

96

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES DE LA VIVIENDA DE  
INTERES SOCIAL EN EL VALLE DE MEXICO.

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
**I N G E N I E R O C I V I L**  
P R E S E N T A :  
**S E R G I O O R T E G A E S P I N O S A**

DIRECTOR DE TESIS: DR. ROBERTO MELI PIRALLA

MEXICO, D. F.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

ABRIL, 2002





Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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.



FACULTAD DE INGENIERÍA  
DIRECCIÓN  
FING/DCTG/SEAC/UTIT/195/01

Señor  
SERGIO ORTEGA ESPINOSA  
Presente

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor DR. ROBERTO MELI PIRALLA, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de INGENIERO CIVIL.

"CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DE LA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL EN EL VALLE DE MÉXICO"

- INTRODUCCIÓN
- I. LA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL EN EL VALLE DE MÉXICO
  - II. INVENTARIO DE PROYECTOS DEL PERIODO 1997-2001 (INFONAVIT)
  - III. ESTADÍSTICAS DE MATERIALES Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS
  - IV. SELECCIÓN DE PROYECTOS ESTRUCTURALES TIPO
  - V. UBICACIÓN DE LOS PROYECTOS
  - VI. CONCLUSIONES
- REFERENCIAS  
APENDICE. BASE DE DATOS DE LOS PROYECTOS EN ESTUDIO (1997-2001)

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional

*Jorge A. Meléndez*  
20-03-2002

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Cd. Universitario a 25 noviembre 2001  
EL DIRECTOR

M C GERARDO FERRANDO BRAVO  
GFBTGM/psmg

*Jorge A. Meléndez*  
19-03-02  
V. Bo.

*R. Meléndez*  
R. Meléndez

V. Bo. *[Signature]*

V. Bo. *[Signature]*  
20/03/02

*Ing. Ernesto Hernández Sánchez*  
19. marzo - 01.

*Alc. Sr. Sr. Sr. Sr. Sr. Sr.*

## ***Agradecimientos:***

### ***A Dios***

*Por estar siempre conmigo y permitirme terminar con éxito mis estudios profesionales.*

### ***A mis padres:***

*María de Jesús Espinosa*

*Por el amor incondicional que siempre nos has brindado, por tu dedicación y por el amor que te tengo.*

*José Ortega Díaz*

*Por tu honestidad, por el respeto y admiración que te tengo, y por que sin tu apoyo no podría alcanzar mis metas.*

### ***A mis hermanos:***

*Mario, Margarita, Marisela, Patricia, Miguel y Lilia*

*Porque su ejemplo me motiva a seguir adelante.*

### ***A la Universidad Nacional Autónoma de México***

*Por darme la oportunidad de realizar uno de los más importantes logros de mi vida.*

### ***A todos mis profesores y amigos***

*Por contribuir en mi formación académica*

### ***Agradecimiento especial a:***

*Dr. Roberto Meli Piralla*

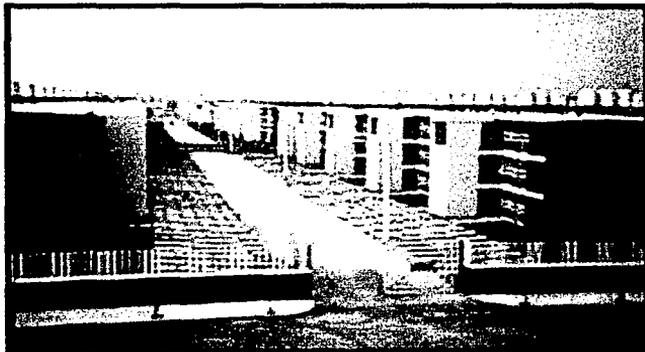
*Por haber aceptado dirigir mi tesis, por su amable orientación e incondicional ayuda a lo largo de esta investigación, y por que a pesar de sus múltiples compromisos, siempre tuvo tiempo para atenderme.*

*M. I. Leda Speziale San Vicente*

*Por brindarme su apoyo y orientación cuando lo he necesitado, pero antes que nada, por darme su amistad.*

**“CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DE LA  
VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL EN EL VALLE DE  
MÉXICO”**

***SERGIO ORTEGA ESPINOSA***



**FACULTAD DE INGENIERÍA  
U.N.A.M.**

**MÉXICO, D.F. ABRIL DE 2002**

PAGINACIÓN

DISCONTINUA

ÍNDICE

	Pág.
<b>Introducción.....</b>	<b>1</b>
<b>Objetivos y alcances.....</b>	<b>2</b>
 <i>CAPÍTULO I</i>	
<b>La Vivienda de Interés Social en el Valle de México.....</b>	<b>4</b>
1.1 Origen de la Vivienda de Interés Social y Programas de Vivienda.....	5
1.1.1 Estado de México.....	6
1.1.2 Principales conjuntos habitacionales construidos por el INFONAVIT hasta 1992.....	7
1.2 Principales sistemas constructivos empleados.....	8
 <i>CAPÍTULO II</i>	
<b>Inventario de los proyectos del periodo 1997-2001 (INFONAVIT).....</b>	<b>13</b>
II.1 Metodología para la obtención de datos.....	14
II.2 Densidad de muros.....	16
II.3 Características principales de la base de datos.....	17
 <i>CAPÍTULO III</i>	
<b>Estadísticas de materiales y sistemas constructivos.....</b>	<b>20</b>
III.1 Distribución del universo de casos estudiados.....	21
III.2 Tipología y número de niveles.....	22
III.3 Características estructurales principales de cimentación, muros y	..

---

sistemas de piso.....	24
III.4 Comparación con los resultados de un estudio anterior.....	31
III.5 Densidad de muros.....	36
III.5.1 Muros de mampostería.....	36
III.5.2 Muros de concreto.....	43
<b>CAPÍTULO IV</b>	
<b>Comparación de proyectos estructurales tipo.....</b>	
IV.1 Principales requisitos del R.C.D.F.-93 para muros de carga.....	48
IV.2 Comparación de proyectos similares.....	49
	51
<b>CAPÍTULO V</b>	
<b>Ubicación de los proyectos en estudio.....</b>	
V.1 Localización de los proyectos en un mapa del Valle de México.....	60
V.2 Tendencias estructurales de los conjuntos en estudio con respecto de su localización.....	61
	66
<b>CAPÍTULO VI</b>	
<b>Conclusiones.....</b>	
	71
<b>REFERENCIAS.....</b>	
	76
<b>APÉNDICE</b>	
<b>Una muestra de la base de datos de los proyectos en estudio.....</b>	
	77

## INTRODUCCIÓN

La edificación de viviendas en México representa un alto porcentaje de la actividad de la industria de la construcción. Como ejemplo, según estadísticas recientes, más del 50 % de la producción de acero de refuerzo se destina a la construcción de viviendas unifamiliares y multifamiliares.

El elevado crecimiento de la población y el acelerado proceso de urbanización han creado una gran demanda de vivienda en las ciudades; el grueso de esta demanda no puede ser cubierto por el mercado abierto de vivienda, cuyos precios están fuera de las posibilidades económicas de la mayoría de la población. Debido a esto, los programas de construcción de vivienda de interés social están teniendo una gran expansión especialmente en el Valle de México. Estos programas se caracterizan por el empleo de proyectos tipo, es decir, de iguales características tanto en el tipo de estructuración como en la forma, que se repiten miles de veces.

En el afán de reducir los tiempos y costos de construcción, los sistemas constructivos tradicionales, se han modificado y simplificado para llegar a soluciones que a veces no quedan cubiertas por las normas de diseño y por la práctica establecida. Paralelamente, se han desarrollado sistemas constructivos a base de materiales y/o elementos estructurales novedosos que, por lo mismo, no están previstos en la normatividad actual.

Por lo anterior, la Secretaría de Desarrollo Urbano y Obras Públicas del Estado de México solicitó al Instituto de Ingeniería un estudio al respecto, el que se denominó "Evaluación de Sistemas Constructivos Empleados en los Proyectos de Vivienda de Interés Social en el Valle de México".

El presente trabajo es parte de ese estudio y se basa en la recopilación y análisis de una muestra de 619 proyectos de viviendas de interés social pertenecientes al Valle de México, y tiene la finalidad de obtener las características estructurales más relevantes y plasmar los resultados en una base de datos clara y fácil de usar.

Para llevar a cabo esta investigación se contó con el apoyo del Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT). Los datos mostrados en este documento están basados en la información proporcionada por este organismo, la cual se supone muy similar al resto de la vivienda de interés social construida en México.

Este trabajo pretende además servir de apoyo para futuros estudios que requieran información sobre características estructurales de este tipo de edificaciones en la zona del Valle de México: esto, gracias al gran tamaño de la muestra analizada que permite, con seguridad, sacar conclusiones bastante acertadas acerca de las tendencias de las

soluciones estructurales actuales utilizadas en la construcción de Viviendas de Interés Social.

### **Objetivos y alcances.**

El objetivo de este trabajo consiste en desarrollar una estadística confiable y de gran tamaño acerca de las características estructurales de los proyectos de Vivienda de Interés Social del Valle de México (Estado de México y Distrito Federal), y presentar una interpretación gráfica de los resultados obtenidos. El universo de proyectos está constituido por los programas de vivienda de interés social de INFONAVIT de los años de 1997 al 2001.

Cabe mencionar que el número de proyectos del 2001 es menor al de 2000 e inclusive a los de 1999 y 1998, debido a que al momento de cerrar la investigación corría el mes de octubre de ese año, por lo que es de esperarse que al finalizar el año este número haya crecido considerablemente.

Asimismo se presentan algunos proyectos del año de 1996, esto debido a que se encontraban disponibles y, con el fin de aumentar el tamaño de la muestra, se procedió a incluirlos en el estudio.

Este trabajo está dividido en 6 capítulos de la siguiente manera:

En el primer capítulo se presenta una visión del origen y evolución de la vivienda de interés social en México, y de los programas del sector público para la construcción de estas viviendas, con un particular énfasis en los del INFONAVIT.

En el capítulo número dos se explica los criterios de búsqueda de la información empleados, la manera como está formada la base de datos y cada una de sus partes.

El tercer capítulo presenta el manejo estadístico de la información referente a las características estructurales principales de los proyectos en estudio, como son tipos de cimentación, muros y sistemas de piso. Se presentan gráficas comparativas y se hace una interpretación acerca de las tendencias detectadas. Además, se incluyen gráficas de tipologías, número de niveles y distribución con respecto a los años y a la localización de los proyectos analizados. También se presentan estadísticas de densidades de muros para los tipos de muros observados, agrupados de acuerdo con el número de niveles de los conjuntos. Posteriormente se hace una comparación respecto a un estudio similar hecho del periodo 1972 a 1992, y se analiza como han variado los sistemas constructivos con el tiempo.

En el capítulo cuatro se revisaron de manera comparativa algunos proyectos que tenían características arquitectónicas similares en cuanto a número de pisos y distribución de

---

áreas en planta, y que tenían una solución estructural semejante, con el objeto de identificar si se habían utilizado criterios de diseño semejantes.

Al principio de este capítulo se presenta un breve resumen de los requisitos que marca el Reglamento de Construcciones en vigor, para este tipo de estructuras.

El quinto capítulo pretende mostrar una base de datos gráfica; es decir, localizar la mayor parte de los proyectos en estudio en un mapa del valle de México y analizar qué relación existe entre la localización y el sistema constructivo empleado.

Finalmente en el capítulo seis se presentan las conclusiones derivadas de los estudios realizados a lo largo de esta investigación.

## *CAPÍTULO I*

### **LA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL EN EL VALLE DE MÉXICO**

## **1.1 Origen de la Vivienda de Interés Social y de los Programas de Vivienda.**

Se denomina vivienda de interés social (vivienda de bajo costo, económica o popular), es la que se construye para los sectores de la población de menores recursos económicos.

La necesidad de tener un hogar digno ha sido un punto muy importante para el pueblo mexicano, al grado que, cuando terminó la Revolución, se logró que en la Constitución Política se incluyera un artículo que consagrara el derecho de los trabajadores a una vivienda "cómoda e higiénica".

