos empleando cimbra racional de acero y fibra de vidrio y concreto de 1600 kg/m³ a base de cemento, jal, tezontle. Ganó el primer lugar del II Concurso de Tecnologías para la Vivienda de Interés Social organizado por SEDESOL.

- Garci, sistema a base paneles termoacústicos y ligeros de uso estructural, a base de arena, resinas, fibras cortas y perlas de poliestireno expandido y montadas en estructura metálica de perfiles tubulares (P.T.R.) de diferentes calibres.

- Síporex, con placas a base de concreto celular hecho con arena molida y polvo de aluminio de 50 cm de ancho y diferentes espesores para ser empleados en muros y losas. (se detalla más adelante)

4.- Agregados de origen forestal con cemento.

- Sistema Guadiana, se fabrican tableros estructurales de 16 mm de espesor con aserrín y cemento, prensadas para lograr una superficie completamente tersa, con ellas se forman paneles modulados para muros, pueden realizarse construcciones hasta de 2 niveles. En los techos se usan hojas sencillas del mismo material sobre estructuras de madera. Es incombustible y resistente a la humedad, los hongos y las termitas, y buen aislante térmico y acústico además de ser maquinable con herramientas para madera.

- Paneles de Madera y Concreto, empleando hojas de Pamacon hecho con fibras largas de madera aglutinadas con cemento portland, se ha desarrollado un sandwich de 2.40 m de alto. hasta por 3.05 m de largo, que prevé cavidades para alojar pequeños castillos de concreto a cada 60 cm . En las losas de entrepiso y techo se emplea el mismo material, pero el procedimiento tiene, pequeñas variantes.

5.- Con Núcleo de poliestireno expandido.

- Thermopanel los paneles se forman con perfiles de lámina de acero galvanizado, enmarcando un núcleo de espuma de poliestireno expandido de alta densidad, sobre el thermopanel se fija una malla hexagonal de alambre de acero galvanizado para recibir el aplanado de arena cemento.

- Thortha este sistema consiste en la utilización de moldes y accesorios metálicos para la fabricación de paneles de concreto reforzado, con un núcleo de poliestireno de baja densidad de 7.5 cm de espesor, usados en muros y losas. Este sistema ganó el primer lugar en el Encuentro para la Vivienda organizado por AURIS en 1984.

- Panel "W" sistema de paneles con estructura tridimensional de alambre # 14 y un núcleo de espuma de poliuretano, que se aplanan con mortero de arena cemento (se detalla más adelante)

6.- Madera

- Papanoa. Es un sistema a base de bastidores modulares con piezas de madera de pino tratadas sobre las que se fijan diferentes tipos de membranas como, paneles de yeso, muro malla o metal desplegado. (se detalla más adelante).

7.- Estructura metálica y elementos de cierre diferentes

- Ypsacero y Peralta print: Es un sistema a base de sistemas estructurales de perfiles de acero galvanizado de calibres del 18 al 22 con forros de paneles de tablaroca, muro malla, duela de madera. (se detalla más adelante)

8.- Elementos de cierre metálicos.

- Multipanel. Es un sistema diseñado y fabricado por Industrias Monterrey S.A. es un sandwich integrando un núcleo de espuma rígida de poliuretano a dos cubiertas de lámina de acero, rolada en frío, galvanizado y pintado, con un diseño de juntas hembra y macho. en espesores de 38 a 101 mm y longitudes desde 1.50 hasta 10.16 m en anchos de 80 y 86 cm se utiliza en techos y muros exteriores e interiores.

9.- Con cubiertas y elementos de cierre mantos curvos

- Superdom. Estructura geodésica, los tubos pueden ser de aluminio o acero y la cubierta con paneles triangulares de 7.5 cm de espesor, formados con un sandwich de espumas plásticas, cubierto exteriormente con lámina de acero e interiormente con laminados de plástico y sellado las junta con neopreno. Se fabricaban cinco diseños en tres medidas de 7.90 a 13.50 m.

- Vitrofibras. En base a un proyecto del arquitecto Juan José Díaz Infante, empleando módulos de fibra de vidrio, se forma una estrella con seis brazos para alojar una vivienda.

SISTEMA CIMBRA - MEX.

Sistema constructivo universal con base en cimbra integrada por paneles estructurados con perfiles metálicos y tablero de madera contrachapada, para colado monolítico de muros y/o losas, columnas, trabes, etc. de concreto destinada a viviendas unifamiliares y multifamiliares.

Este sistema de origen estadounidense, hoy extendido a todo el mundo, se basa principalmente en los paneles modulares con marco metálico y cara de contacto de madera, que se unen entre sí por medio de elementos especialmente diseñados para facilitar y optimizar todas las operaciones de cimbrado y descimbrado de muros, trabes, columnas, losas, etc.

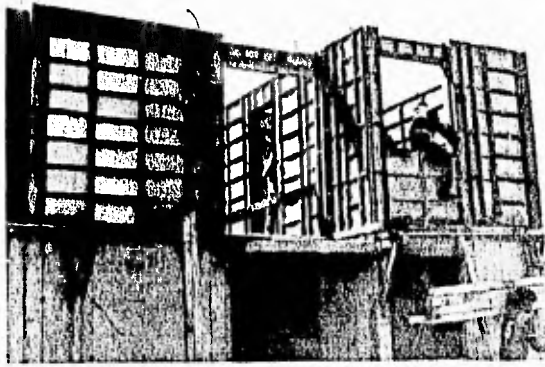
El sistema "Cimbra - Mex " ha sido utilizado con gran éxito desde hace más de 15 años en México, en obras civiles, industriales y de vivienda de interés social.

El éxito del sistema radica principalmente en la versatilidad y adaptabilidad del mismo a cualquier proyecto así como a la facilidad de su aplicación y manejo. Estas características permiten obtener un alto rendimiento del personal así como en general una elevada productividad en la obra.

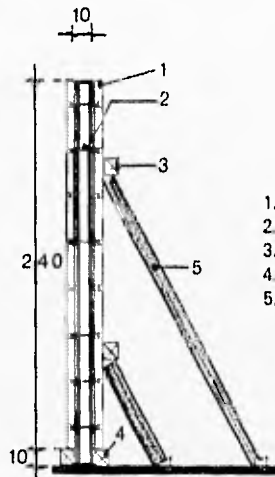
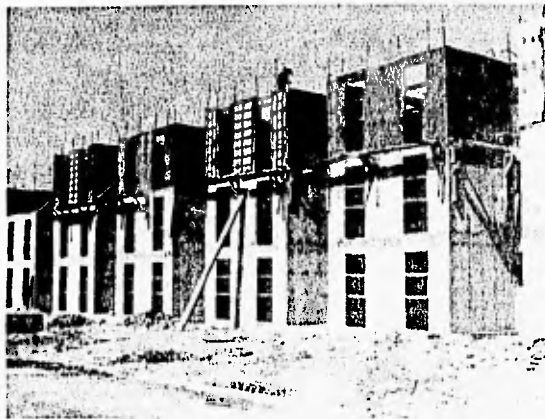
Considerando la diversidad de necesidades en la construcción, la empresa Cimbra - Mex, S.A. ofrece su equipo en venta o también en renta, para facilitar su uso y aplicación. Además proporciona el servicio de ingeniería en todo el país tanto en el aspecto de asesoría como en el diseño de la cimbra, desde el proyecto, su inicio y durante el transcurso de la obra.

DATOS TECNICOS

1. Componentes:	Perfiles metálicos "T", tablero de madera de (triplay), tirantes recuperables para proporcionar la separación entre paneles, cerrojos para unir los paneles y las cuñas que sirven para fijar los tirantes a los paneles.
2. Elementos:	Paneles formados por los perfiles metálicos y los tableros de madera contraclapada, en medidas estándares de 30 cm. y múltiplos hasta 60 cm. de ancho, por 2.40 m. de altura.
3. Tiempo de ejecución:	El cimbrado, colado, descimbrado de muros para una vivienda de 52 m ² ., lo hacen de 8 personas en un día. Este sistema es para muros, debe coordinarse la solución de las losas para lograr una producción en serie.
4. Cimentación:	Se diseñará de acuerdo a la carga total y la resistencia y condiciones del terreno.
5. Muro de carga:	De 8 a 15 cm. de espesor, con concreto de 150 kg/cm ² y reforzado con malla electrosoldada, según el caso.
6. Muros de relleno:	Preferiblemente también de concreto en espesor de 8 cm.
7. Entrepisos:	Se puede recurrir a cualquier solución por la versatilidad de este sistema.
8. Escalera:	De concreto o de cualquier tipo.
9. Techos:	Igual que losa de entrepiso.
10. Módulo de diseño:	Múltiplos de 30 cm., considerando la posibilidad de utilizar elementos de ajuste.
11. Norma mexicana:	Se aplican las normas relativas a concreto.
12. Norma extranjera:	Se aplican las normas internacionales para concreto.
13. Opinión técnica:	Este sistema se utiliza desde hace 15 años para vivienda del Infonavit, Fovissste, Fovi, etc.
14. Registro:	Cámara Nacional de Comercio Núm. 62589.
15. Maao de obra:	No especializada, con alto rendimiento proporcionado por el diseño, dimensiones y manera de ensamblar los elementos de cimbra.
16. Equipo y herramienta:	No requiere de equipo ni herramienta especial ya que todos los elementos y accesorios del sistema son fácilmente trabajables.
17. Transporte:	En cualquier tipo de transporte ya que por sus dimensiones convenientes y peso, no requiere de otro especial.
18. Instalaciones:	Quedan ahogadas en los elementos estructurales, tanto en muros como losas, evitando el ranurado.
19. Acabados:	Se puede aplicar el acabado que se requiera.
20. Aislamientos:	Se pueden manejar diferentes agregados o placas de poliestireno de acuerdo a las necesidades específicas del sitio. Para el concepto acústico se pueden utilizar materiales de recubrimiento ad-hoc.
21. Durabilidad:	Alta, con un mínimo de mantenimiento.
22. Aplicación del sistema:	Versátil, para cualquier tipo de obra, no solamente vivienda.
23. Obras principales:	Cuautitlan Izealli (Infonavit) 10,000 viviendas. Tultitlan y Ecatepec (Fovi) 10,000 viviendas. Torres de Atizapan, Méx. (Fovissste) 500 viviendas. La Pimienta, Zacatecas (Fonhapo) 750 viviendas.