La acción del Estado en materia de vivienda de interés social en México, tiene una larga historia que se inicia en 1925, cuando se establece la Dirección de Pensiones Civiles que se aboca a construir viviendas y proporcionar crédito para este fin a empleados federales.

En el año de 1932 se realizó el Primer Concurso de la Casa Obrera Mínima, del cual surgieron los dos primeros conjuntos habitacionales del país, el Conjunto Balbuena y el de la colonia Plutarco Elías Calles, de 108 y 205 casas respectivamente.

Entre 1946 y 1947 se erigió el centro urbano "Presidente Miguel Alemán", primer multifamiliar que se construyó en nuestro país. A partir de la edificación de este conjunto habitacional se empezaron a construir de manera secuencial varios multifamiliares; así, organismos como el Banco Nacional Hipotecario Urbano y de Obras Públicas (BANHUOPSA), el ISSSTE, el IMSS, y el Departamento del Distrito Federal, entre otros, comenzaron a construir vivienda en grandes volúmenes para satisfacer la demanda de la población.

En 1972 se crea el Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT); este instituto es el encargado de administrar las aportaciones que hicieran las empresas, para establecer y operar un sistema de financiamiento que permitiera a los trabajadores obtener crédito barato y suficiente para adquirir en propiedad habitaciones, o para construir, reparar, ampliar o mejorar sus hogares. El organismo tiene además la responsabilidad de coordinar y financiar programas de construcción de viviendas destinadas a ser adquiridas en propiedad por los trabajadores.

A partir de 1973, con la operación de los fondos de vivienda: INFONAVIT, FOVISSSTE, FOVIMI/ISFAM, la acción de FOVI, INDECO y el propio FONHAPO, se inició una nueva etapa por parte del sector público para atender la problemática habitacional; esfuerzo que a la fecha ha logrado movilizar grandes cantidades de capital para el financiamiento de vivienda de interés social.

Al modificarse la política nacional de vivienda en el año de 1992, al pasar el gobierno de una función financiero-constructora a una exclusivamente financiera, se responsabiliza al

sector privado y social de ser los actores principales en la generación y construcción de vivienda.

### **Situación demográfica actual.**

Durante las últimas cuatro décadas (1960-2000), la población del país se multiplicó por 2.8 veces al pasar de 34.9 a 97.4 millones de habitantes.

En las décadas de los años sesenta y setenta, se registraron elevadas tasas de crecimiento poblacional, las cuales alcanzaron un promedio anual de 3.3%. A partir de la década de los años ochenta, la tasa de crecimiento descendió de manera continua y en el periodo 1995-2000 se situó en 1.6% (Ref. 5).

La concentración de la población en el territorio nacional pasó de 18 a 50 habitantes por kilómetro cuadrado de 1960 al año 2000.

El Distrito Federal sobresale con más de 5,731 habitantes por km<sup>2</sup>, seguido por el Estado de México con 610 habitantes. Esta situación refleja la dificultad para contar con una reserva territorial en el D.F., desplazándose la presión hacia terrenos ubicados en el área conurbana con el Estado de México; de ahí el gran auge que está teniendo la construcción de viviendas en esta zona.

#### **1.1.1 Estado de México.**

El proceso de urbanización iniciado en el Estado de México a partir de la década de los años 50, ha modificado su patrón de asentamiento. En 1950 la entidad contaba con una población aproximada de 1,400,000 habitantes; al inicio del año 2000 ha rebasado los 13,000,000 y se estima que en este año, alcance 20,000,000 de habitantes.

Con la implementación de la política de desarrollo industrial se favoreció la migración campo-ciudad hacia el Estado de México; esta acción obligó al gobierno estatal a decretar en el año de 1958 la ley de fraccionamiento de terrenos, la cual estableció la siguiente tipología habitacional:

- Popular con obras de urbanización progresivas
- Residencial y residencial campestre con obras de urbanización terminadas

Posteriormente aparecen los primeros fraccionamientos residenciales en los municipios de Naucalpan y Huixquilucan, y los desarrollos habitacionales de tipo popular para atender a una parte de la población asalariada de las nuevas zonas urbanas. La configuración se caracteriza por casas unifamiliares de un solo nivel en lotes de 120 m<sup>2</sup>. En algunas comunidades urbanas se construyen los primeros edificios destinados a la renta de departamentos con fines habitacionales. En algunas zonas urbanas la población que no pudo acceder a la compra de los modelos de vivienda, resolvió su problema de habitación en edificios antiguos, nuevas vecindades y asentamientos perifericos.

A partir de 1975 se construyen en el Estado de México los primeros conjuntos habitacionales multifamiliares en régimen condominial, tanto vertical, horizontal y mixto, promovidos principalmente por el INFONAVIT, en los municipios de Tlalnepantla, Ecatepec y Metepec, entre otros.

El multifamiliar permitió multiplicar de manera efectiva e inmediata la dotación de vivienda a diversos sectores de la población que carecían de ella.

En esta década los asentamientos irregulares crecieron aceleradamente en los municipios conurbados del Estado de México colindantes con el Distrito Federal.

En el año de 1979 se decreta el Reglamento de Construcciones de Inmuebles en Condominio, que define a los conjuntos habitacionales de interés social los cuales no tienen ninguna limitación en cuanto al número de viviendas que se pueden edificar en un solo predio.

En la década de los ochenta, los programas de vivienda principalmente de interés social, financiados y edificados por las instituciones públicas como el INFONAVIT, FOVI, FOVISSSTE, ISSIFAM, AURIS, ISSEMYM entre otros, desarrollaron edificios multifamiliares de tipo vertical.

### 1.1.2 Principales conjuntos habitacionales construidos por el INFONAVIT hasta 1992.

Para darnos una idea de la importancia que ha tenido el INFONAVIT en la construcción de vivienda de interés social en México observemos la siguiente figura:

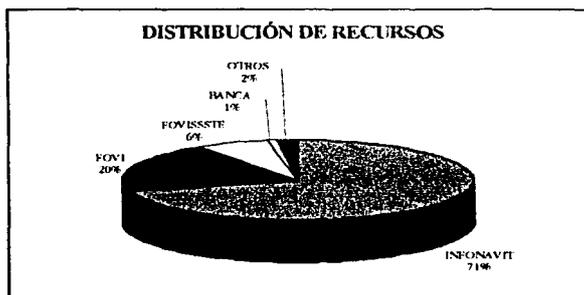


Figura 1.1. Distribución de recursos destinados para la promoción de viviendas de interés social.

Como se puede observar en la gráfica, el INFONAVIT maneja más del 70 % de los recursos destinados a la promoción de viviendas de interés social.

En agosto de 1972, el INFONAVIT inició simultáneamente el financiamiento de las primeras nueve mil viviendas en ocho ciudades del país. Dentro de los conjuntos más importantes correspondientes a las etapas comprendidas de 1973 y 1976 están los de Iztacalco (1973), El Rosario (1974-1982), en el Distrito Federal, y los de Pacabtún (1973-1984) y Cucapali (1973-1983), ambos en Mexicali. Estos cinco conjuntos habitacionales contaron con 5691, 15515, 19762, 3915 y 2334 viviendas respectivamente.

De este lapso, también pueden citarse los de Valle Infonavit (1973), Miravalle (1975-1985), Sapaliname (1973-1977) y Fundadores (1973-1991), los cuales cuentan con 1134, 9047, 1006, 3894 viviendas respectivamente.

Otros conjuntos que se construyeron en estos mismos años y que también fueron importantes por sus dimensiones son: Librado Rivera, en San Luis Potosí, con 295 viviendas; Domingo Carballo, en La Paz, con 503 viviendas, El Coloso en Acapulco (1976-1991) con 5727 viviendas, Las Margaritas en Puebla (1978-1986) con 6002 viviendas, o Piedra Blanca, en Cuautla (1980-1985) con 625 viviendas.

Además de los ya citados, caben mencionar también los conjuntos construidos en el estado de Sonora: Jardines, en Hermosillo, las Dunas, en San Luis Potosí, El Centinela en Guaymas; en Sinaloa: Las Flores, en Culiacán, y Bachomo, en los Mochis; en la ciudad de Aguascalientes: El Centenario y Volcanes; en Zacatecas: El Caimán, En Fresnillo, y Tres Cruces, en Zacatecas; y El Dorado, en Gómez Palacio, Durango.

Hasta el año de 1991, el INFONAVIT había financiado 856,625 viviendas. Del total, más del 85 % se destinaron a trabajadores con ingresos que fluctuaban entre uno y dos salarios mínimos; el 10 % aproximadamente, para los que ganan entre dos y tres salarios mínimos; un poco más del 1 % a los que ganaban entre tres y cuatro, y menos del 1 % para aquellos que recibían entre cuatro y cinco salarios mínimos.

## 1.2 Principales sistemas constructivos empleados.

La evolución de los materiales de construcción ha sido un fenómeno considerable a nivel mundial. El mayor motor de esta transformación está asociado con la urbanización, pues la edificación masiva en medio urbano obligó al abandono progresivo de los materiales tradicionales, que la población tomaba directamente de la naturaleza.

De acuerdo con el censo de 1900, el tipo de casa más común era la "choza o jacal" - es decir, viviendas con techo de material vegetal-, la cual presentaba condiciones sumamente precarias.

Aunque no se poseen datos para la totalidad del país, se sabe que la proporción de jacales era relativamente baja en las zonas urbanas, y sumamente alta en las áreas rurales. Así por ejemplo, en la ciudad de México se menciona que el 21.2% de las viviendas eran "chozas o jacales"

Independientemente de su forma y de los materiales con que se construían sus muros, esta vivienda rústica contaba por lo general con una sola pieza por cada unidad familiar, la cual era utilizada básicamente para dormir y almacenar los escasos bienes de la familia

La vivienda de las clases medias urbanas, y de la población adinerada de las ciudades, era muy superior en dimensiones y calidad constructiva al jacal. Según las regiones varían los materiales de construcción utilizados, las formas constructivas y la propia disposición de los espacios.

En nuestro país, hasta los años veinte del siglo pasado los materiales dominantes en muros eran el adobe, el embarro y la madera rústica, mientras en los techos prevalecían las cubiertas vegetales de dos o más aguas en paja o palma (conocidos como palapas o jacales).

A partir de los años veinte, empezaron a introducirse en México las nuevas concepciones de la casa: la separación entre espacio social, privado y de servicio. El proceso no ha sido suficientemente estudiado, aunque hay indicios que en él participaron fabricantes de materiales de construcción (principalmente de cemento), algunos arquitectos, y los primeros promotores de vivienda (Ref. 6).

De todos los materiales de construcción, el que ha conocido mayor desarrollo en México y en el mundo ha sido el cemento de tipo Portland. El cemento Portland es usado ordinariamente para la fabricación de losas de concreto y de bloques de concreto; aunque también pueden usarse cementos naturales o cal para estos fines.

En México la industria del cemento se remonta a principios del siglo pasado. En aquellos años se trataba de un material innovador a nivel mundial, pues el cemento Portland había iniciado apenas su carrera ascendente (con la invención en 1890 de horno rotativo)

Paralelamente con la expansión de la industria cementera se incrementó el uso del cemento en la construcción de muros y techos de las viviendas.

### **Muros.**

Como se dijo anteriormente, desde principios de siglo los materiales dominantes en muros eran el adobe y la madera; de estos materiales rústicos, hasta 1990, el adobe continuaba teniendo un lugar importante: según el censo de 1990, el 14.6% de la vivienda seguía contando con muros de este material. De ese total, un 34% se trata de viviendas de buena calidad que utilizan techo de teja, y 14% tienen techo de concreto; de suerte que casi la

mitad de las viviendas de adobe son casas de cierta calidad. En cambio, 21% usa techo de lámina metálica, 15% techo de paja y 8% techo de lámina de cartón; de manera que 44% seguiría utilizando el antiguo esquema del jacal (Ref. 6).

El declive del adobe se inició durante la década de los sesenta, al tiempo en que se desarrollaban la industria del ladrillo rústico y las fábricas de block.

Numerosos técnicos y arquitectos han buscado recuperar el uso de este material, resaltando sus grandes cualidades técnicas y constructivas y su bajo costo; a pesar de sus cualidades, se ha visto que el adobe ha dejado de ser un material solicitado por la población en general, inclusive en el campo.