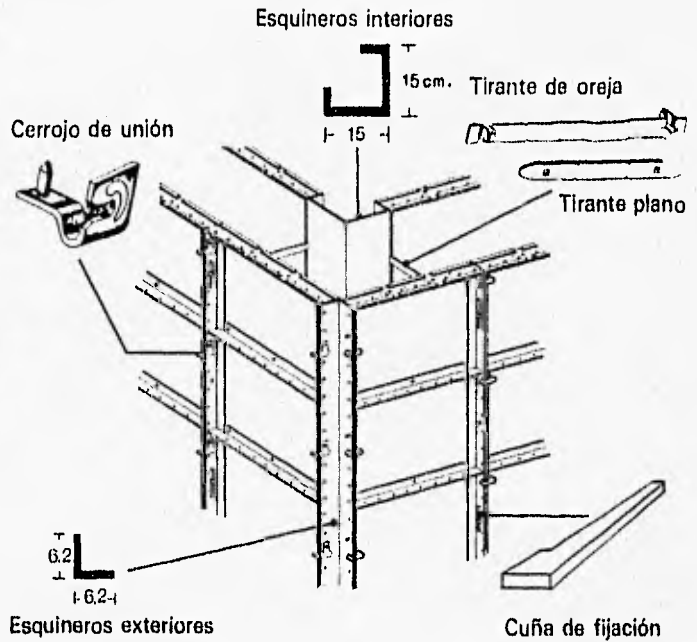
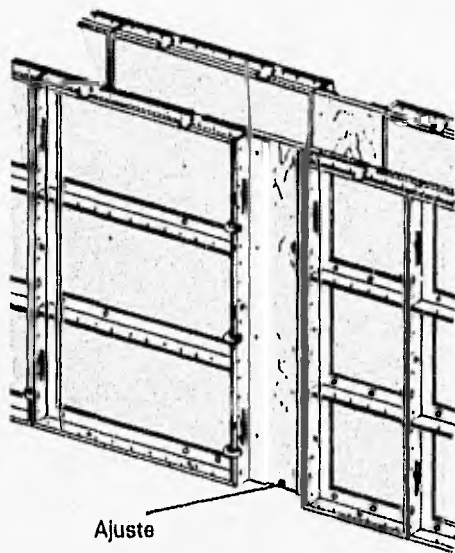


Modulación de muros en casa habitación



- 1.- Panel estándar
- 2.- Tirante estándar
- 3.- Alineador horizontal de madera
- 4.- Tablón base de arrastra
- 5.- Apoyo lateral de madera

Corte A-A'



SISTEMA CORTINA

Sistema constructivo con base en muros de carga y losas de concreto reforzado vaciados en el lugar, a nivel del terreno, eliminando cimbras tanto para las losas como para los muros. Estas se reducen a los bordes de los mismos.

La filosofía del sistema consiste en tener prefabricación en el sitio, ocupando en su mayor parte, la misma superficie del edificio. Así se elimina la necesidad de tener inversiones en plantas, transportes especiales, etc.

El sistema es una innovación al sistema de "losas levantadas" (Lift-Slab) porque consiste precisamente en incluir también los muros de carga, o sea es un sistema de "losas y muros de carga levantados" .

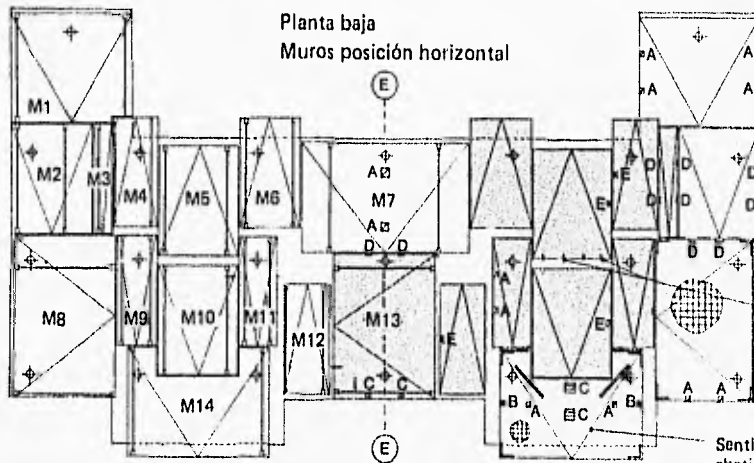
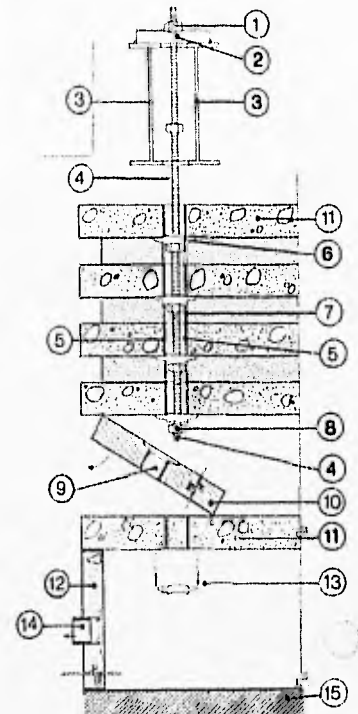
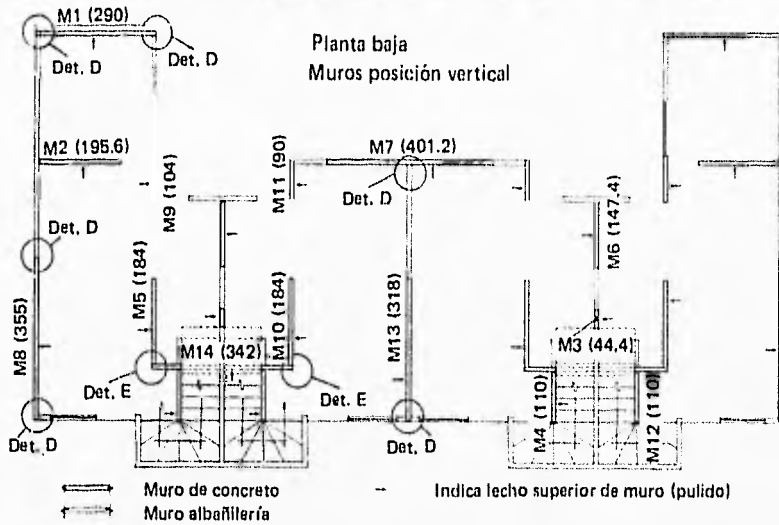
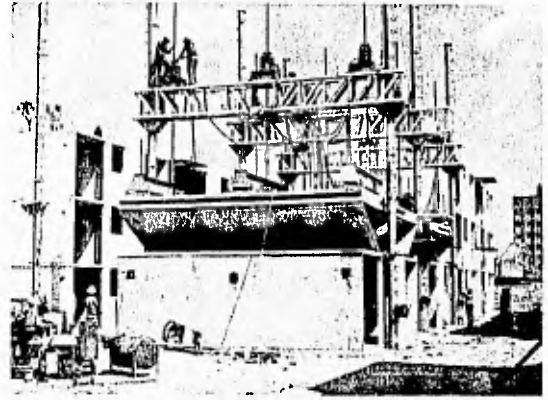
El primer edificio izado con este sistema, inventado por el Ing. Pablo Cortina Ortega, tuvo lugar en el año de 1974. De entonces a la fecha, se ha venido desarrollando y perfeccionando en todos sus aspectos, desde el punto de vista mecánico, estructural, etc. Permite soluciones arquitectónicas y constructivas de una alta productividad y calidad.

Según su autor, la alta productividad que se consigue con este sistema, implica una reducción considerable en el tiempo de ejecución de las obras, de 100 a 57 días.

Y desde el punto de vista estructural, ha probado su capacidad al aplicarse a zonas altamente sísmicas, no sólo en México sino en otros países, como Colombia, Ecuador, Venezuela, Indonesia y Trinidad Tobago.

DATOS TECNICOS:

1. Componentes:	Concreto, malla de acero electrosoldada, varilla de acero.
2. Elementos:	Muros y losas de concreto reforzado prefabricados en el sitio y paneles de cierre diversos.
3. Tiempo de ejecución:	78 días hábiles para construir 1950 metros cuadrados, un edificio de 5 niveles, con 30 departamentos.
4. Cimentación:	Convencional, dependiendo de la naturaleza del terreno.
5. Muros de carga:	Exteriores e interiores : concreto reforzado. Peso: 192 kg/m ² .
6. Muros de relleno:	Block hueco de barro, elementos de tablero estructural de cemento, diversos paneles.
7. Entrepisos:	Losas de concreto reforzado, planas. Peso: 288 kg/m ² .
8. Escaleras:	De concreto reforzado, prefabricadas en sitio.
9. Techo:	Igual que entrepiso.
10. Módulo de diseño:	Se puede aplicar cualquier módulo.
11. Norma mexicana:	Normas para concreto reforzado y acero de refuerzo.
12. Norma extranjera:	Cumple con normas internacionales.
13. Opinión técnica:	Favorable Infonavit, Fovi.
14. Registro:	25 patentes en el mundo.
15. Mano de obra:	Convencional, mediante una capacitación a corto plazo de los operadores de los equipos de izaje.
16. Equipo y herramienta:	Equipo de izaje, compuesto por columnas de acero que se instalan provisionalmente para el izaje, travesantes y gatos hidráulicos. (ver detalle y fotos)
17. Transporte:	Se requiere únicamente para los insumos, que son convencionales, así como para el equipo de izaje.
18. Instalaciones:	Se integran a los muros y a las losas. Es factible la utilización de "muro húmedo"
19. Acabados:	Convencionales, no requiriendo aplanados por la tersura que se logra en muros y losas, solo pintura.
20. Aislamientos.	Los que proporcionan el concreto y los diversos materiales usados en muros de relleno.
21. Durabilidad:	Alta, proporcionada por el concreto.
22. Aplicaciones	Unifamiliares y multifamiliares de dos hasta ocho niveles: en vivienda, hoteles, hospitales, etc.
23. Obras principales:	Edificios para vivienda de interés social, construidos para Infonavit y Fovissste en la República. Edificios para vivienda en los países mencionados. Actualmente el sistema es aplicable con una alta productividad y rendimiento a construcciones de dos niveles.



El eje E es el eje de simetría, el refuerzo indicado a la derecha del mismo, se colocará a la izquierda y viceversa.

Todos los muros se reforzarán como lo indica el muro M8, excepto al M14 que será diferente debido a su configuración

Altura de muro 2.40 m.

Muro que se cuela en este lugar para aprovechar la superficie y posteriormente se traslada a su posición correcta

⊕ Punto de izaje

- ⊕ A Conector conc. - albañilería o conc.-conc. (por lecho alto)
- ⊕ B Conector conc. - albañilería o conc.-conc. (por lecho bajo)
- ⊕ C Conector conc. - albañilería (por ambos lachos)
- ⊕ D Conector conc. - albañilería (en el canto del muro)
- ⊕ E Conector conc.-conc. (en eje de muro)
- Conector muro-loza Ø No 3

- 1.- Tuerca llave superior
- 2.- Placa de apoyo
- 3.- Vigueta IPR
- 4.- Barra de izaje
- 5.- Ducto de losa
- 6.- Plato de izaje
- 7.- Ducto en muro
- 8.- Tuerca llave inferior
- 9.- Paso en muro
- 10.- Muro
- 11.- Losa
- 12.- Muro vertical plomeado
- 13.- Plato recuperable
- 14.- Ducto recuperable
- 15.- Cimentación

SISTEMA JARMEX

Son estructuras tubulares de concreto reforzado totalmente terminadas en planta, incluso amuebladas, conducidas a su lugar de destino por transportes especiales.

Estos cajones o módulos tridimensionales son totalmente autocimentables, esto es, tienen cimentación propia y, por tanto, no requieren de ella en el lugar de la obra. Tienen aislamientos termo-acústico en las losas de piso y techo. Su montaje se puede realizar en edificios de tres niveles con sólo colocar un "cajón" sobre otro, uniéndose entre sí con soldadura. Para zonas sísmicas se incluye un postensado vertical.

La terminación completa en fábrica incluye todas las instalaciones, dando a la estructura base o módulo una gran versatilidad.