En el censo de 1929 el ladrillo representaba apenas el 3% de los materiales de la vivienda, y estaba presente de manera más marcada en el Distrito Federal (30%), Sinaloa (24%) y Baja California Sur (15%).

Sin embargo, se sabe que para estas fechas existían ya ladrilleras de tipo moderno en varias partes del país, como en el Estado de México, Coahuila, Nuevo León, Puebla y Jalisco; las cuales surtían las necesidades en material para la vivienda residencial de las principales ciudades. Lo que no existía entonces eran las cientos de miles de pequeñas ladrilleras rústicas que llegó a haber en los alrededores de casi todas las ciudades del país. Se desconoce con precisión el proceso de expansión de esa industria, pero se presume que a partir de los años sesenta éste debe haber sido espectacular.

El ladrillo y el block se convirtieron, conjuntamente, en los materiales dominantes desde 1970 (cuando representaron el 44% de los muros): Para 1960 este porcentaje creció al 56% y en 1990 al 70% (Ref. 6).

En los años 90 se observa que el ladrillo hueco industrializado de bajo costo, ha ido desplazando al tabique de barro recocido, sobre todo en conjuntos habitacionales y en las grandes ciudades (Ref. 6).

Según la referencia 2, hasta 1994, en la construcción de viviendas unifamiliares y multifamiliares, la mampostería tanto en sus modalidades confinada o reforzada, es el material más comúnmente empleado. Se prevé que lo seguirá siendo porque utiliza intensamente mano de obra, la cual es comparativamente barata en México y porque satisface el gusto y la preferencia de la población.

### **Techos.**

Al inicio del siglo XX, la mayor parte de la población del Estado de México, residía en casas de tipo horizontal realizadas con materiales de la región, las cuales contaban con techos con una estructura de madera cubierta con teja y láminas de cartón, palma, tejamanil, etc.

Con el paso de los años y, sobre todo, como se dijo anteriormente, con el aumento en la producción de cemento en México (actualmente ocupa el sexto lugar en producción mundial de cemento) se ha venido utilizando cada vez más este material en la construcción de techos y entrepisos, ya sea como sistema de losa maciza, de vigueta bovedilla o reticular. Según los censos de 1990 se aprecia una dominación del concreto en techos de viviendas, al representar el 51.4 % de las cubiertas.

En la siguiente tabla se resumen los materiales más empleados en la construcción de viviendas en el valle de México hasta 1986, según una estadística elaborada por el INFONAVIT.

Cimentación	Mampostería de piedra del lugar
Firmes	Concreto simple, $f'c= 100$ a $150$ kg/cm <sup>2</sup>
Cadenas	Tradicionales de concreto armado, fabricado en el lugar
Muros	Tabique de barro recocido común de la región
Castillos	Tradicionales de concreto armado, fabricado en el lugar
Entrepisos	De concreto armado en sitio

Tabla 1.1. Materiales y sistemas constructivos más empleados en el Valle de México hasta 1986 (de la Ref. 1).

### *La Tecnología.*

La creciente utilización de elementos constructivos dentro de un concepto de elementos prefabricados y semi-industrializados, ha propiciado la construcción de un número mayor de viviendas en un tiempo menor al utilizado en sistemas tradicionales, lo que implica la posibilidad de realizar más acciones con los mismos recursos.

Si bien es innegable que las tecnologías edificadoras avanzadas tienen una trayectoria importante en México, su aplicación en el ámbito de la vivienda ha sido limitada. Según el INFONAVIT, en 1990 (Ref. 6), la gran mayoría de las casas que se producían anualmente en el país, se erigían con tecnología tradicional, careciendo de componentes prefabricados.

Se han ideado multitud de tecnologías para la edificación de viviendas, pueden citarse las siguientes: el ferrocemento, mortero lanzado, sistema Panelcreto Sepsa, sistema NSJ-Concesia, sistema Papanoa, sistema Multypanel, sistema Siporex, sistema Thermopanel, sistema Concreacero, sistema Guadiana, sistema Covintec, entre otros. Para conocer más detalles acerca de estos sistemas, consultar la referencia 6.

## **CAPÍTULO II**

### **INVENTARIO DE LOS PROYECTOS DEL PERIODO 1997- 2001 (INFONAVIT)**

En esta investigación se recabaron datos de 619 proyectos de vivienda basados en la información proporcionada por el INFONAVIT, la cual se supone muy similar al resto de la vivienda de interés social construida en México por otros organismos. A continuación se explican los criterios para la obtención de los datos.

## **II.1 Metodología para la obtención de datos**

El INFONAVIT cuenta con una Secretaría Técnica que se encarga de evaluar las propuestas de conjuntos habitacionales hechas por los desarrolladores de vivienda, tanto la factibilidad técnica como la económica, de acuerdo a normas previamente establecidas. De esta manera, en esta Secretaría se tienen los expedientes de los programas de vivienda de interés social que se han evaluado a través de los años.

Es en esta instancia donde recurrimos para obtener la información necesaria para llevar a cabo el presente estudio.

Debido al gran volumen de información existente para cada año, se optó por escoger todos los proyectos que se tuvieran de los años de 1997 a 2001. Cabe mencionar que debido a que en el transcurso de la investigación se tuvieron a la mano algunos paquetes correspondientes al año de 1996; se incluyeron estos con el fin de ampliar aún más la muestra en estudio.

De aquí en adelante se le denominará paquete a la propuesta para la construcción de vivienda que ofrecen los desarrolladores de vivienda al INFONAVIT. Estos paquetes contienen la documentación que exige el INFONAVIT para su evaluación y aprobación. A continuación se enlistan en términos generales la documentación que dichos paquetes contienen:

### **Documentos en Expediente:**

- Carta oferta del paquete
- Cédula de presentación de la oferta
- Recibo de pago de la inscripción y constancia de registro de constructores
- Escrituras
- Pago del impuesto predial
- Factibilidades de servicios de agua, luz y drenaje
- Plano de localización indicando vialidades y equipamiento

- Plano de lotificación y sembrado (conjunto)
- Proyecto ejecutivo de la vivienda aprobado por el municipio, y que incluye:
  - Planos arquitectónicos
  - Memoria de cálculo estructural
  - Planos estructurales firmados por el perito responsable
  - Registro vigente del perito responsable

**Diseño Urbano:**

- Lotificación con dosificación de usos del suelo
- Plano de sembrado

**Ingeniería Urbana:**

- Plano topográfico
- Estudio de mecánica de suelos (conjuntos de más de 50 viviendas), firmado por el perito responsable
- Registro del perito responsable de mecánica de suelos
- Planos de autorización de las redes a agua potable y drenajes aprobados
- Especificaciones de obra de urbanización y edificación
- Recibos de pagos de agua, luz y drenaje
- Dictamen de impacto ambiental
- Licencia de construcción

Cabe mencionar que no siempre se tiene de toda esta documentación; se pueden requerir menos de los documentos anteriormente enlistados, o más, dependiendo del tamaño del conjunto habitacional y de su ubicación.

En el transcurso de la investigación se encontró que no todos los paquetes tenían los documentos que necesitábamos; algunos no contaban con planos estructurales, arquitectónicos, memorias de cálculo, a veces ni croquis de localización, por lo que en la base de datos algunos conjuntos no tienen la información completa.

De la documentación en los paquetes se extrajeron los siguientes datos:

**Datos generales:** como son el nombre del conjunto habitacional, número total de viviendas, ubicación exacta del predio en donde se construyó, tipología del conjunto (viviendas unifamiliares, dúplex, triples, cuádruplex o multifamiliares) y año de construcción del conjunto (este último dato es importante para nuestros fines pues veremos posteriormente la manera como han ido evolucionando los sistemas constructivos con el tiempo). También se recabaron algunas observaciones referentes a los paquetes: si faltaba información, si era legible, algún dato especial del conjunto, etc.

**Datos estructurales:** el número de niveles de los edificios, el sistemas constructivo; tipo de cimentación, tipo de muros, sistema de piso, el tipo de castillos empleados. La empresa que construyó el conjunto y el nombre de la persona que llevó a cabo el cálculo estructural.

Además de esto, se calcularon las densidades de muros de los edificios, como se explica a detalle en el siguiente apartado.

## II.2 Densidad de muros.

El método que se utiliza comúnmente para analizar por cargas laterales la resistencia de muros de mampostería es el método simplificado. Y se basa en suponer que la fuerza cortante que se genera por efecto del sismo, en cada entrepiso y en cada dirección, se distribuye en los muros alineados en dicha dirección, en forma proporcional al área de cada muro. De ahí la importancia que tiene analizar qué área de muros se tiene en cada dirección, con respecto al área total que ocupa el edificio, es decir, su densidad de muros.

La densidad de muros es el área transversal efectiva de muros que se tiene en cada dirección para resistir las fuerzas sísmicas. El área transversal efectiva de los muros se obtiene multiplicando el área transversal del muro por un factor ( $F_i$ ) en el caso de que el muro sea corto, es decir, que la relación entre la altura del muro,  $H$ , y su longitud,  $L$ , exceda de 1.33 (Ref. 2), por lo que la contribución de estos muros se reduce multiplicándola por el factor:

$$F_i = (1.33 L/H)^2 \leq 1$$

La densidad de muros puede expresarse en términos de un índice adimensional igual a la suma de las áreas transversales efectivas de los muros en la dirección considerada, dividida entre el área de la planta tipo del edificio.

$$d_{x,y} = \frac{\sum F_i A_i}{A_p}$$

donde

- $d_{x,y}$  = densidad de muros en la dirección considerada, comúnmente expresada como un porcentaje  
 $A_T$  = área transversal de muros  
 $A_p$  = área en planta del edificio

Este índice de densidad de muros, de fácil determinación, proporciona una forma directa de estimar la idoneidad sísmica de edificios a base muros de carga de mampostería.

A partir de los planos estructurales de cada conjunto se obtuvo la densidad de muros de la planta baja, debido a que en este nivel se presentan las fuerzas cortantes máximas bajo la acción de un sismo; se obtuvo el área de la planta baja de cada edificio, el área los muros existentes en esta planta en las dos direcciones de orientación de los elementos (sentido longitudinal y transversal), tanto de mamposterías como de concreto, y de esta manera se calcularon las densidades de muros respectivas.

### II.3 Características principales de la base de datos.

Para un mejor manejo de la información recabada, se construyó una base de datos donde se clasifican los datos de los 619 proyectos habitacionales estudiados, que dan un total de 148,076 viviendas. Una muestra de esta base de datos se presenta en el apéndice al final del presente trabajo.

Los criterios utilizados para ordenar los proyectos son los siguientes:

**Por año.** Empezando por los proyectos de 2001 hasta llegar a los de 1996

**Por entidad.** Primero los de el estado de México, por su importancia en cuanto a volumen de vivienda, y después los del Distrito Federal.

**Por clave del conjunto.** Es importante señalar que por razones de confidencialidad de la información, se omiten los nombres de los conjuntos habitacionales, en vez de estos, se presentan por claves para distinguirlos unos de otros. Ordenados alfabéticamente.

A continuación se presenta el formato de dicha tabla y se da una breve explicación de como está formada.