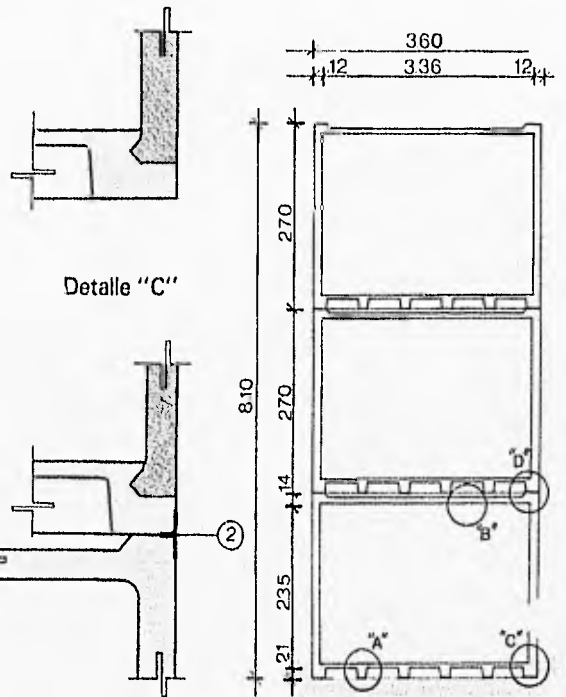
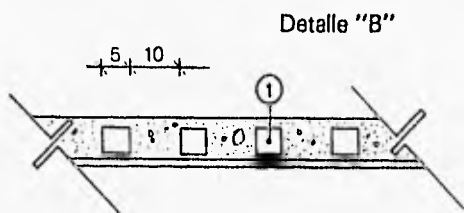
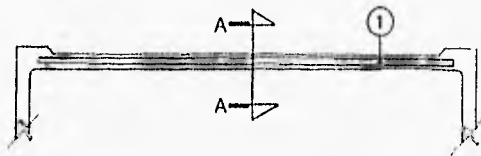
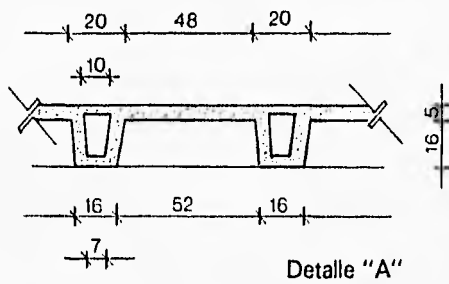
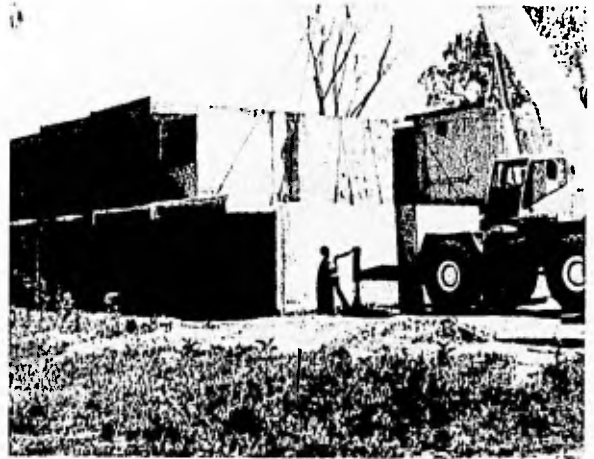
El sistema corresponde a una tecnología 100% mexicana, desarrollada con apoyo del Fonep durante la pasada década, después de seis años de investigación y experimentación; hasta alcanzar la construcción de la primera planta productora de módulos tridimensionales de concreto en América Latina. El desarrollo técnico fue realizado por el ingeniero Atanasio Jarero.

Considerando que es un producto terminado en planta, lo hace ser un sistema muy viable para lugares carentes de infraestructura, producción de materiales de construcción y mano de obra calificada. Asimismo, es una solución para los centros de aglomeración urbana, ya que se puede poner en servicio gran cantidad de viviendas sin acarrear mano de obra, con los problemas que ello implica incluyendo el aumento, posteriormente, de los "cinturones" urbanos, al no regresar la gente a su lugar de origen.

Este sistema constructivo se comercializa mediante concesión autorizada. La aplicación de los muros en viviendas, además de abatir tiempos y costos, permite atacar varios frentes simultáneamente y, el crecimiento, la disminución y hasta la reubicación de viviendas.

DATOS TECNICOS.

1. Componentes:	Concreto normal, acero y materiales de obra tradicional.
2. Elementos:	Módulos tridimensionales de concreto con aislamiento de poliestireno en piso y techo.
3. Tiempo de ejecución:	A partir del noveno día de producción en planta, hasta seis viviendas diarias de 50 m ² cada una.
4. Cimentación:	Es autocimentable, mediante una losa nervada como "losa flotante".
5. Muros de carga:	Corresponden a los muros laterales del "tubo de concreto". De 9 cm. se arman con malla. Un módulo de 7.85m x 3.30m tiene un peso de 15,555 kg.
6. Muros de relleno:	Acepta todo tipo de muros y paneles existentes en el mercado.
7. Entrepisos:	Corresponden a la losa inferior del módulo. La cara inferior de la losa superior del mismo lleva tirol.
8. Escalera:	Cualquier tipo, prefabricada.
9. Techo:	Los techos y azoteas corresponden a la losa superior de la estructura modular.
10. Módulo de diseño:	La altura interior es siempre de 2.35 m libres. Los anchos pueden ser de 3.10 a 3.60 m con variación de 5 cm. y el largo hasta de 9 m en la base, pudiendo llevar voladizos hasta de 1.20 m a cada lado, que se pueden usar como pasillos de ingreso o patios en planta alta.
11. Norma mexicana:	No hay, cumple con todos los requisitos del reglamento de construcción del D.D.F.
12. Norma extranjera:	Cumple con las normas internacionales conocidas.
13. Opinión técnica:	Favorable: Infonavit, Fovissste, etc.
14. Registro:	Expediente SIC 155303 por el sistema general.
15. Mano de obra:	Obreros generales, sin especialización en la construcción.
16. Equipo y herramienta:	Planta Jarmex especialmente diseñada tanto fija como semiportátil con producción variable de 2 a 12 módulos por día. Montaje: grúa hidráulica de 45t. todo el equipo de fabricación, transporte y arneses de montaje los produce la propia empresa y los suministra a los concesionarios de la tecnología.
17. Transporte:	"Camas bajas" de diseño con sistema especial de suspensión.
18. Instalaciones:	Totalmente integradas y terminadas en fábrica. En el montaje del módulo, el trabajo se reduce sólo a la interconexión entre módulo y módulo y a las redes generales del predio.
19. Acabados:	Acepta todo tipo de acabados, materiales comunes, los que se aplican a la fábrica.
20. Aislamientos:	Sobrepasan las tradicionales, con grandes ventajas en todo clima.
21. Durabilidad:	Similar a cualquier edificación de concreto reforzado que cumple con todos y cada uno de los reglamentos de construcción y recomendaciones de los organismos internacionales.
22. Aplicación del sistema:	Vivienda unifamiliar y multifamiliar, escuelas, hospitales, hoteles y moteles, etc., hasta de 3 niveles.
23. Obras principales:	Lázaro Cárdenas, Guadalajara, en el estado de Tabasco y México, D.F. Existen tres tecnologías similares en el mundo: Sacry-Hotel del Río Hilton en San Antonio Texas. Hábitat Expo de Montreal, Arq. Moshe Safdie. L. & N. Dinamarca.



1. Styrolit N-55 x 5 cm.
2. Soldadura



SISTEMA PANEL W

Sistema constructivo constituido por paneles con una estructura tridimensional de alambre de acero calibre 14 electrosoldada, integrada a un núcleo de espuma de poliuretano.

La estructura se fija a la cimentación mediante anclajes de varilla a cada 30 cm. aproximadamente.

Una vez fija la estructura del panel a las anclas, se unen los paneles entre sí con un refuerzo especialmente diseñado para ese efecto.

Los paneles son de 1.22 metros de ancho por 2.44 de largo, o más. El peso de los mismos sin recubrimientos es de aproximadamente cinco kilogramos por metro cuadrado.

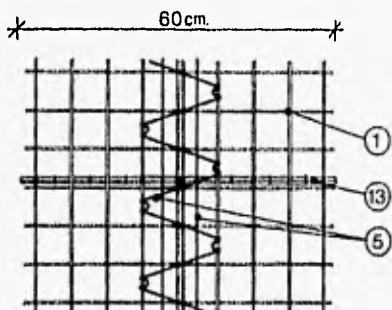
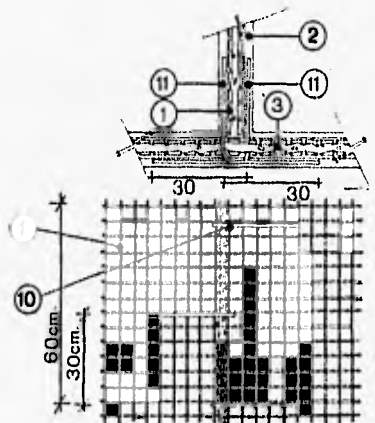
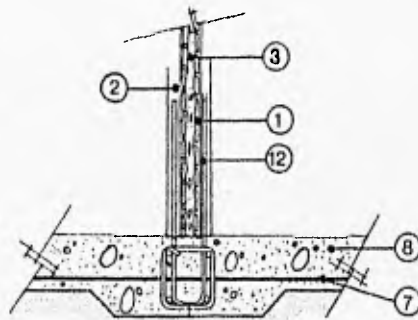
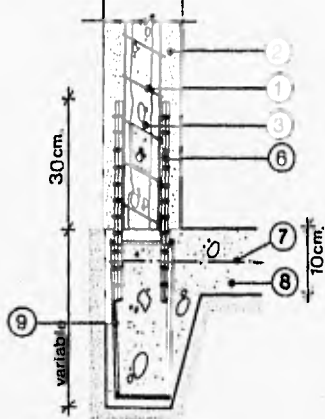
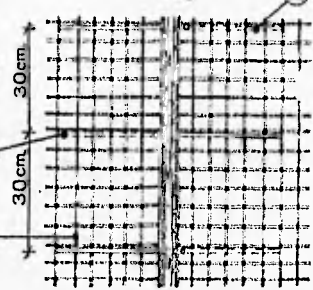
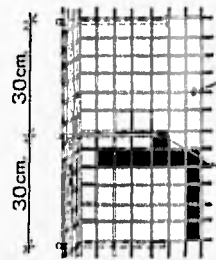
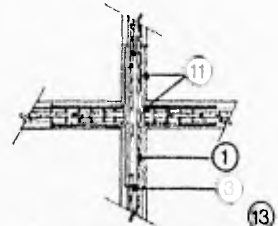
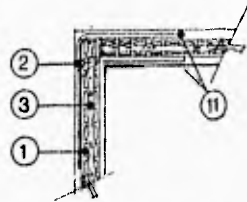
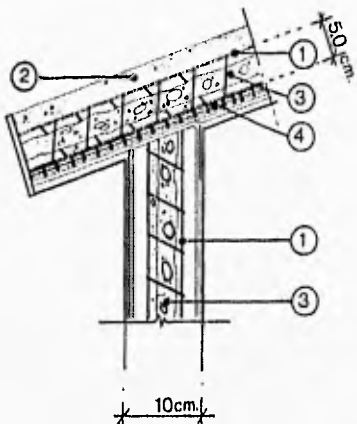
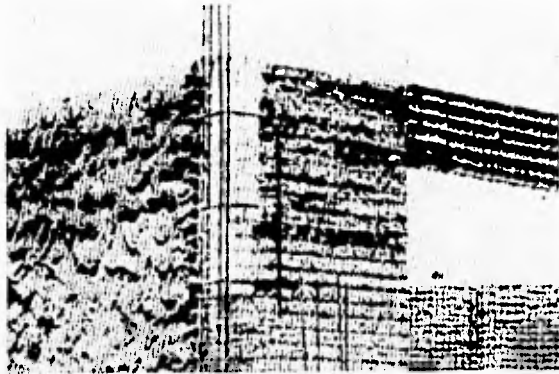
Una vez que se tienen los muros formados, se procede a construir la losa con los mismos paneles, uniéndolos a los muros mediante segmentos de varilla a cada 30 cm. Teniendo la envolvente, se aplica mortero de cemento 1:4 en ambas caras en un espesor de 2.5 ó 3.75 cm. de cada lado, dependiendo de las condiciones de carga. Las losas llevan acero de refuerzo adicional dependiendo de los claros y las cargas a soportar.

El panel es aplicable como elemento soportante a edificios de dos niveles y también para fachadas, pretilas, parteluces, antepechos, volados, etc. así como combinándolo con otros sistemas constructivos convencionales o industrializados.

Este sistema combina la resistencia del acero y el mortero con el excelente aislamiento térmico del poliuretano.

DATOS TECNICOS

1. Componentes:	Estructura tridimensional de alambre de acero calibre 14 electrosoldada a una separación de 5 cm. Núcleo de espuma rígida de poliuretano de 2.5 cm. de espesor. Mortero de cemento 1:4 aplicado en obra en espesores de 2.5 y 3.75 cm., en cada lado de la estructura.
2. Elementos:	Paneles en base a núcleo de espuma rígida de poliuretano de 2.5 cm. de espesor, con una estructura tridimensional de alambre de acero calibre 14, electrosoldada, integrada al núcleo y a una separación de 5.0 cm.
3. Tiempo de ejecución:	
4. Cimentación:	Losa corrida de concreto reforzado con malla electrosoldada y rigidizada mediante nervaduras de concreto reforzado, perimetral y bajo muros de carga.
5. Muros de carga:	Exteriores e interiores: de 7.50 ó 10 cm. de espesor, peso aproximado: 100 a 150 kg/m ² .
6. Muros de relleno:	Igual que para muros de carga, aunque el espesor más usado es 7.5 cm.
7. Entrepisos:	Estructurados con el mismo panel y refuerzo adicional de acero de acuerdo con claros y cargas.
8. Escalera:	Puede estructurarse con el mismo panel para recibir posteriormente escalones de cualquier material.
9. Techos:	Igual que entrepisos.
10. Módulo de diseño:	Múltiplos y submúltiplos de 1.22 m.
11. Norma mexicana:	Pendiente de elaborarse.
12. Norma extranjera:	Pendiente de elaborarse.
13. Opinión técnica:	Fovi, Bancomer, Infonavit, Ayuntamiento de Guadalajara, Instituto de Ciencias Exactas y Terrestres, Universidad Autónoma de Guadalajara, International Conference of Building Officials.
14. Registro:	Los de las cámaras de comercio y de la cámara de la construcción.
15. Mano de obra:	Capacitación a corto plazo, utilización de obreros de albañilería.
16. Equipos y herramientas:	No requiere equipo especial para transporte ni izaje. Herramientas: cizallas, pinzas, sierra con disco para cortes.
17. Transporte:	Camión, ferrocarril, barco, avión, etc.
18. Instalaciones:	Prefabricadas o convencionales, colocadas antes de aplicar el mortero sobre la estructura tridimensional.
19. Acabados:	Recibe cualquier tipo de acabados para exteriores así como para interiores. No requiere de acabados especiales.
20. Aislamientos:	Aislamiento térmico: el núcleo de espuma de poliuretano tiene un factor $K = 3.22 \text{ kcal/cm}^2 \text{ } ^\circ\text{C hr}$. Coeficiente de absorción de sonido: 0.32 N.R.C.
21. Durabilidad:	Alta, proporcionada por el mortero de cemento.
22. Aplicación del sistema:	Edificios para vivienda, escuelas, clínicas, oficinas, etc. hasta dos niveles. Antepechos, pretilas, parteluces, elementos de fachada, etc.
23. Obras principales:	Por su amplia difusión se ha hecho obra en todo el país.



- 1.- Estructura Panel W
 $f_v \approx 4,200 \text{ Kg/cm}^2$.
- 2.- Mortero cemento-arena de rfo
 $1:4 \text{ f'c} = 100 \text{ Kg/cm}^2$.
- 3.- Poliuretano
- 4.- Acero de rfoz. adicional (A.R.)
- 5.- Tira de zigzag
- 6.- Anclaje #3 @ 30 cm. c/lado.
- 7.- Malla electrosoldada
- 8.- Losa cimentación

- 9.- Armado trabe rigidez
- 10.- #3 @ 30 cm. alternadas.
- 11.- #3 @ 30 alternada c/cara.
- 12.- E u #3 @ 30 (± 10) cm.
- 13.- #3 @ 60 alternadas c/cara).

Unión paneles con zigzag

SISTEMA PAPANOA

Este sistema constructivo aprovecha la madera de pino de los bosques mexicanos, recurso natural renovable, mismo que se encuentra en los estados de Chihuahua, Durango, Jalisco, Michoacán, Guerrero, México, Hidalgo, Oaxaca y Chiapas; mediante el aserrío, dimensionado, tratamiento por impregnación a presión y secado.

La estructura se integra por componentes de madera de pino tratada, para formar bastidores modulados, para muro de carga y de relleno, encuadrándose mediante piezas que corren en forma horizontal como pieza base y superior.

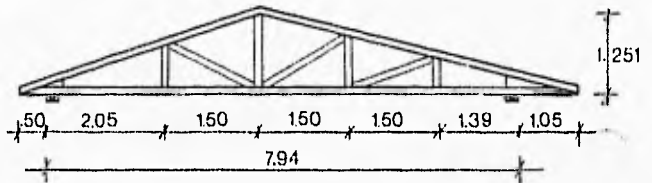
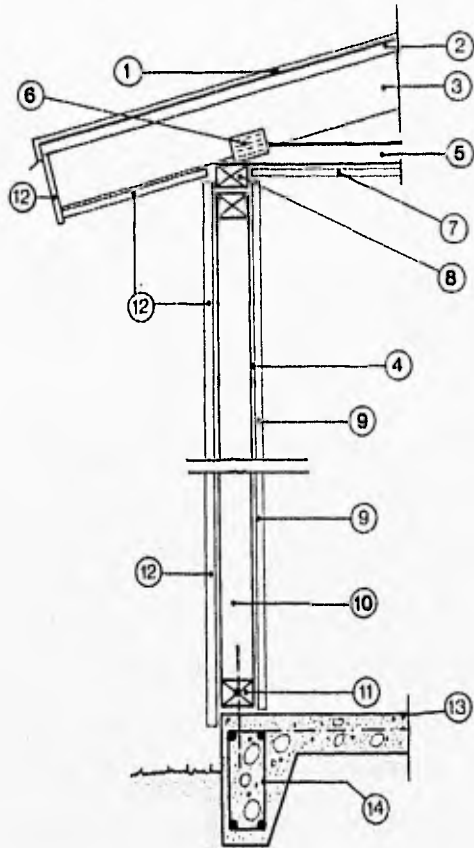
Para los dinteles en puertas y ventanas se utilizan piezas de mayor peralte. Los entrepisos se estructuran mediante armaduras de cuerdas paralelas. Los techos se estructuran con armaduras de madera tratada uniendo los diferentes miembros con placas de lámina de acero galvanizado, troqueladas formando un clavo múltiple.

Sobre este tramado se fijan diversos tipos de membranas con las características necesarias para resolver diversos factores de tipo térmico, acústico, resistencia al fuego, resistencia al impacto, viento, sismo, lluvia, etc. que además contribuyen con el propio tramado de la estructura para tomar los esfuerzos de cargas estáticas así como accidentales; viento, sismo, etc.

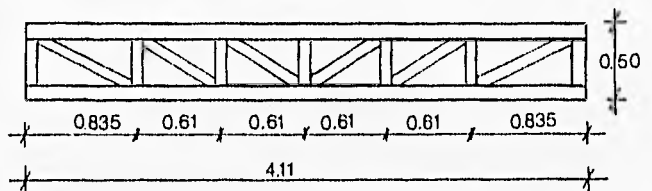
El tratamiento que se aplica es con sales de cobre, cromo arsénico, confiriendo inmunidad a la madera para el ataque de insectos así como de microorganismos.

DATOS TECNICOS

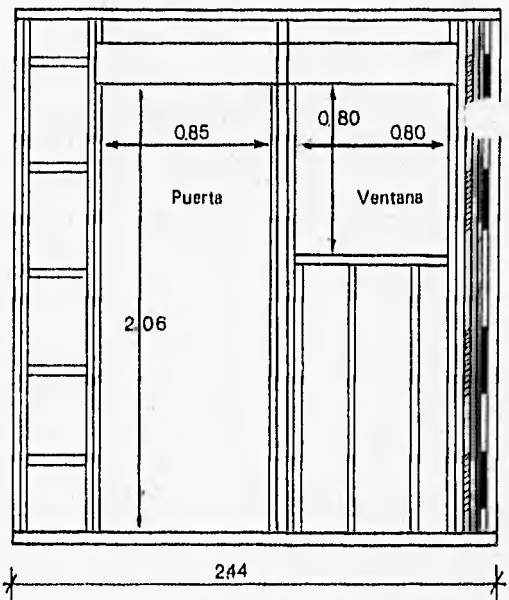
1. Componentes:	Piezas de madera de pino tratada, de 38 mm. x 89 mm., 140 mm. y 190 mm., por diversos largos. Conectores estructurales de lámina de acero galvanizado troquelado, formando clavo múltiple. Paneles de yeso, triplay, tablero estructural de cemento y mironalla o metal desplegado para recibir aplanados.
2. Elementos:	Bastidores integrados con los componentes de madera, a cada 62 cm. máximo y Armaduras de madera.
3. Tiempo de ejecución:	500 casas en cuatro meses y medio. Una casa, de dos a tres meses.
4. Cimentación:	Losa corrida de concreto reforzado, con nervaduras, perimetrales y bajo muros de carga.
5. Muros de carga:	Exteriores: bastidores modulados, con piezas de madera de 38 x 89 mm., revestidos con paneles de yeso por el interior y tablero de cemento y/o mironalla o metal desplegado para recibir aplanado, por el exterior. Espesor: 13 cm. Peso: de 35 a 76 kg/m ² . Interiores: estructurados igual que muros de carga, revestidos con paneles de yeso, Espesor: 12 cm. aproximadamente. Peso: de 26 a 36 kg/m ² .
6. Muros de relleno:	Igual que muros interiores.
7. Entrepiso:	Estructurados con armadura de cuerdas paralelas a cada 40.6 y/o 61 cm., con panel de yeso de 13 mm., como membrano inferior, piso de tablero contrachapeado de 19 mm., o tablero estructural de cemento de 18 mm., con firme de concreto armado con malla electrosoldada en espesor de 4 cm.
8. Escalera:	De madera de pino.
9. Techos:	Estructurado con armadura de madera, con pendiente, a cada 61 cm., con membrana inferior de panel de yeso de 13 mm. y cubierta de tablero contrachapeado de 19 mm., o tablero estructural de cemento de 18 mm., para recibir impermeabilización y/o teja.
10. Módulo de diseño:	61 cm.
11. Norma mexicana:	Cumple con normas de la DGN, así como con Reglamento de Construcciones del DDF.
12. Norma extranjera:	Cumple con diversas normas ASTM.
13. Opinión técnica:	Fovi, Bancomer, InJonavit, Penrex, Caplee, Fonatur, DDF, favorable.
14. Registro:	Como fabricante autorizado y licenciario de la patente Gang Nail Systems, Inc., en México.
15. Mano de obra:	Capacitación a muy corto plazo, carpinteros de obra negra, colocadores de paneles y tableros, etc.
16. Equipos y herramienta:	No requiere de equipo especial para transporte, izaje o montaje. Herramienta de carpintería, atornillador eléctrico, sierras, etc.
17. Transporte:	Convencional.
18. Instalaciones:	Convencionales o prefabricadas.
19. Acabados:	Convencionales o especiales, tanto al interior como al exterior.
20. Aislamientos:	Debido a la cavidad que se genera entre las membranas, se pueden colocar diversos materiales para cumplir diferentes condiciones de aislamiento térmico y acústico.
21. Durabilidad:	Alta, proporcionada por el tratamiento a la madera.
22. Aplicación del sistema:	Edificios para vivienda, hoteles, escuelas, talleres, hospitales, etc., hasta tres niveles.
23. Obras principales:	Bosques de Tarango: 62 casas., SARH: 20,000 m ² . Fideicomiso Acapulco,; 500 casas. Hotel Playa Linda.