#### Base de datos.

Está formada por dos tablas, la primera se muestra a continuación:

**INVENTARIO DE CONJUNTOS HABITACIONALES DE INFONAVIT 1997-2001**

**I. DATOS GENERALES**

Tipologías: UF=UNIFAMILIAR  
 DX=DUPLEX  
 CX=CUADRUPLEX  
 MX=MULTIFAMILIAR

Tipos de muros: MC=MAMPOSTERÍA CONFINADA  
 MR=MAMPOSTERÍA CON REFUERZO INTERIOR  
 CR=MUROS DE CONCRETO REFORZADO  
 MC+CR=MAMPOSTERÍA CONFINADA Y MUROS DE CONCRETO REFORZADO  
 MR+CR=MAMPOSTERÍA CON REFUERZO INTERIOR Y MUROS DE CONCRETO REFORZADO  
 MC+MR=MAMPOSTERÍA CONFINADA Y MAMPOSTERÍA CON REFUERZO INTERIOR  
 MC+CR=MAMPOSTERÍA CONFINADA Y REFORZADA INTERIORMENTE

No.	CONJUNTO	No. DE VIVIENDAS	AÑO DE CONSTRUCCIÓN O EN PROYECTO	ENTIDAD	DIRECCIÓN	TIPOLOGÍA	No. DE NIVELES	SISTEMA CONSTRUCTIVO			
								CIMENTACIÓN	MUROS	LOSA	DESCRIPCIÓN
1	ATZ EMCI	404	2001	Estado de México	Calle Lugo de Castañeda s/n Tultitlán	MC+CR	2	losa	MR block concreto	vigüeta bovedilla	Orni losa de cimentación con contramuros. Muros de carga block de concreto 12x20x40, con refuerzo horizontal y vertical. Cerdillos aligados en muros. Losa de entrepiso vigüeta de concreto y bovedilla de poliestireno. Losa acotada alzn.
2	CE EMCI	200	2001	Estado de México	Escuela de Morelia	UF	2	zapatas corridas	MC+CR block concreto	vigüeta bovedilla	Orni zapatas corridas. Muros mampostería de bloque (ensamblado) y muros de concreto reforzado. Cerdillos de concreto armado. Losa de entrepiso vigüeta y bovedilla. Losa acotada alzn.

Figura 2.1. Tabla de datos generales

Las primeras columnas son datos acerca de la ubicación de cada conjunto habitacional y tipo de vivienda; en las columnas del sistema constructivo se ordenaron datos de tipo de cimentación, muros, sistema de piso y una breve descripción del sistema constructivo en su conjunto.

En la columna de "muros" se usó una simbología que se explica a detalle arriba de la tabla y que corresponde al tipo de muros más el material que se usó para su construcción.

El fin de la segunda tabla es la obtención de la densidad de muros, parámetro que como se explicó anteriormente, es de gran importancia y nos da una idea de la seguridad estructural ante efectos sísmicos:

**INVENTARIO DE CONJUNTOS HABITACIONALES DE INFONAVIT 1997-2001**

**II. CÁLCULO DE DENSIDADES DE MUROS**

Abreviaturas:

- |     |  |     |  |
|-----|--|-----|--|
| Ap  | Área de planta                                     | dm  | Densidad de muros de mampostería en la dirección menor |
| Am  | Área de muros de mampostería en la dirección menor | dl  | Densidad de muros de concreto en la dirección menor    |
| Ae  | Área de muros de concreto en la dirección menor    | dmx | Densidad de muros de mampostería en la dirección mayor |
| Amx | Área de muros de mampostería en la dirección mayor | dlx | Densidad de muros de concreto en la dirección mayor    |
| Aey | Área de muros de concreto en la dirección mayor    |     |  |

No.	CONJUNTO HABITACIONAL	CONSTRUCTORA	RESPONSABLE DEL CÁLCULO ESTRUCTURAL	Ar (m <sup>2</sup> )	ÁREA EN LA DIRECCIÓN DE LA DIMENSIÓN MENOR (X)		ÁREA EN LA DIRECCIÓN DE LA DIMENSIÓN MAYOR (Y)		DENSIDAD DE MUROS EN X		DENSIDAD DE MUROS EN Y		OBSERVACIONES
					Am (m <sup>2</sup> )	Ae (m <sup>2</sup> )	Amx (m <sup>2</sup> )	Aey (m <sup>2</sup> )	dm (m)	dl (m)	dmx (m)	dlx (m)	
1	ATZ FIMH	Concreto Arter SA de CV	Concreto Arter SA de CV	114.74	6.58		7.72		5.7347		2.3076		Se cuenta con planos elevados y muros de cálculo
2	CI FIMH	Indepromex	Arg Villaverde Jimenez	77.14	0.09	0.09	0.10	1.71	0.2948	0.3016	0.3511	6.3007	

Figura 2.2. Tabla de cálculo de densidades de muros.

Se incluyen también en las primeras columnas los nombres de las compañías que realizaron el análisis estructural y la empresa constructora. En las siguientes columnas se agrupan las áreas de las plantas bajas de los edificios en estudio, las áreas transversales de los muros tanto de concreto como de mampostería de esa misma planta, en dos direcciones ortogonales (sentido longitudinal y ancho) del edificio, y las densidades de muros respectivas. Cabe señalar que se toma como dirección X, a la paralela al eje transversal (ancho) del edificio, y eje Y a la paralela al eje longitudinal o largo del edificio. Según esto, en construcciones unifamiliares comúnmente se tiene que el eje corto (X) es paralelo a la fachada, y en edificios cuádruplex y multifamiliares es al revés. Lo anterior se verá más claramente en la sección III.5.

Finalmente en la última columna se presentan algunos comentarios respecto a los paquetes de vivienda analizados, como puede ser el tipo de información que se tenía disponible, o algunas características adicionales sobre los conjuntos habitacionales.

### **CAPÍTULO III**

## **ESTADÍSTICAS DE MATERIALES Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS**

Para la elaboración de las siguientes estadísticas se tomó como universo de la muestra, el número total de viviendas, y no el número de conjuntos habitacionales, por ser más representativo, dada la gran variedad en tamaños de los conjuntos (algunos están formados por un solo edificio y unas 10 viviendas por ejemplo, mientras que en otros se tienen miles de viviendas en un solo conjunto habitacional y en cientos de edificios).

### III.1 Distribución del universo de casos estudiados

En la siguiente tabla se muestran el número de viviendas de la muestra, construidas en el Estado de México y en el Distrito Federal, agrupadas por año, y en la Figura 3.1 se aprecia qué parte de la muestra pertenece a cada año en estudio.

Año	No. De Viviendas			%
	Estado de México	Distrito Federal	Total	
1996	1,800	1,144	2,944	1.99
1997	6,213	3,596	9,809	6.62
1998	32,521	4,123	36,644	24.75
1999	29,613	2,611	32,224	21.76
2000	46,228	5,339	51,567	34.82
2001	14,106	782	14,888	10.05
Total	130,481	17,595	148,076	100.00

Tabla 3.1. Año, entidad y porcentaje de viviendas

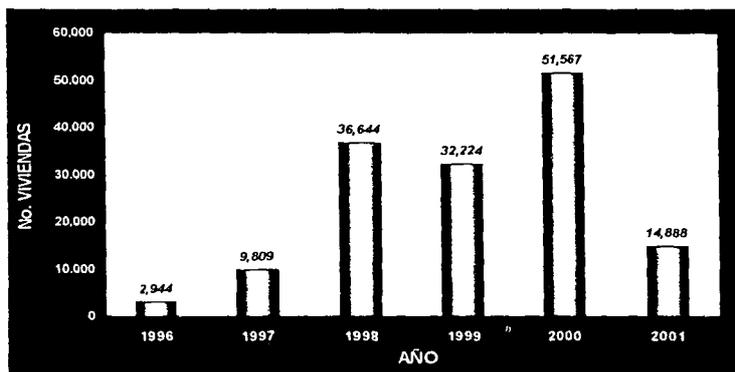


Figura 3.1. Variación anual

De la muestra se tiene que 130,481 viviendas pertenecen al estado de México, esto es, el 88 % de la muestra, mientras que 17,595 viviendas son del Distrito Federal, lo que nos da una idea del gran auge que tiene la colonización principalmente en municipios del Estado de México conurbados con el Distrito Federal.

Se observa que para años más recientes se tiene mayor porcentaje de la muestra, lo que nos da una idea de un aumento en la construcción de vivienda, sin embargo también influye la mayor disponibilidad de los expedientes en los últimos años. Para el año de 1996 sólo se tuvo acceso a una parte de los casos; para 2001 sólo se incluyen los casos disponibles en el archivo hasta octubre de ese año.

### III.2 Tipología y número de niveles.

#### Tipología.

En la Tabla 3.2 se presenta la clasificación de las viviendas de acuerdo a su tipología:

Tipología	No. de viviendas	%
Unifamiliar (UF)	2,913	1.97
Duplex (DX)	47,058	31.78
Triplex (TX)	1,442	0.97
Cuadriplex (CX)	68,710	46.40
Multifamiliar (MX)	25,605	17.29
Multifamiliar horizontal (MX-HZ)	2,348	1.59
Sin información	0	
Total	148,076	
Viviendas con información	148,076	100.00

Tabla 3.2. Distribución por Tipologías.

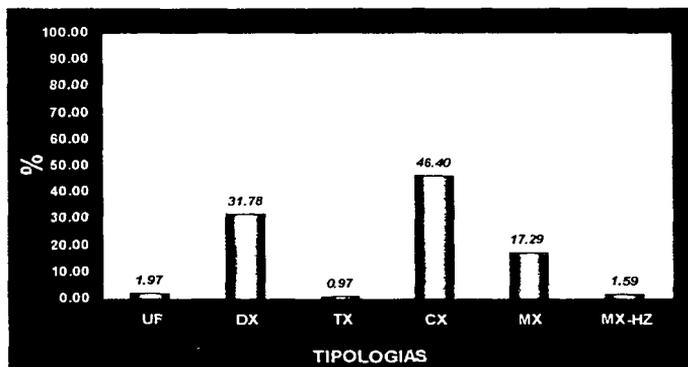


Figura 3.2. Estadísticas de tipologías.

Se aprecia que predominan los conjuntos cuádruplex y dúplex, que son en su mayoría de dos niveles, con 46 y 31 % de la muestra respectivamente. En el Estado de México, los proyectos multifamiliares son ya muy escasos; la gran mayoría de los que integran el 17% correspondiente a esta categoría se ubican en el Distrito Federal.

### Número de niveles.

En las estadísticas siguientes se aprecia que predominan las construcciones de dos niveles, con el 78 % de la muestra y son en su mayoría dúplex y cuádruplex, le siguen las que tienen cuatro o más pisos con el 15 %, mientras que las viviendas de un nivel son totalmente minoritarias:

No. de niveles	No. de viviendas	%
1	5,304	3.59
2	116,189	78.57
3	6,948	4.70
4	2,459	1.66
5 o más	16,986	11.49
Sin información	190	
Total	148,076	
Viviendas con información	147,886	100.00

Tabla 3.3. Número de niveles

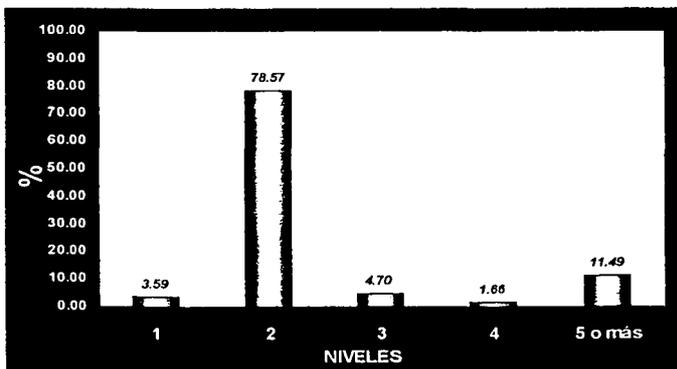


Figura 3.3. Estadísticas de número de niveles.

Cabe mencionar que no se detectó ningún conjunto de uno o dos niveles en el Distrito Federal, todos se ubican en el Estado de México. Esto es debido a que por el alto costo de la tierra en el Distrito Federal, se opta por construir conjuntos multifamiliares.

### III.3 Características estructurales principales de cimentación, muros y sistema de piso.

#### Tipo de cimentación.

Debido a que se trata en su mayoría de construcciones de tres o menos pisos, sobre suelo blando, domina la cimentación de losa corrida (77 %), con espesores que van de 10 a 20 cm, casi siempre con nervaduras que forman pequeñas contratraves invertidas con dimensiones de 20x35, 25x35 y 25x40 cm, principalmente.

Las zapatas corridas corresponden a los sitios con mejor calidad de suelo y son en su mayoría de concreto reforzado, aunque también las hay de concreto ciclópico y de piedra brava juntada con mortero de cemento. Se desplantan a profundidades de entre 60 y 100 cm.

Los cajones se usan en edificios de cuatro o más pisos y son de concreto reforzado; la losa de fondo es maciza de concreto reforzado, al igual que las contratraves; la losa tapa en muchos casos es a base de vigueta y bovedilla. Sus dimensiones son muy variadas.