Armadura para techo con despiece



Armadura entrepiso con despiece



Geometral de bastidor para muro

- | | |
|--|---|
| 1.- Impermeabilización | 11.- Pieza base de 38 mm. x 89 mm, madera pino tratada |
| 2.- Tablero estructural de cemento | 12.- Tablero de cemento o metal desplegado o muro malla para recibir aplonado |
| 3.- Cuerda superior armadura | 13.- Losa corrida de concreto armado con malla electrosoldada |
| 4.- Aislamiento térmico y/o acústico, opcional | 14.- Nervadura de rigidez, perimetral y bajo muros de carga |
| 5.- Cuerda inferior armadura | |
| 6.- Conector clavo múltiple | |
| 7.- Panel de yeso 13 mm. | |
| 8.- Pieza superior de 38 mm. x 89 mm. | |
| 9.- Panel de yeso o tablero de cemento | |
| 10.- Poste de 38 mm. x 89 mm. a cada 61 cm. | |

SISTEMA SEPSA

Este sistema se basa en la utilización de elementos de concreto presforzado huecos prefabricados mediante un proceso de extrusión. Son aplicables tanto en muro de carga (con la altura total de un edificio de cinco niveles) como losas de entrepiso y techo, librando hasta 12 metros de longitud, logrando edificios con gran rapidez y limpieza, así como un eficiente control de materiales, mano de obra del tiempo de construcción.

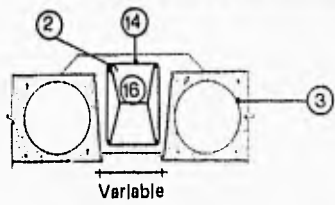
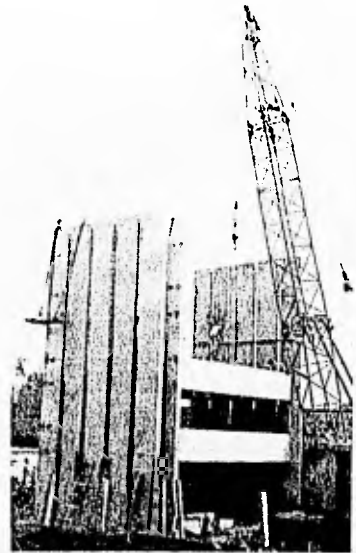
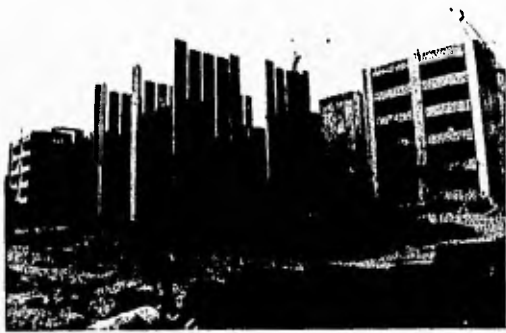
Siendo el elemento básico el panel hueco de concreto presforzado, vaciado en fábrica, permite un alto control de calidad por cuanto se refiere a dimensiones así como a los acabados de sus cantos y superficies, mismos que pueden ser con agregado expuesto y pulido.

De hecho, el sistema es de estructura de soporte, condición que le permite ser abierto para resolver cualquier tipo de proyecto a ejes rectos.

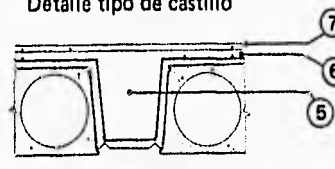
Además de la calidad y eficiencia de este sistema se pueden citar las siguientes ventajas: Construcción ligera y, a la vez, resistente a cargas axiales así como a sismos. Aislamiento térmico y acústico, proporcionado por los vacíos en su núcleo. Cimentación sencilla y económica, pudiendo ser también con base en elementos prefabricados de concreto reforzado. Facilidad para alojar y resolver las instalaciones eléctricas, hidráulicas, etc. a través de los huecos que proporcionan los paneles por su mismo diseño. Gran rapidez de construcción: un edificio de 20 apartamentos se ensambla en una semana. Economía, debido fundamentalmente a la rapidez de construcción, reduciendo los intereses derivados de la inversión; menor riesgo inflacionario, además de poder utilizar el edificio en menor plazo. Gran versatilidad y adaptabilidad a cualquier proyecto.

DATOS TECNICOS.

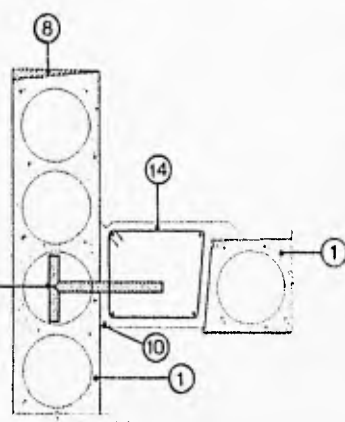
1. Componentes:	Paneles huecos de concreto pretensado de 120 cm. de ancho, fabricados por extrusión, de 20 y 25 cm. de espesor, con longitudes hasta 1,500 cm., usado como muro y 1,200 cm., usado como losa de entrepiso, techo o trabe-pretil. Acero de refuerzo, arena, grava y cemento.
2. Elementos:	Mismos que componentes, por cuanto a los paneles de concreto pretensado.
3. Tiempo de ejecución:	Cuatro departamentos por día. Un edificio de cinco niveles con 20 departamentos cada cinco días.
4. Cimentación:	Lasa corrida de concreto reforzado con contratraves invertidas con huecos en forma de candeleros para recibir los elementos de muro cubriendo toda la altura del edificio.
5. Muros de carga:	Elementos de concreto extruidos, huecos, con presfuerzo axial, hasta de 1,500 cm. de longitud (altura del edificio), 120 cm. de ancho y 20 ó 25 cm. de espesor.
6. Muros de relleno:	Pueden hacerse de cualquier material pesado o ligero: de arcilla barro cocido, yeso, materiales plásticos, madera, etc.
7. Entrepiso:	Elementos de concreto extruido huecos, con presfuerzo excéntrico, sobre los cuales se vacía un firme de compresión, armado con malla electrosoldada.
8. Escalera:	En proyectos de edificios con cuatro departamentos por planta, una sola escalera es suficiente, pudiendo ser de concreto prefabricado, metal, madera, o una combinación de ellos.
9. Techo:	Igual que el entrepiso.
10. Módulo de diseño:	120 cm.
11. Norma mexicana:	Cumple con normas D.G.N., y del reglamento de construcciones del departamento del Distrito Federal.
12. Norma extranjera:	A.C.I., P.C.I. (Precast Concrete Institute) y A.S.T.M.
13. Opinión técnica:	Opinión favorable de Fonhapo, Infonavit, F.O.V.I. y ANIPAC.
14. Registro:	Patente en trámite en la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.
15. Mano de obra:	Existe personal calificado en la fábrica para su producción en la misma. Para su transporte y montaje se requieren operadores de trailer y grúas, y maniobristas.
16. Equipo y herramienta:	En fabricación existe una planta con extrusoras, mesas y cortadoras especiales. En transporte se requieren trailers con plataforma plana. En montaje se requieren grúas, soldadoras y gatos de tensado.
17. Transporte:	Camiones trailer con plataforma plana.
18. Instalaciones:	Convencionales o prefabricadas, que pueden alojarse en los huecos de los elementos.
19. Acabados:	Por su gran calidad de fabricación, los elementos no requieren de acabados, aunque si se desea, pueden recibir cualquier tipo de recubrimiento y revestimiento.
20. Aislamientos:	Por ser huecos, los elementos proporcionan aislamiento térmico y acústico.
21. Durabilidad:	Por ser de concreto pretensado su durabilidad es amplísima, prácticamente infinita.
22. Aplicación del sistema:	Edificios de uno a cinco niveles para vivienda, hoteles, hospitales, escuelas, oficinas, etc. en cualquier tipo de clima.
23. Obras principales:	Conjunto de 160 departamentos en Margarita Maza de Juárez Esq. Av. de los Cien Metros Vallejo, D.F.



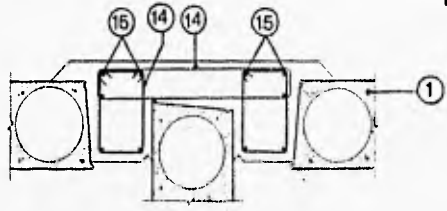
Detalle tipo de castillo
Planta



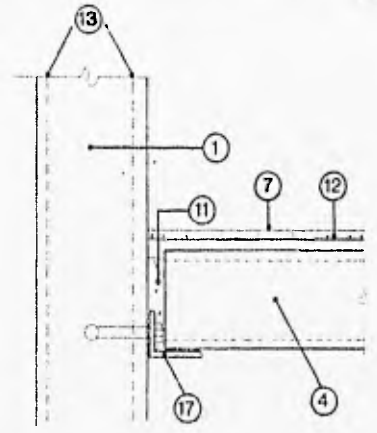
Detalle de colado de entrecalle
Corte



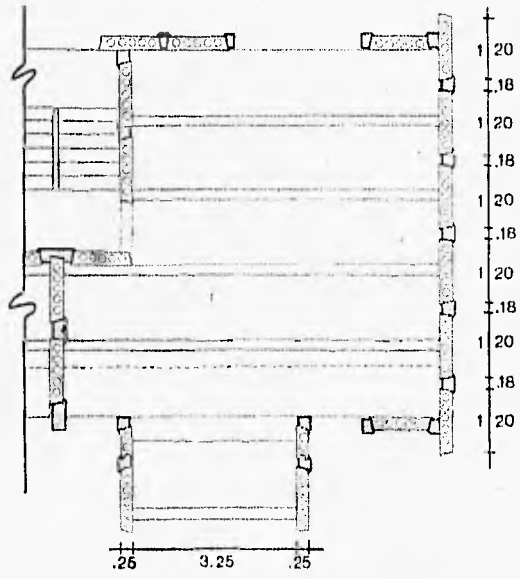
Detalle castillo de esquina
Planta



Castillo entre muros de escalera, divisorio



Detalle de junta losa y muro



- 1.- Muro Spiroll
- 2.- Las puntas del estribo deberán quedar hacia adentro serán de 10 cm,
- 3.- Hoguer
- 4.- Losa Spiroll
- 5.- Colado de entrecalle entre losas, macizo de concreto $f'c = 250 \text{ Kg/cm}^2$ reforzado con malla 66 X 66
- 6.- La malla adicional se traslapa un mínimo de dos cuadros
- 7.- N.P.T.
- 8.- Opcional boquilla de cemento
- 9.- Varilla # 5 ahogada en muro
- 10.- Chafian 3/4"
- 11.- Rellenar junta previamente al colado del firme con mortero cemento-arena 1:5 y aditivo Sika Kemox-B o similar a razón de 15 Kg. por cada saco de cemento
- 12.- Firme de 5 cm, concreto $f'c = 250 \text{ Kg/cm}^2$ armado con malla 66 X 66
- 13.- Proyección Hoguer
- 14.- Est. # 2 @ 2o.
- 15.- 8 Vs. # 5
- 16.- Vs. # 5
- 17.- 4" X 6" X 1/2"

SISTEMA SIPOREX

El material es un prefabricado de concreto celular ligero en forma de losas para techo, entrepiso, muros y bloques.

Se fabrica con cemento, arena finamente molida, polvo de aluminio y otros agentes químicos que reaccionan, dando como resultado un material que al ser curado a vapor en autoclaves adquiere sus cualidades definitivas de ligereza, resistencia, estabilidad y aislamiento térmico.

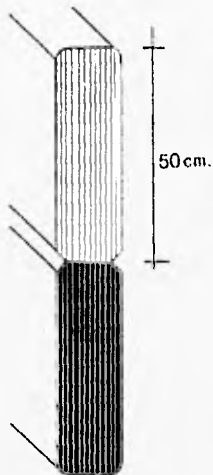
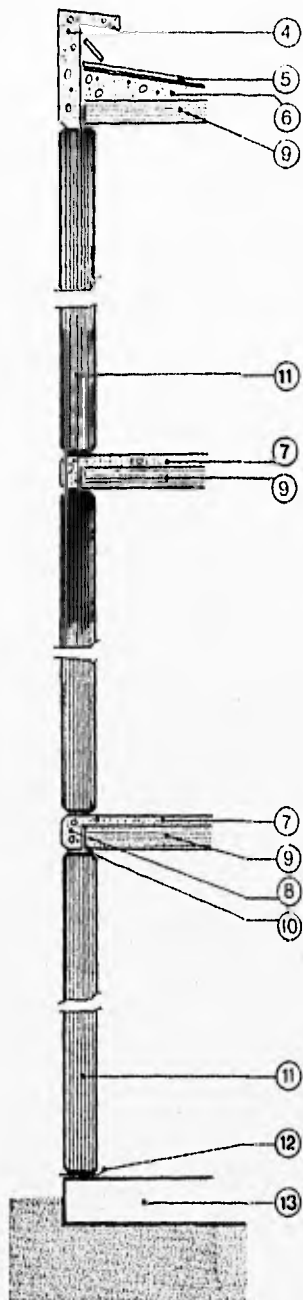
El material fue desarrollado en Suecia y su uso está muy generalizado en todo el mundo especialmente en Europa y Japón, existiendo 38 fábricas en 24 diferentes países. La planta de México está ubicada en Naucalpan.

El Siporex puede ser utilizado como sistema integral en edificaciones de hasta tres niveles o en combinación con otros sistemas de construcción con un óptimo grado de compatibilidad. Ejemplo: muros de materiales convencionales y losas de techo y entrepiso Siporex; estructura de concreto o acero y muros divisorios Siporex, etc.

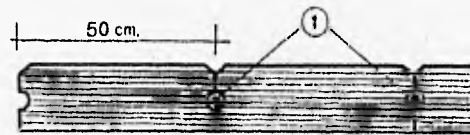
Las densidades nominales de siporex son: 0.4, 0.5 y 0.65 la más común es 0.5 que pesa menos del 25% del concreto común. La ligereza significa economía en estructura y cimentación, así como en mano de obra y reduce el impacto de los sismos en las edificaciones, la resistencia a la compresión es de 15, 25 y 40 kg/cm² según la densidad empleada. Es un poderoso aislante térmico, es de 3 a 6 veces más aislante que el ladrillo, y de 8 a 10 veces más aislante que el concreto, su coeficiente de conductividad térmica es 0.085, 0.10 y 0.1250 dependiendo de la densidad, es de una gran manejabilidad ya que se puede clavar, cortar y ranurar con la misma facilidad que la madera.

DATOS TECNICOS

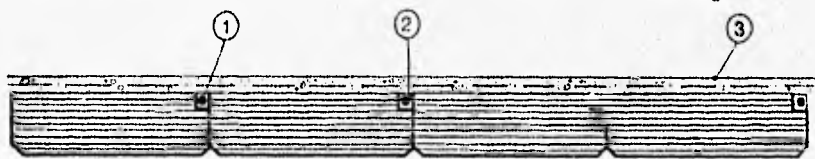
1. Componentes:	Cemento Portland, arena finamente molida y polvo de aluminio, en bloques. Las losas para muros, techos y entrepisos se arman, además, según cálculo con acero de bajo carbón 10-10 ó 10-20.
2. Elementos:	Losas de 50 cm. de ancho con espesores de 7.5, 10, 12.5, 15, 17.5 y 20 cm., y largos hasta de 5.50 m. Bloques de mismos espesores por 25 x 50 ó 50 x 50 cm.
3. Tiempo de ejecución:	Losas para techo o entrepiso 60 a 80 m ² y muros de 40 a 60 m ² diariamente por cuadrilla de cuatro o cinco personas, según el caso.
4. Cimentación:	Dada su gran ligereza - menos de la quinta parte del peso de concreto y la tercera parte de tabique -, para tres niveles losa corrida de cimentación con un mínimo de armado.
5. Muros de carga:	Dependiendo del proyecto, de 10, 12.5 ó 15 cm. de espesor armado por cálculo, peso = 650 kg/m ³ .
6. Muros de relleno:	7.5 ó 10 cm. de espesor, peso = 650 kg/m ³ .
7. Entrepisos:	Losas de 50 cm. de ancho con espesores de 7.5 a 20 cm. y largos sobre medida de hasta 5.50 m. (óptimo, menores a 4 m.) calculadas como vigas simplemente apoyadas (5 cm. de apoyo mínimo) para resistir cualquier carga estipulada. Firme de concreto de 3.5 cm. para evitar la abrasión.
8. Escalera:	De concreto, madera o acero, autosoportadas.
9. Techo:	Igual que entrepisos pero sin necesidad del firme.
10. Módulo de diseño:	50 cm. (se puede ajustar a cualquier proyecto con losas de corte).
11. Norma mexicana:	Cemento y acero de refuerzo.
12. Norma extranjera:	Suecia.
13. Opinión técnica:	Infonavit, Fovissste, Fovi, Sedue. Internacionalmente en 24 países en los cinco continentes.
14. Registros:	City of Houston: 254 section 305 (c)
15. Mano de obra:	No especializada, bajo mínima supervisión.
16. Equipo y herramienta:	Convencional. En caso de grandes proyectos, grúas ligeras para optimizar los tiempos de ejecución.
17. Transporte:	Camión.
18. Instalaciones:	Convencionales, cuando son ahogadas se facilita el ranurado.
19. Acabados:	Apertentes o inmediatos (tirol, pintura, etc.)
20. Aislamientos:	El coeficiente de conductividad térmica es $K = 0.1 \text{ Kcal/}^{\circ}\text{C hr. m.}$, o sea que es ocho veces más aislante que el concreto y seis que el tabique. Asimismo, posee la característica de una buena inercia térmica, o sea que retrasa el flujo del calor o el frío hacia el interior.
21. Durabilidad:	Igual que la construcción tradicional con semejante mantenimiento.
22. Aplicación del sistema:	Vivienda institucional, comercial, industrial, como sistema integral o en combinación con cualquier otro sistema.
23. Obras principales:	Vivienda para Infonavit, más de 150,000 m ² y para Fovissste. más de 115,000 m ² .



Muro horizontal



Losas verticales muro de carga



Techo y entresolio

Las losas para techos y entresolios se diseñan sobre pedido, como vigas simplemente apoyadas, para resistir cualquier carga especificada (desde 50 hasta 600 Kg/m²) con un alto factor de seguridad (tres veces la sobrecarga de diseño) y una flecha máxima de 1/360 del claro.

- 1.- Varilla
- 2.- Concreto
- 3.- Firme de concreto armado con malla electrosoldada 6-6/10-10
- 4.- Perfil de concreto o similar
- 5.- Entortado, impermeabilización y enladrillado

- 6.- Relleno para dar pend. min. 1.5%
- 7.- Firme de 4 cm. armado de electromalla 6-6/10-10
- 8.- Data perimetral
- 9.- Losa Siporex de 10, 12.5 ó 15 cm. de espesor (según necesidades de claro y sobrecarga útil).

- 10.- 5 cm. mínimo de apoyo para losas Siporex
- 11.- Muro de carga Siporex de 15 cm. acabado final inmediato (tirol, pintura, etc.)
- 12.- Impermeabilización
- 13.- Losa de cimentación

SISTEMA SOFRE

Este sistema ha sido pensado para aplicarse en la solución al problema de la vivienda de interés social. Es con base en grandes paneles colados de concreto, diseñados en tal forma que se logra una productividad muy alta y excelentes acabados gracias a su sistematización y control de calidad. Su planta de producción se instala a pie de obra, logrando con ello, en primer lugar, ahorrar en fletes y, en segundo, no ser tan vulnerables a la falta de continuidad en la demanda.

Como parte medular del sistema, podemos citar el casetón empleado en las losas de entrepiso y azotea, que consiste en una placa precolada de 24 cm. de peralte y aproximadamente 10 m² de superficie, que cubre un espacio arquitectónico.