Se encontró un caso de cimentación a base de contratrabes sobre pilas, siguiendo a las recomendaciones del estudio de mecánica de suelos, en un edificio de 5 niveles ubicado en Iztapalapa.

Cimentación	No. de viviendas	%
Cajón	14,503	9.90
Losa	112,868	77.04
Zapatillas corridas	19,087	13.03
Contratrabes sobre pilas	50	0.03
Sin información	1,568	
Total	148,076	
Viviendas con información	146,508	100.00

Tabla 3.4. Tipos de cimentación.

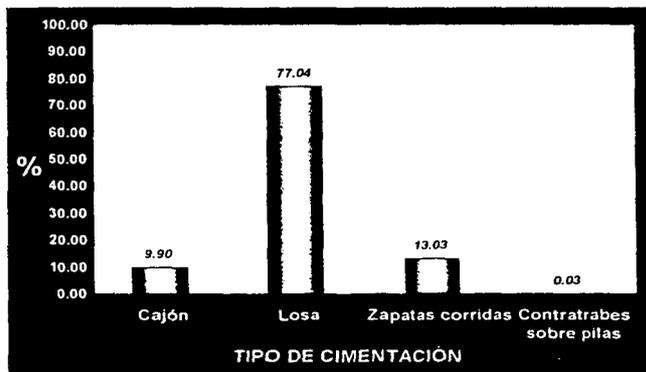


Figura 3.4. Estadísticas de tipo de cimentación.

### Tipo de muros.

Todas las viviendas estudiadas están estructuradas con muros de carga de mampostería o de concreto. El 47% corresponde a muros de concreto, el 45% a muros de mampostería, ya sea confinada y con refuerzo interior. El resto corresponde a casos donde se combinan muros de concreto y mampostería.

Las estadísticas de la Tabla 3.5 muestran que la mayoría de los muros de mampostería son con refuerzo interior (38%) y solo 4.5% de mampostería confinada. Un poco más del 2% corresponde a la combinación de estas últimas.

Los espesores de los muros son generalmente de 10 cm para muros de concreto y 12 cm para muros de mampostería. El armado de los muros de concreto es en su mayoría con malla electrosoldada.

En la mampostería reforzada interiormente se usa, para el refuerzo horizontal, dos alambres de espesor comúnmente de 5/32" a 1/4" o escalerilla de 1/8", a cada una, dos y en ocasiones hasta tres hiladas. El refuerzo vertical es de castillos ahogados en los huecos de los muros, hechos del mismo mortero de junto de los bloques y ubicados en intersecciones, extremos, y a cada 70 u 80 cm, reforzados comúnmente con una varilla con espesor de entre 5/16" y 4/8" en castillos intermedios y dos o tres en castillos ubicados en intersecciones o en extremos.

Muros	No. de viviendas	%
MC= Mampostería confinada	6,796	4.63
MRI= Mampostería con refuerzo interior	56,547	38.50
CR= Muros de concreto reforzado	70,101	47.73
MC+CR= Mampostería confinada y muros de concreto reforzado	2,314	1.58
MRI+CR= Mampostería con refuerzo interior y muros de concreto	7,597	5.17
MC+MRI= Mampostería confinada y mampostería con refuerzo interior	173	0.12
MC/R1= Mampostería confinada y reforzada interiormente	3,341	2.27
Sin información	1,207	
Total	148,076	
Viviendas con información	146,869	100.00

Tabla 3.5. Tipos de muros.

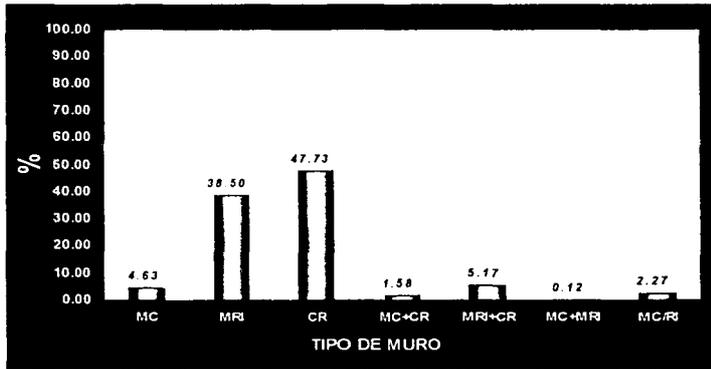


Figura 3.5. Estadísticas de tipos de muros.

En los castillos y dalas predomina el refuerzo prefabricado con alambres corrugados de pequeño diámetro electrosoldados.

En cuanto al material de que se componen los muros de mampostería, predomina el bloque de concreto sobre el tabique de barro, con distintos tipos de huecos. En la Tabla 3.6 se muestra una estadística más a fondo de los materiales utilizados en la construcción de muros de la muestra en estudio. La predominancia del concreto en los muros y la disminución del uso de piezas de barro representan un cambio significativo respecto a la práctica de años anteriores.

Muros	No. de viviendas	%
CR	70,101	47.73
MC block concreto	3,106	2.11
MC block barro	15	0.01
MC tabicón	233	0.16
MC tabique	550	0.37
MC tabique barro	1,284	0.87
MC tabique hueco	248	0.17
MC tabique multiperforado	1,360	0.93
MC/RI block concreto	2,659	1.81
MC/RI tabique extruido	682	0.46
MC+CR block concreto	1,834	1.25
MC+CR tabique barro	480	0.33
MC+MRI tabique barro y block de concreto	153	0.10
MC+MRI tabique multiperforado	20	0.01
MRI block barro	372	0.25
MRI block concreto	54,317	36.98
MRI tabique extruido	301	0.20
MRI tabique multiperforado	1,557	1.06
MRI+CR block barro	204	0.14
MRI+CR block concreto	3,712	2.53
MRI+CR tabique barro	48	0.03
MRI+CR tabique extruido	2,663	1.81
MRI+CR tabique hueco	75	0.05
MRI+CR tabique multiperforado	895	0.61
no especifica	1,207	
total=	148,076	
viviendas con información=	146,869	100.00

Tabla 3.6. Materiales empleados en los distintos tipos de muros.

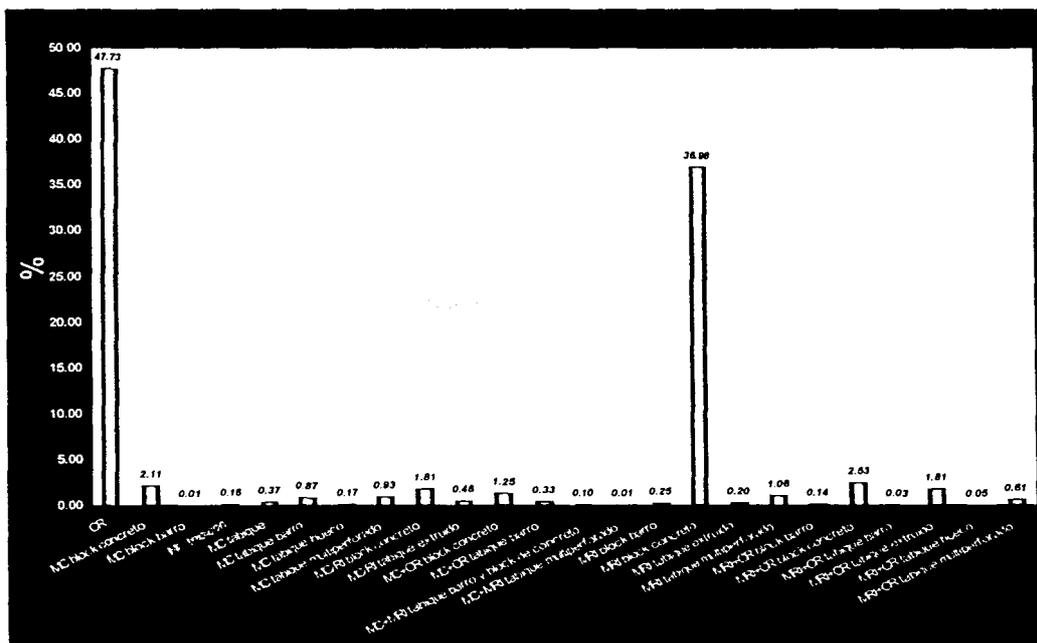


Figura 3.6. Estadística de materiales de muros.

### Tipos de sistemas de piso.

En las losas de pisos y techos se emplean dos modalidades: la losa maciza de concreto apoyada en dos direcciones sobre muros perimetrales (53%), y la losa de vigueta y bovedilla (43%). En esta última se han introducido diversas variantes a la solución original con viguetas de concreto presforzadas y casetones de concreto huecos. Abundan las semiviguetas de concreto y los casetones de poliestireno. El uso de otros tipos de losas es minoritario (3%).

Sistema de piso	No. de viviendas	%
Losa maciza de concreto reforzado	78,283	53.32
Vigueta y bovedilla	63,766	43.44
Losa nervada	2,340	1.59
Losa tipo cañón	2,416	1.65
Sin información	1,271	
Total	148,076	
Viviendas con información	146,805	100.00

Tabla 3.7. Tipos de sistemas de piso.

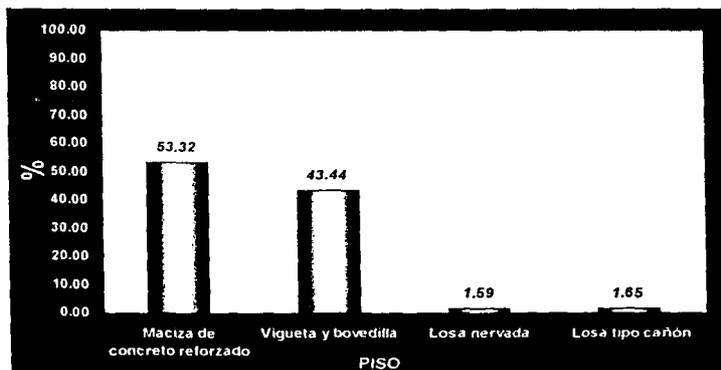


Figura 3.7. Estadísticas de sistemas de piso.

Las losas macizas son en su mayoría de 10 cm de espesor, aunque se encontraron algunos casos donde eran de 12 cm, y una de 11 cm.

El refuerzo comúnmente utilizado es a base de malla de alambres de acero electrosoldados, complementada con alambres corrugados de acero de alta resistencia con diámetro menor a 10 mm.

Los espesores de las losas de vigueta y bovedilla varían de 15 a 20 cm, pero predominan las de 17 cm. Se utilizan generalmente la vigueta de concreto presfórzado y la semivigueta

de concreto, y el casetón de poliestireno de alta densidad. La capa de compresión tiene espesores de 3 a 5 cm y se refuerza con malla de alambres electrosoldados.

### III.4 Comparación con los resultados de un estudio anterior.

Con el fin de estudiar la manera como han evolucionado los sistemas constructivos en la edificación de vivienda en México, se compararon los resultados con los de un estudio similar al presente, hecho en el año de 1993. Este último estudio comprende información de una muestra del periodo de 1972 a 1992. Es importante mencionar que dicha información corresponde a viviendas construidas en todo el país, y no solamente del valle de México; sin embargo creemos que estas comparaciones nos dan una idea de la variación que han tenido las preferencias constructivas empleadas en este tipo de edificaciones. Para mayor información consultar la Referencia 3.

Los datos estructurales que consideramos de mayor relevancia son el número de niveles de los conjuntos, el tipo de cimentación, muros y sistemas de entrepiso. A continuación se presentan los resultados de dichas comparaciones.

#### Número de niveles.

En la siguiente tabla se muestra la comparación entre los estudios mencionados. Se observa claramente la tendencia hacia las construcciones de dos niveles, que en su mayoría son dúplex y cuádruplex, pues pasaron de ser la tercera parte de la muestra en el primer periodo (1972-1992), a ser tres cuartas partes del total de la muestra en el segundo periodo (1997-2001).

No. de niveles	% de viviendas (periodo 1972-1992)	% de viviendas (periodo 1997-2001)
1	29.30	3.59
2	30.40	78.57
3	13.70	4.70
4	13.30	1.66
5 o más	13.30	11.49
Total	100	100

Tabla 3.8. Cuadro comparativo del número de niveles de conjuntos habitacionales construidos en los periodos 1972-1992 y 1997-2001.



Figura 3.8. Comparación de número de niveles los conjuntos habitacionales construidos en los periodos 1972-1992 y 1997-2001.

Asimismo se ha reducido considerablemente la construcción de viviendas de un nivel, así como también las de tres y cuatro niveles. La edificación de conjuntos de más de cinco niveles se ha reducido ligeramente

### Tipo de cimentación.

El tipo de cimentación depende en gran medida del tipo de suelo en el que se va a construir. Sin embargo, podemos decir que se tiende a utilizar más la losa de cimentación que las zapatas corridas en edificaciones de menos de tres niveles. Los cajones de cimentación siguen siendo la solución más común para edificios de 4 o más niveles.

Debido a que se trata en términos generales de construcciones pequeñas, no se utiliza otro tipo de cimentaciones, como pudieran ser pilotes de cimentación, salvo raras excepciones.

Cimentación	% de viviendas (periodo 1972-1992)	% de viviendas (periodo 1997-2001)
Losa corrida o cajón de cimentación	50.00	86.94
Zapatas corridas	50.00	13.03
Otras		0.03
Total	100	100

Tabla 3.9. Cuadro comparativo de tipo de cimentación de conjuntos habitacionales construidos en los periodos 1972-1992 y 1997-2001.

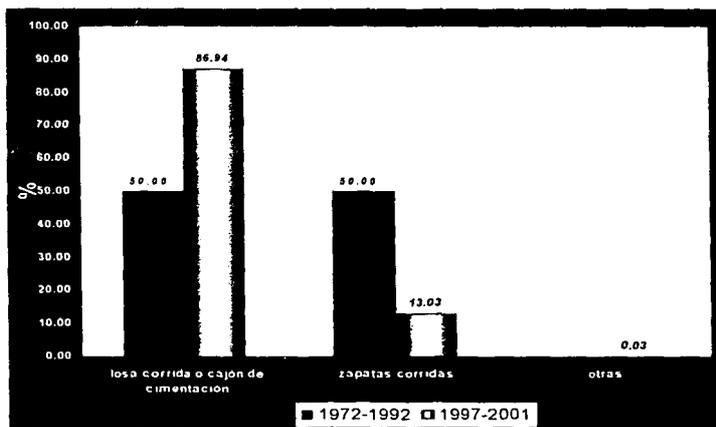


Figura 3.9. Comparación del tipo de cimentación de los conjuntos habitacionales construidos en los periodos 1972-1992 y 1997-2001.

### Tipo de muros.

Como se muestra en las siguientes figuras, se ha dado una gran tendencia al uso de muros de concreto reforzado, que en el anterior estudio solo representaban el 2% las viviendas de la muestra, mientras que en el presente estudio representan casi la mitad del total de la muestra (47.7%).

En cuanto a los muros de mampostería, se aprecia la sustitución de mampostería confinada por mampostería reforzada interiormente, ya que la primera en el anterior estudio representaba el 62% de la muestra, es decir, era el sistema de muros más empleado, y en el segundo estudio tan solo representó el 4%. Mientras que la mampostería con refuerzo interior alcanzó el 20% en el primer estudio y aumentó a casi 41% en el segundo.

Muros	% de viviendas (periodo 1972-1992)	% de viviendas (periodo 1997-2001)
MC= MAMPOSTERÍA CONFINADA	62.00	4.63
MRI= MAMPOSTERÍA CON REFUERZO INTERIOR	20.00	40.89
CR= MUROS DE CONCRETO REFORZADO	2.00	47.73
MC+CR= MAMPOSTERÍA CONFINADA Y MUROS DE CONCRETO REFORZADO	9.00	1.58
MRI+CR= MAMPOSTERÍA CON REFUERZO INTERIOR Y MUROS DE CONCRETO REFORZADO	7.00	5.17
Total	100	100

Tabla 3.10. Cuadro comparativo de tipo de muros de conjuntos habitacionales construidos en los periodos 1972-1992 y 1997-2001.

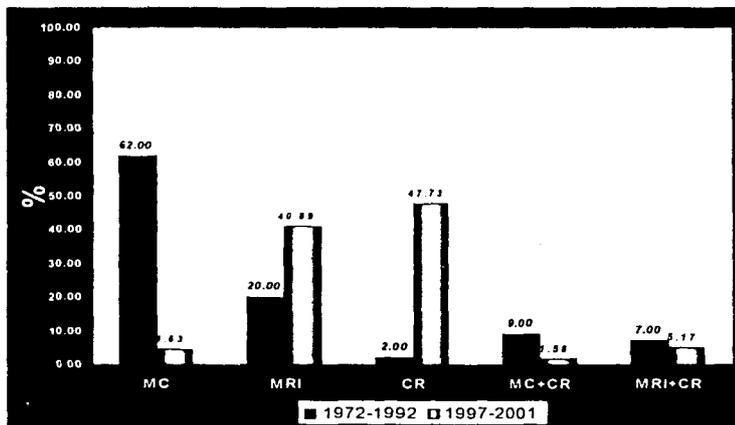


Figura 3.10. Comparación del tipo de muros de los conjuntos habitacionales construidos en los periodos 1972-1992 y 1997-2001

Lo anterior se puede explicar por el hecho de que los muros de concreto requieren menor mano de obra y ocupan menos tiempo de construcción, además de su alta resistencia. Lo que se traduce en la construcción de un número mayor de viviendas en menos tiempo. Algo similar ocurre con la mampostería con refuerzo interior, ya que comúnmente utiliza bloques de concreto de dimensiones que rebasan varias veces las del tabique rojo recocido o el tabicón, muy utilizados en mampostería confinada, dando como resultado que se construyan en menor tiempo. Además de esto, los castillos van ahogados en los huecos de los bloques, lo que elimina el uso de cimbra para estos.

Finalmente, se observa que ha disminuido ligeramente el uso combinado de muros de concreto y mampostería en una misma construcción.

### Tipo de sistema de piso.

De la siguiente tabla se puede observar el aumento en el uso de la vigueta y bovedilla, que constituía apenas el 16% de la muestra en el anterior estudio, y ahora representa el 43%, casi la mitad de las viviendas que integran la muestra. Lo que ha producido que el uso de la losa maciza disminuya (75% en el primer estudio y 53% en el segundo).

El sistema de vigueta y bovedilla elimina el uso de cimbra, lo que reduce el tiempo de construcción de la vivienda, puesto que después de colada la capa de compresión se puede trabajar debajo de la losa, sin tener que esperar a quitar una cimbra para poder continuar con los trabajos. Además requiere menor mano de obra para su construcción; sin embargo hay que tener especial cuidado al colocar las viguetas y los casetones para evitar rupturas.

Sistema de piso	% de viviendas (período 1972-1992)	% de viviendas (período 1997-2001)
Losa maciza de concreto reforzado	75.00	53.32
Vigueta y bovedilla	16.00	43.44
Otras	9.00	3.24
Total	100	100

Tabla 3.11. Cuadro comparativo de tipo de sistema de piso de conjuntos habitacionales construidos en los periodos 1972-1992 y 1997-2001.

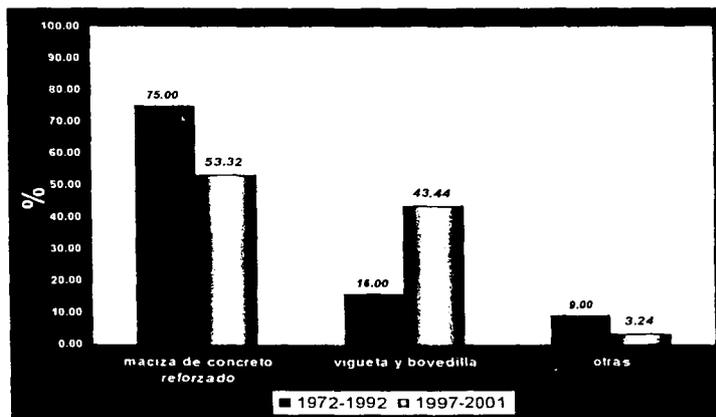


Figura 3.11. Comparación del tipo de sistema de piso de los conjuntos habitacionales construidos en los periodos 1972-1992 y 1997-2001.

### III.5 Densidad de muros.

Como se comentó en la sección II.2, la densidad de muros es de importancia pues nos va a indicar que tan resistente es la estructura ante efectos sísmicos (fuerzas laterales).

A continuación se presentan estadísticas sobre los valores de las densidades de muros observadas, tanto para muros de mampostería como para muros de concreto.

#### III.5.1 Muros de mampostería.

Después de analizar la información de la base de datos, se obtuvieron las siguientes estadísticas. Se clasificaron los conjuntos de acuerdo a su número de niveles, y se agruparon las densidades calculadas en intervalos de frecuencia, y se construyó un histograma.

#### Conjuntos de un nivel.

Como se observa en la siguiente tabla, se utilizan más muros en la dirección longitudinal (Y) del edificio, esto debido a que las edificaciones de un nivel son casi siempre unifamiliares o dúplex, y en las viviendas unifamiliares comúnmente en esta dirección se

ubican los muros divisorios o de colindancia, en tanto que en la dirección transversal o corta (X) regularmente se ubican las fachadas y se necesita de circulación.

Densidad de muros (intervalos de frecuencia)	% de la muestra	
	X	Y
0-0.5		
0.5-1	4.9	
1-1.5	12.3	
1.5-2	69.4	
2-2.5		
2.5-3	13.4	
3-3.5		
3.5-4		4.9
4-4.5		77.2
4.5-5		2.4
5-5.5		9.9
5.5-6		
6-6.5		5.6
6.5-7		
7-7.5		
7.5-8		
8-8.5		
8.5-9		
<b>total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Tabla 3.12. Intervalos de frecuencia de densidades de muros de mampostería en edificios de un nivel.

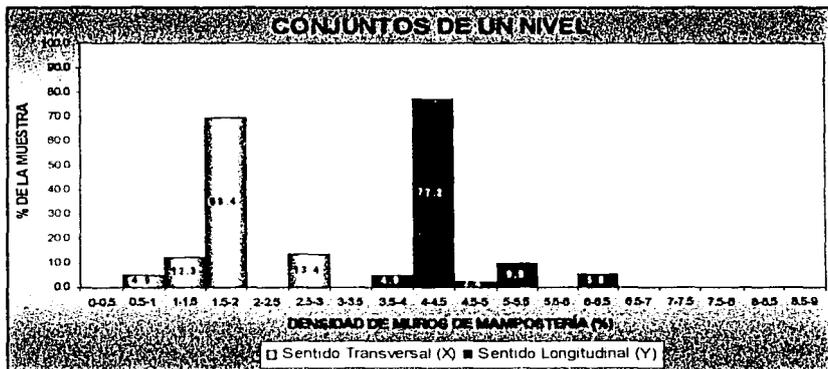


Figura 3.12. Histograma de frecuencias de densidades de muros de mampostería para edificios de un nivel.

Los porcentajes de densidades de muros en el sentido corto varían de 0.5 a 3 %, siendo los valores más usados entre 1.5 y 2%, mientras que en el sentido largo los porcentajes van de 3.5 a 6.5%, siendo el rango más usado entre 4 y 4.5 %.

**Conjuntos de dos niveles.**

Para conjuntos de dos niveles los porcentajes de densidades de muros varían de menos de 0.5 a 8 %. En este caso se observa que la tendencia es hacia los muros en la dirección corta, debido a que los edificios de dos niveles son regularmente cuádruplex y dúplex, y en los cuádruplex regularmente se ubican los muros divisorios en la dirección corta.

Se observa que los porcentajes de densidad de muros que más se presentan en la dirección corta se encuentran entre 2.5 y 4.5 %. Para la dirección larga los porcentajes más frecuentes se encuentran entre 2.5 y 3 %.

En comparación con los edificios de un nivel se aprecia un aumento en la densidad de muros, además de que no existe una tendencia marcada hacia un rango en específico, como sucedió en el caso anterior.