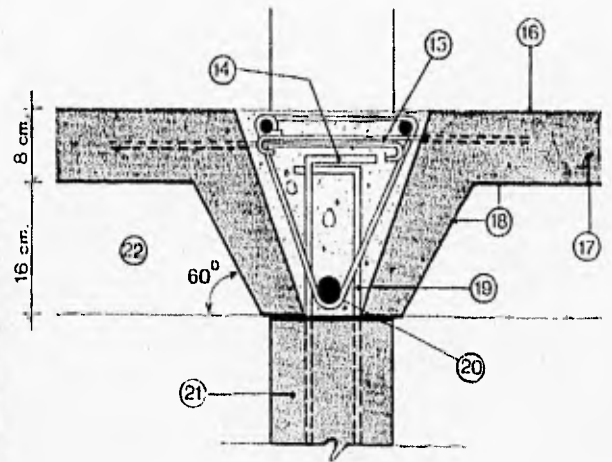
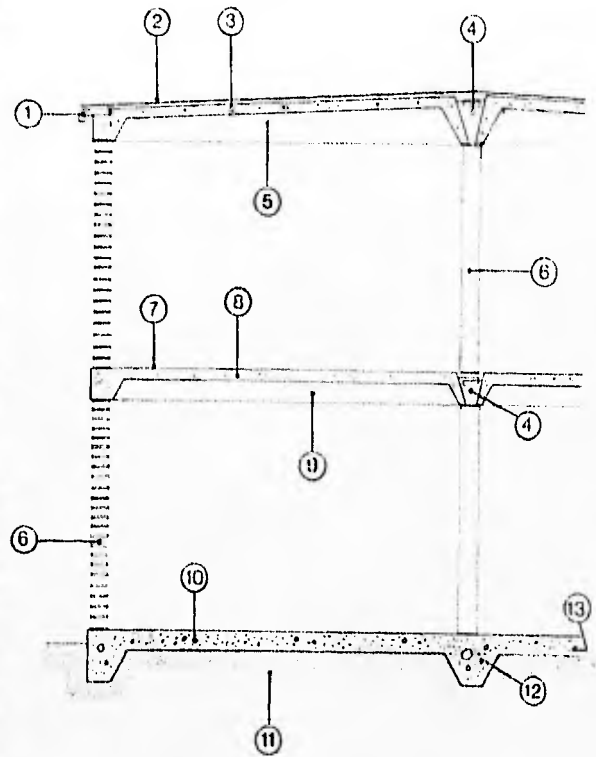
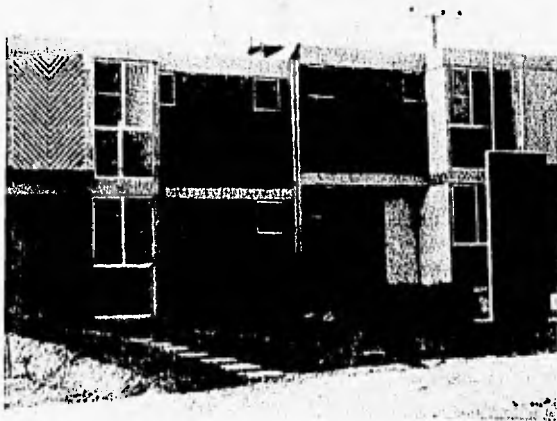
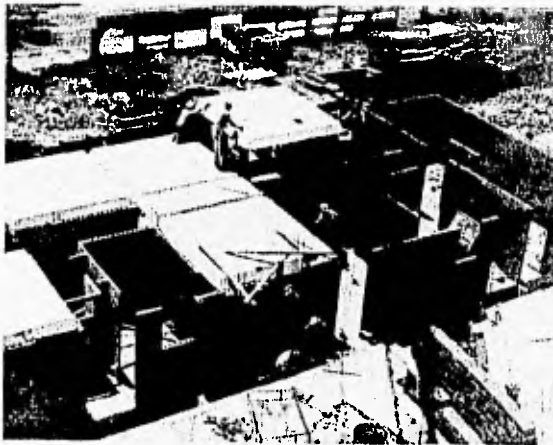
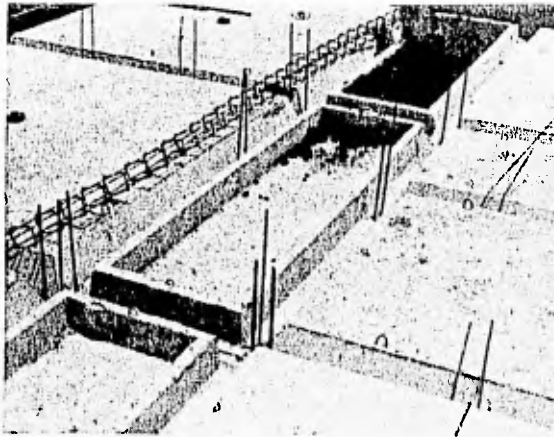
El casetón lleva un hueco que desaloja el material que estructuralmente no se aprovecha. Este hueco por razones arquitectónicas, puede ser una pirámide truncada (ver corte) que obliga a la zona central del casetón a trabajar a la flexión. O puede ser el producido por la traslación de una parábola sobre otra como directriz, formando una superficie con doble curvatura por la parte inferior. Y, por consiguiente, evitándose la flexión, ya que las cargas fluyen hacia los apoyos directamente originando sólo esfuerzos de compresión lo que reduce la cantidad del concreto.

En el perímetro de la losa, se deja la preparación para que una vez colocado en el sitio definitivo, se cuele una dala trapezoidal de 14 cm. de ancho y 24 de peralte, que conecta y empotra los casetones y los muros que llegan al nodo, formando una estructura hiperestática. Si el caso lo requiere, se arma dicha dala para capacitarla y poder prescindir del muro de apoyo y unir dos espacios arquitectónicos.

Complementando el sistema, se tiene una serie de soluciones para la construcción de muros con subsistemas de alta productividad, ya sea utilizando precolados de concreto que cada uno cubra 8 m² o pequeños elementos, que para hacer un m², se requieran 60 piezas.

DATOS TECNICOS

1. Componentes:	En losas: concreto normal, mallas electrosoldadas y varillas corrugadas. En muros: según elección, bloque de cerámica, de cemento, sílico calcáreo o placas de concreto.
2. Elementos:	En losas de entepisa y azotea: precolados de concreto, de más o menos 10 m ² de superficie y 2 tn. de peso.
3. Tiempo de ejecución:	En vivienda unifamiliar: 42 días para las primeras dos casas, después, dos casas diarias. En multifamiliares: 72 días para entregar los primeros 20 departamentos, después cada 10 días se entregará un edificio de 20 dep.
4. Cimentación:	Dependiendo del peso de la estructura y de las condiciones del subsuelo.
5. Muros de carga:	Precolados de concreto de 10 cm. de espesor o muros contruidos en sitio. Se emplea un bastidor metálico sobre el que se desplaza una regla que sirve de guía para la colocación de las piezas.
6. Muros de relleno:	Acepta todos los tipos de muros y paneles existentes en el mercado.
7. Entrepisos:	Casetones precolados de 24 cm. de espesor, a las cuales se les ha desalojado el material que estructuralmente no trabaja, lleva un marco perimetral de 3/8, para absorber las tracciones. Sus acabados son integrales, tanto en la cara superior como inferior.
8. Escalera:	Prefabricada de concreto con acabado integral.
9. Techos:	Idem a entepiso.
10. Módulo de diseño:	Por su versatilidad, el sistema se puede adaptar a cualquier módulo.
11. Norma mexicana:	Las relativas a la elaboración, manejo y colocación del concreto y del acero de refuerzo.
12. Norma extranjera:	En general, las que rigen la elaboración, manejo y colocación de elementos prefabricados de concreto.
13. Opinión técnica.:	Fovj, Infonavit, Fovissste, Fividesu y Renovación Habitacional Popular en el D.F.
14. Registros:	Exp. de patente Secofi 197389 y 206400; SEP 11279/84 y 11280/84.
15. Mano de obra:	No es necesario el empleo de obreros especializados, basta una capacitación mínima.
16. Equipo y herramienta:	Planta de producción móvil instalada a pie de obra; emplea moldes de concreto, capacidad de producción variable según demanda. En montaje, grúas autodesplegables o grúas pórtico.
17. Transporte:	Camiones convencionales de plataforma.
18. Instalaciones:	Los ductos de electricidad van ahogados previamente en los precolados; en sitio se interconectan. Para las instalaciones hidráulicas y sanitarias, si la demanda lo justifica, se puede emplear el gabinete de baño totalmente terminado.
19. Acabados:	Acepta todo tipo de acabados, pero se prescinde de aplanados y yesos porque no los necesita.
20. Aislamientos:	Dado el reducido espesor de las placas de concreto, su aislamiento acústico y térmico es menor. Pero si se requiere, esto se puede incrementar según necesidades.
21. Durabilidad:	Similar a cualquier edificación con materiales tradicionales. Cumple con el reglamento de construcción del DDF y con las normas complementarias de octubre de 1985.
22. Aplicación del sistema:	Vivienda de interés social, tanto unifamiliar como multifamiliar.
23. Obras principales:	Fovissste: 543 viviendas en tres módulos, DDF: 80 en Eduardo Molina D.F., Fividesu: 220 Cabeza de Juárez, R.H.P. 516 en la Col. Morelos, D.F.



Detalle y apoyo de unión de dos casetones

- 1.- Remate de cerámica colocada en sitio
- 2.- Impermeabilización
- 3.- Casetón precolado de concreto para azotea
- 4.- Colado en sitio
- 5.- Timpano de altura variable para dar pendiente al casetón
- 6.- Muro de carga (puede ser de block o panel precolado de concreto)
- 7.- Acabado pulido integral para recibir loseta

- 8.- Casetón precolado de concreto para entepiso
- 9.- Timpano en el perímetro del casetón
- 10.- Losa de cimentación de concreto colado en sitio
- 11.- Base de tepetate
- 12.- Nervaduras para dar rigidez a la losa de cimentación
- 13.- Cimentación según carga y naturaleza del terreno
- 14.- Dala trapezoidal colada en sitio
- 15.- Armado dejado en el casetón para anclar a la dala

- 16.- Acabado pulido
- 17.- Casetón precolado
- 18.- Acabado aparente
- 19.- Prolongación armado muro
- 20.- Armado longitudinal
- 21.- Muro, si no es necesario se puede suprimir
- 22.- Timpano en contorno del casetón.

SISTEMA YPSACERO

Sistema en base a elementos estructurales constituidos por perfiles de acero galvanizado de calibres No. 22, 20 y 16; con secciones de 63.5, 92 y 152.4 mm., para estructurar muros, entresijos y cubiertas de uno, dos y tres niveles, distribuyéndose a una distancia máxima de 61 cm. entre sí.

Los bastidores formados se fijan a la cimentación de concreto, mediante clavos balaceados o tornillos con taquetes. Se revisten hacia el exterior, con tableros para uso exterior, diversos tipos de metal desplegado, y bases para recibir aplanados. Por el interior se recubren con Tablaroca de 13 ó 16 mm.