Densidad de muros (Intervalos de frecuencia)	% de la muestra	
	X	Y
0-0.5	0.3	0.5
0.5-1	2.1	1.6
1-1.5	2.8	5.5
1.5-2	1.1	20.0
2-2.5	1.3	23.1
2.5-3	18.4	14.8
3-3.5	19.3	9.2
3.5-4	14.1	9.2
4-4.5	23.5	3.5
4.5-5	3.3	2.6
5-5.5	11.0	5.6
5.5-6	1.8	2.0
6-6.5	0.7	1.7
6.5-7		0.3
7-7.5		0.3
7.5-8	0.5	
8-8.5		
8.5-9		
<b>total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Tabla 3.13. Intervalos de frecuencia de densidades de muros de mampostería en edificios de dos niveles.



Figura 3.13. Histograma de frecuencias de densidades de muros de mampostería para edificios de dos niveles

### Conjuntos de tres niveles.

De acuerdo con la tabla y figura que a continuación se presentan, se observa claramente un aumento en la densidad de muros, al no haber ningún caso donde se tenga una densidad menor a 1.5 %. Los valores se ubican entre 1.5 y 6.5%, y no se presenta alguna tendencia clara hacia algún rango en especial.

El rango que más casos presenta en el sentido corto es entre 2 y 2.5 %, y en el largo entre 3.5 y 4 %.

Densidad de muros (intervalos de frecuencia)	% de la muestra	
	X	Y
0-0.5		
0.5-1		
1-1.5		
1.5-2	16.6	9.6
2-2.5	31.0	6.9
2.5-3	10.2	24.6
3-3.5	2.3	
3.5-4	5.7	27.6
4-4.5	6.6	10.4
4.5-5	14.1	
5-5.5	13.5	16.6
5.5-6		0.7
6-6.5		3.5
6.5-7		
7-7.5		
7.5-8		
8-8.5		
8.5-9		
<b>total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Tabla 3.14. Intervalos de frecuencia de densidades de muros de mampostería en edificios de tres niveles.

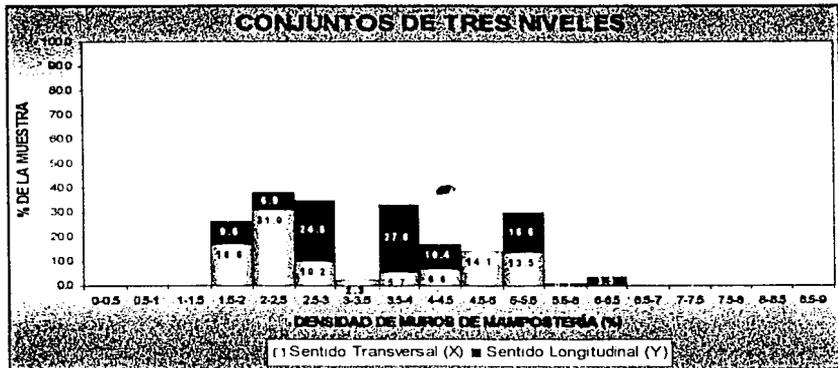


Figura 3.14. Histograma de frecuencias de densidades de muros de mampostería para edificios de tres niveles.

### Conjuntos de cuatro niveles.

Ahora los valores para este tipo de edificaciones varían entre 1 y 6 %, pero en este caso se presentan tendencias marcadas hacia ciertos rangos; para los muros en la dirección transversal, el rango más frecuentado es entre 4.5 y 5 % y en el sentido longitudinal entre 3 y 3.5 %.

Se observa una vez más un incremento en los porcentajes de densidades de muros conforme aumenta el número de niveles.

Densidad de muros (intervalos de frecuencia)	% de la muestra	
	X	Y
0-0.5		
0.5-1		
1-1.5	3.9	
1.5-2	11.5	2.7
2-2.5	0.8	5.0
2.5-3		23.8
3-3.5	7.3	42.3
3.5-4	19.0	2.9
4-4.5	9.8	
4.5-5	45.0	23.4
5-5.5		
5.5-6	2.7	
6-6.5		
6.5-7		
7-7.5		
7.5-8		
8-8.5		
8.5-9		
<b>total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Tabla 3.15. Intervalos de frecuencia de densidades de muros de mampostería en edificios de cuatro niveles.

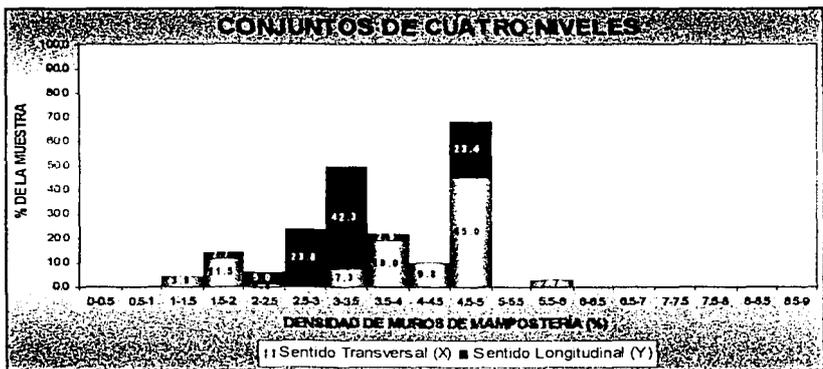


Figura 3.15. Histograma de frecuencias de densidades de muros de mampostería para edificios de cuatro niveles.

### Conjuntos de cinco o más niveles.

Respecto a los edificios de cinco o más niveles, podemos observar que existe una gran variedad de densidades de muros.

Densidad de muros (Intervalos de frecuencia)	% de la muestra	
	X	Y
0-0.5	0.0	0.0
0.5-1	0.2	0.0
1-1.5	0.9	15.0
1.5-2	2.1	6.2
2-2.5	1.4	20.7
2.5-3	3.6	12.7
3-3.5	5.8	25.7
3.5-4	32.7	3.4
4-4.5	15.0	9.2
4.5-5	3.6	1.0
5-5.5	9.1	0.0
5.5-6	20.2	2.1
6-6.5	2.0	1.5
6.5-7	1.6	1.5
7-7.5	0.0	0.0
7.5-8	0.0	0.0
8-8.5	0.0	0.0
8.5-9	1.7	0.9
total	100	100

Tabla 3.16. Intervalos de frecuencia de densidades de muros de mampostería en edificios de cinco o más niveles.

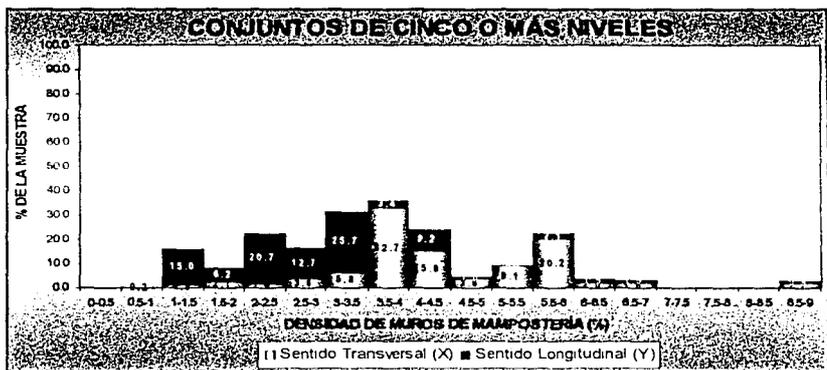


Figura 3.16. Histograma de frecuencias de densidades de muros de mampostería para edificios de cinco o más niveles.

Según la tabla anterior los valores van de 1 a 9 %. El rango con más casos en la dirección corta es entre 3.5 y 4 %, y en la dirección larga entre 3 y 3.5 %. De 7 a 8.5 % se observa que no ocurre ningún caso, sino hasta el rango de 8.5 a 9 %, con 1.7 % de la muestra. Sin embargo se aprecia que la mayoría de la muestra se concentra entre 1 y 7 %.

Es importante observar también la mayor cantidad de muros en la dirección corta, que se aprecia claramente en la Figura 3.16.

### III.5.2 Muros de concreto.

De acuerdo con las estadísticas de la sección III.3, respecto al tipo de muros, se observó que los muros de concreto constituyen aproximadamente la mitad de la muestra. Lo que nos da una idea del gran auge que tienen hoy en día. Este tipo de construcciones son generalmente de uno, dos y hasta tres niveles. De los 619 proyectos estudiados, 618 son edificaciones de hasta tres niveles, y se encontró un caso de un conjunto de 5 niveles, pero no presentaba planos estructurales ni arquitectónicos.

El 94 % de los conjuntos que presentan muros de concreto, son de dos niveles

#### Conjuntos de un nivel.

En las siguientes tabla y figura, se aprecia claramente que hay una mayor cantidad de muros en la dirección longitudinal. Las densidades de muros en la dirección corta van de

menos de 0.5 a 2.5 %, teniendo en el intervalo de 1 a 1.5 % la mayor cantidad de casos (el 72 %). Mientras que las densidades de muros en la dirección larga van de 3.5 a 4.5 %, concentrándose el 89 % de los casos en el intervalo de 4 a 4.5%.

Densidad de muros (intervalos de frecuencia)	% de la muestra	
	X	Y
0-0.5	10.6	
0.5-1	10.6	
1-1.5	72.0	
1.5-2		
2-2.5	6.9	
2.5-3		
3-3.5		
3.5-4		10.6
4-4.5		89.4
4.5-5		
5-5.5		
5.5-6		
6-6.5		
6.5-7		
7-7.5		
7.5-8		
8-8.5		
8.5-9		
<b>total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Tabla 3.17. Intervalos de frecuencia de densidades de muros de concreto en edificios de un nivel.



Figura 3.17. Histograma de frecuencias de densidades de muros de concreto para edificios de un nivel.

### Conjuntos de dos niveles.

Como se observa en la Tabla 3.18, no se tiene una clara tendencia hacia un rango de densidades de muros en ambos sentidos. Para los muros en la dirección transversal los valores de su densidad van de menos de 0.5 a 5.5 %, teniéndose un valor disparado en el intervalo de 7.5 a 8 %. En cuanto a los muros en la dirección longitudinal los valores van de menos de 0.5 a 8.5 %.

La mayor concentración de casos para ambos sentidos se da en el rango de 0 a 4.5 %.

En el caso de los muros en el sentido corto, se tiene un máximo en el intervalo de 0 a 0.5 % y para los muros largos entre 4 y 4.5 %.

Densidad de muros (Intervalos de frecuencia)	% de la muestra	
	X	Y
0-0.5	38.7	4.0
0.5-1	0.8	4.8
1-1.5	4.2	13.4
1.5-2	0.6	26.7
2-2.5	5.5	10.5
2.5-3	3.9	0.3
3-3.5	7.7	
3.5-4	5.4	0.3
4-4.5	29.8	38.8
4.5-5	0.9	
5-5.5	1.2	0.4
5.5-6		
6-6.5		0.4
6.5-7		
7-7.5		
7.5-8	1.3	
8-8.5		0.4
8.5-9		
<b>total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Tabla 3.18. Intervalos de frecuencia de densidades de muros de concreto en edificios de dos niveles.

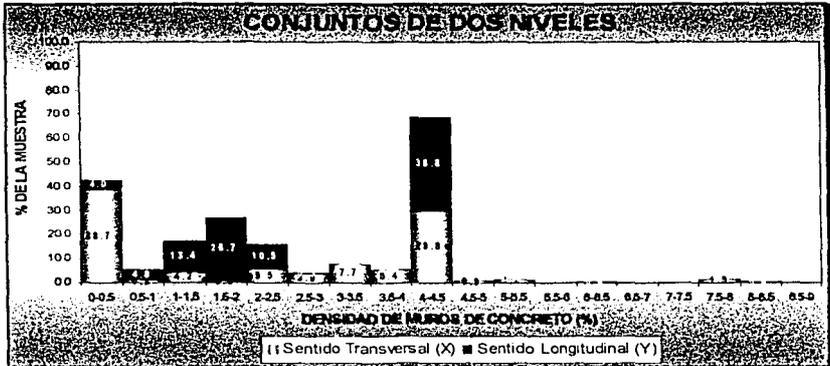


Figura 3.18. Histograma de frecuencias de densidades de muros de concreto para edificios de dos niveles.