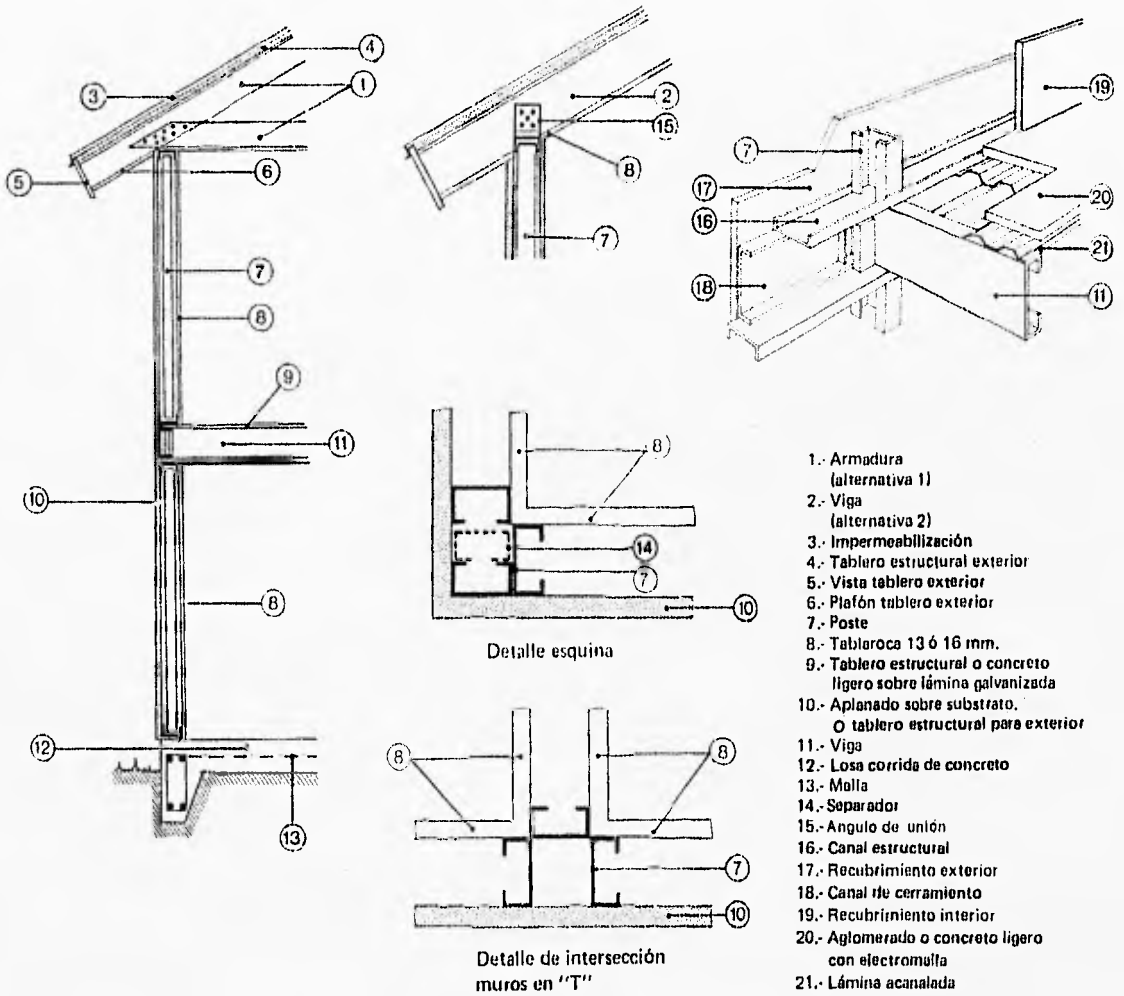
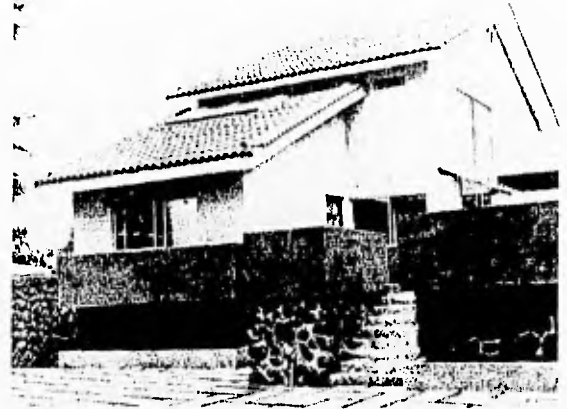
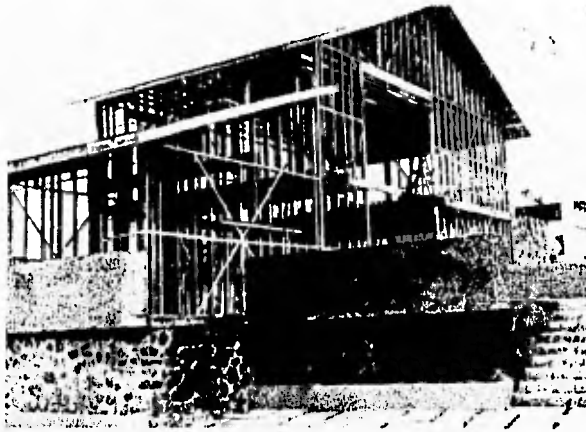
Los muros interiores, son cancelos forrados con tablaroca por ambos lados, el espesor de los cancelos puede ser de 7, 9, o 12 cm. Si se desea que sirva como ducto sanitario, se puede hacer un cancel de 60 cm. de ancho para que trabaje en su interior un obrero. La superficie que da a las zonas húmedas, por ejemplo, baños, cocinas o patios de servicio, pueden aplicarse tableros para uso exterior o tablaroca recubierta con azulejo pegado con resistol 5000, o construir muros con procedimientos tradicionales.

La parte inferior de los entresijos y azoteas, se pueden cubrir con un falso plafón para ocultar el entramado, éste falso plafón puede ser hecho con placas de yeso de 60 x 60, con tableros de tablaroca, aplanados de yeso sobre metal desplegado o cualquier otro acabado propio para éste fin.

Los pisos en niveles altos pueden ser con tableros contrachapeados, duela machihembrada, tablero madera-cemento, lámina galvanizada con concreto aligerado, etc. La cubierta puede tener las mismas alternativas.

DATOS TECNICOS

1. Componentes:	Perfiles ligeros de acero galvanizado rolados en frio, conectores, fijadores y accesorios diversos. Calibres: 22, 20 y 16. Tableros de yeso en interior y varios tableros para exterior. Substratos diversos para recibir recubrimientos y acabados.
2. Elementos:	Armaduras y bastidores formados con los mismos componentes.
3. Tiempo de ejecución:	116 m ² de bastidor por jornada: oficial y ayudante. Casa de 100 m ² en 9 semanas.
4. Cimentación:	Losa corrida de concreto, reforzada con malla electrosoldada y rigidizada con nervaduras.
5. Muros de carga:	Canales y postes calibres 20 y 22, de 63.5 y 92.0 mm. Exteriores: Tablaroca por lado interior y aplanado sobre substrato o tablero para exterior. Peso: 35 a 65 kg/m ² . Interiores: Tablaroca a cada lado del bastidor. Peso: 23 a 27 kg/m ² .
6. Muros de relleno:	Canales y postes calibres 22 y 26, de 63.5 y 92.0 mm. Exteriores: Tablaroca por lado interior y aplanado sobre substrato o tablero para exterior. Peso: 35 a 65 kg/m ² . Interiores: Tablaroca a cada lado del bastidor. Peso: 23 a 27 kg/m ² .
7. Entrepisos:	Canales y vigas calibres 22, 20 y 16, de 152.4 mm., o mayor de acuerdo con cálculo. Tablaroca por lado inferior, tablero estructural por el lado superior o concreto ligero sobre lámina galvanizada acanalada con refuerzo ligero. Peso: 45 a 125 kg/m ² .
8. Escalera:	Metálica y/o de madera.
9. Techo:	Vigas o armaduras con tablaroca por lado inferior y tablero estructural por lado superior para recibir diversos sistemas de impermeabilización. Peso: 60 a 140 kg/m ² .
10. Módulo de diseño:	0.305 m. Optimo.
11. Norma mexicana:	NOM C-13 1978
12. Norma extranjera:	ASTM C-36 y C-645 y C-473/68
13. Opinión técnica:	FOVI-FOGA: Favorable B-441-ST-DP, Noviembre 1983.
14. Registro:	(N.D.)
15. Mano de obra:	Capacitación: A corto plazo mediante programas específicos. Cantidad: Según dimensión de la obra.
16. Equipo y herramienta:	Atornilladores eléctricos, taladros, tijeras para lámina, sierra circular portátil y herramienta normal para aplicación de tablaroca. No requiere de grúas.
17. Transporte:	Camión, ferrocarril, barco, avión, helicóptero.
18. Instalaciones:	Sanitarias, hidráulicas y eléctricas: Convencionales o prefabricadas.
19. Acabados:	Exteriores e interiores: Recubrimientos o revestimientos convencionales o especiales.
20. Aislamientos:	Según sea necesario, de acuerdo a requerimientos específicos.
21. Durabilidad:	Igual a la convencional; mayor a los requerimientos para financiamiento.
22. Aplicación del sistema:	Habitación, escuelas, clínicas, oficinas, comerciales.
23. Obras principales:	Diversas casas, residencias, centros de desarrollo infantil, conjuntos en Ciudad Juárez, Lomas Anáhuac y Lomas Bulevares.



BIBLIOGRAFIA

INDUSTRIALIZACION E INVESTIGACION.

- *Industria Lised Building*, autor R.M.E. Diamant Msc. Editorial London Hife Book Ltd (2Tómos)
- *Introducción al Estudio del Trabajo*, editorial Oficina Internacional del Trabajo Ginebra.
- *Construcción Industrializada y Diseño Modular*, autor Henrik Nissen Editorial Hermann Blume.
- *Tecnología de la construcción*, autor G. Baud editorial Blume.
- *Una visión de la construcción industrializada*, autor Richard Bender editorial H. Blume.
- *Tecnologías de la Construcción Industrializada*, autor Gerard Blachère Editorial Gustavo Gili, S.A.
- *Catálogo del II Concurso Nacional de Tecnologías para la Vivienda*, de I.S. Secretaría de Desarrollo Social.
- *Industrialización para la autoconstrucción*, S.A.H.O.P.
- *Manual de Técnicas de Investigación*, Ario Garza Mercado Editorial Colegio de México.
- *Técnicas de Investigación Documental*, Carlos Bosh García Editorial Trillas.

PREFABRICACION.

- *Prefabricados de Hormigón*, Dr. F Vilagut Gustavo Gili, S.A. 2 Tómos.
- *Estructura Tradicional y Prefabricada*, Dr. Ing. Stanislaw Pereswiet Soltan Editorial H. Blume.
- *Manual de la Construcción y Prefabricación*, Dr. Ing. Tilamer Koncz Editorial Hermann Blume (3 Tomos).
- *La Prefabricación*, Walter Röhm Editorial Blume.
- *Prefabricación de Vivienda de hormigón*, K Berndt Editorial Blume.
- *Prefabricación teoría y Práctica*, autores Miguel Aguilo Alonso Ramón Arandes Renu, Federico Echevarria Sainz, Editores Técnicos Asociados, S.A.

POBLACION

- *Historia y Población un futuro sin porvenir*, autor Pierre Chaunu, editorial F.C.E.
- *México Demográfico*, editorial Consejo Nacional de Población.
- *Anuario Estadístico de los Estados Unidos Mexicanos 1985*- INEGI
- *Resultados Definitivos XL Censo General de Población y Vivienda 1990* INEGI.

VIVIENDA

- Estudio Mundial de la vivienda, Editorial Organización de las Naciones Unidas.
- La Vivienda Racional. Carlos Aymonino Editorial Gustavo Gili, S.A.
- La Vivienda en Cuba, Roberto Segre Editorial Concepto, S.A.
- Ensayos sobre el Problema de la Vivienda en América Latina, compilador Emilio Pradilla Editorial U.A.M.
- Desarrollo de las Ciudades en Cuba, Miguel Padrón Cott XIV Congreso de la U.I.A.
- El Hábitat y sus Condiciones en Cuba, autores Josefina Rebellon, Magaly López, Melson González.
- Necesidades esenciales en México "Vivienda"; COPLAMAR, Editorial Siglo XXI.