### Conjuntos de tres niveles.

En los conjuntos de tres niveles se observa que los valores de las densidades de muros varían, para el sentido corto, entre 0.5 y 4 %, y para el largo entre 1 y 3.5 %. Los máximos se tienen en los intervalos de 0.5 a 1 % y 1 a 1.5 %, para los sentidos corto y largo respectivamente.

Cabe mencionar que ningún caso se ubica en el rango de 0 a 0.5 %, lo que habla de una mayor cantidad de muros que en los casos edificios de uno y dos niveles.

No se aprecia ninguna preferencia hacia muros en un sentido u otro. La mayoría de las densidades en ambos sentidos se ubican entre 0.5 y 4 %.

Densidad de muros (intervalos de frecuencia)	% de la muestra	
	X	Y
0-0.5		
0.5-1	47.9	52.5
1-1.5		
1.5-2		8.2
2-2.5		
2.5-3	47.5	39.3
3-3.5		
3.5-4	4.6	
4-4.5		
4.5-5		
5-5.5		
5.5-6		
6-6.5		
6.5-7		
7-7.5		
7.5-8		
8-8.5		
8.5-9		
<b>total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Tabla 3.19. Intervalos de frecuencia de densidades de muros de concreto en edificios de tres niveles.

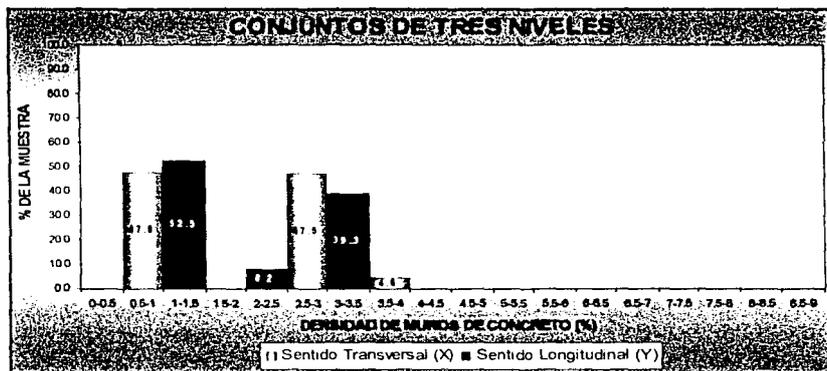


Figura 3.19 Histograma de frecuencias de densidades de muros de concreto para edificios de tres niveles

## **CAPÍTULO IV**

### **COMPARACIÓN DE PROYECTOS ESTRUCTURALES TIPO**

En esta parte de la investigación se pretende hacer una comparación de las principales características estructurales, entre conjuntos que tienen características arquitectónicas similares en cuanto al número de niveles y distribución de áreas en planta, y que tenían una solución estructural semejante en cuanto a cimentación, muros y sistemas de piso. Además se escogieron los prototipos de edificios que más se repetían.

A continuación se resumen los principales requisitos que fijan las Normas Técnicas Complementarias respecto al refuerzo en muros de carga, ya sea de mampostería confinada, mampostería reforzada y concreto; esto con el objeto de comparar si se utilizaron criterios razonablemente uniformes y en apego a dichas normas.

### IV.1 Principales requisitos del R.C.D.F.-93 para muros de carga.

Como se vio en la sección III.3, los muros de carga de este tipo de edificios tienen casi exclusivamente uno de los siguientes tipos de estructuración: mampostería confinada, mampostería reforzada interiormente o concreto armado. Para cada uno las normas respectivas fijan requisitos de refuerzo, tanto en lo relativo a su posición, como a la cuantía.

#### Mampostería confinada.

- 1) Las dalas y castillos tendrán como dimensión mínima el espesor del muro.
- 2) Debe haber castillos en los extremos y en las intersecciones de muros y a una distancia no mayor de 4 m en los tableros de muros.
- 3) El armado longitudinal de los castillos debe ser constituido como mínimo por cuatro barras y su área no debe ser menor que:

$$A_{s,min} = 0.2 \frac{f_c}{f_y} b d_c$$

en donde  $f_c$  es la resistencia especificada del concreto en compresión,  $f_y$  es el esfuerzo nominal de fluencia del acero de refuerzo, y  $b$  y  $d_c$  son las dimensiones de la sección transversal del castillo.

- 4) Los estribos de los castillos deberán estar espaciados a no más de 20 cm y su área transversal no deberá ser menor que:

$$A_s = \frac{1000 s}{f_y d_c}$$

en donde  $s$  es la separación de los estribos.

- 5) Deberá haber dalas en todo extremo horizontal de muro y en los tableros a una separación de no más de 3 m.
- 6) El refuerzo longitudinal y transversal de las dalas debe cumplir los mismos requisitos que para castillos.
- 7) La relación altura a espesor del muro no excederá de 30:

$$h/t \leq 30$$

### Mampostería reforzada

Se denomina mampostería reforzada a la que cuenta con refuerzo vertical y horizontal en el interior del muro. El refuerzo vertical se ubica en los huecos de las piezas, generalmente bloques de concreto, y el horizontal en las juntas de mortero o en las ranuras con que cuentan bloques especialmente contruidos para la colocación de este tipo de refuerzo. Las NTCM especifican para esta modalidad de mampostería lo siguiente:

- 1) La cuantía total de refuerzo, suma del vertical más el horizontal, no debe ser inferior a 0.002 y ninguna de las dos cuantías debe ser inferior a 0.0007.
- 2) La separación del refuerzo vertical no debe exceder de 80 cm y además debe de haber refuerzo vertical formado por el equivalente a dos barras del # 3, en los extremos de todos los muros y en sus intersecciones.
- 3) Los huecos de las piezas que alojan el refuerzo deben estar colados con concreto con consistencia de lechada con una resistencia mínima a compresión de 75 kg/cm<sup>2</sup>.
- 4) La relación altura a espesor del muro no excederá de 30:

$$h/t \leq 30$$

### Muros de concreto

La especificación más importante para este tipo de muros es la que exige una cuantía mínima de refuerzo horizontal de 0.0025, y para el refuerzo vertical de 0.002.

## IV.2 Comparación de proyectos similares.

En las tablas siguientes se resumen las características estructurales relevantes de grupos de proyectos similares.

Se hicieron 4 tablas de conjuntos similares; una de conjuntos dúplex y tres de conjuntos cuádruplex, por ser las que más dominan en cuanto a número de viviendas.

### *Conjuntos dúplex:*

A continuación se muestran las características de tres conjuntos dúplex similares. Para darnos una idea de la distribución arquitectónica en planta del primer nivel, se muestra la siguiente figura correspondiente a uno de los conjuntos:

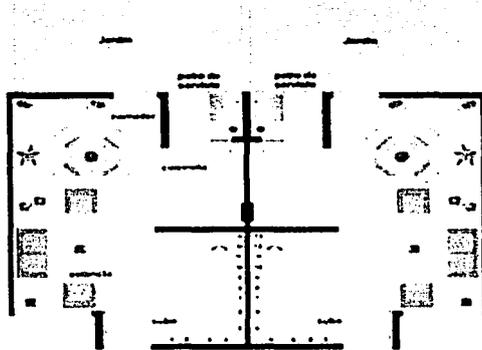


Figura 4.1. Planta baja, conjunto dúplex "PSCII-EM00".

Conjunto Habitacional	Cimentación	Muros	Sistema de piso
AL-EM00	Losa de cimentación con contrarabes Espesor de losa: 8 cm Armado sup: malla electr 6x6-8/8 Contrarabes de 15x50 cm, con 4 ø #3 y estribos ø #2 @ 30 cm $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$	Block de concreto de 12x20x40 cm Ref. Horiz: 2 ø#1.5 Tec-60 @ 2 hiladas Castillos ahogados @ 70 cm, con varillas ø#3 y castillos armados con armex 12x12-4	Sistema vigueta y bovedilla No especifica el tipo de vigueta y bovedilla Capa de compresión: 4 cm, ref con malla electr. 6x6-10/10 Peralte total: 17 cm.
SEB-EM00	Losa de cimentación con contrarabes Espesor de losa: 15 cm Armado sup: malla electr 6x6-8/8 Contrarabes de 20x35 cm, armadas con armex 20x35-4E $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$	Block de concreto de 10x20x40 cm Ref. Horiz: 2 ø#1.25 Tec-60 @ 2 hiladas Castillos ahogados @ 70 cm, con varillas ø#4	Sistema vigueta y bovedilla Vigueta: de alma abierta con 4 ø#4 Bovedilla: de poliestireno Capa de compresión: 3 cm, ref. con malla electr. 6x6-10/10 Peralte total: 19 cm.
PSCII-EM00	Zapatas cónicas con contrarabes zapatas con un ancho de 60 cm, y espesor de 15 cm, acero longitudinal. 2 ø#3 y transversal 1 ø#3 @ 25 cm. Contrarabes 20x40 cm, con 4 ø#4 y estribos ø#3 @ 25 cm $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$	Block de concreto de 12x20x40 cm Ref. Horiz: escalanilla de acero @ 3 hiladas, no especifica dimensión. Ref. vert. con varillas ø#3 @ 70 cm, y grapas ø#2 @ 2 y 3 hiladas	Sistema vigueta y bovedilla Vigueta: de alma abierta Bovedilla: de concreto Capa de compresión: 4 cm, ref. con malla electr. 6x6-10/10 Peralte total: 17 cm.

Tabla 4.1. Características estructurales relevantes de conjuntos dúplex similares.

Los elementos que se estudiarán y se compararán con lo establecido en el R.C.D.F.93 son los muros.

El diseño de la cimentación depende de la capacidad de carga del suelo. Según la tabla anterior, se aprecia que la calidad del concreto es la misma para los tres prototipos ( $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ ). No así las dimensiones de los elementos.

El sistema de piso es en los tres casos de vigueta y bovedilla, de 17 y 19 cm. Debido a los claros pequeños que se presentan en estos prototipos, y en general los conjuntos habitacionales, es muy común el uso de este sistema, y de estas dimensiones. La capa de compresión que se cucla encima del sistema, es de 3 o 4 cm, y se refuerza con malla electrosoldada con límites de fluencia de  $f_y = 5000 \text{ kg/cm}^2$  comúnmente.

En los tres casos los muros son de mampostería reforzada interiormente, a base de bloques huecos de concreto de 12x20x40 y 10x20x40 cm.

En este tipo de edificaciones la altura de entrepiso máxima, generalmente es de 2.50-2.60 m. Por lo que satisfacen el requisito del inciso 4, para mampostería reforzada:

$$h/t = 2.6/0.1 = 26 < 30$$

a continuación se comparan los porcentajes de refuerzo calculados, de cada conjunto, y los requeridos por el R.C.D.F.93.

Conjunto habitacional	% acero horizontal ( $\rho_h$ min=0.0007)	% acero vertical ( $\rho_v$ min=0.0007)	Suma ( $\rho_t$ min=0.002)	Separación entre castillos ahogados ( $S_{m\acute{a}x}$ = 80cm)
AL-EM00	0.00074	0.00085	0.00159	70
SEB-EM00	0.00062*	0.00181	0.00243	70
PSCII-EM00	No especifica	0.00085		70

Tabla 4.2. Porcentajes de acero de refuerzo en muros reforzados interiormente.

\* No cumplen con las NTC (negritas).

De acuerdo con la tabla anterior se observa que en dos casos no se cumple con lo que marca el R.C.D.F. en lo referente a la cuantía del acero interior. Respecto a la separación entre el refuerzo vertical, se tiene que sí se cumple en los tres casos (70 cm).

Conforme a los planos estructurales se observó que en las intersecciones y extremos de los muros se alojan dos varillas del mismo diámetro que en los castillos intermedios, por lo que sí se cumple con lo que marca el requisito número dos para mampostería reforzada. Así también en los planos se especificó una resistencia del concreto para llenado de los huecos que alojan el refuerzo, mayor a  $f'c = 75 \text{ kg/cm}^2$ , que cumple con el requisito número tres.

### Conjuntos cuádruplex:

Debido a la gran cantidad de conjuntos cuádruplex que se encontraron, se formaron tres grupos de estos conjuntos, que tienen características similares.

#### Cuádruplex I.

El primer grupo está formado por tres conjuntos. Como ejemplo de la planta baja similar se muestra a continuación la del conjunto "S11-EM01":

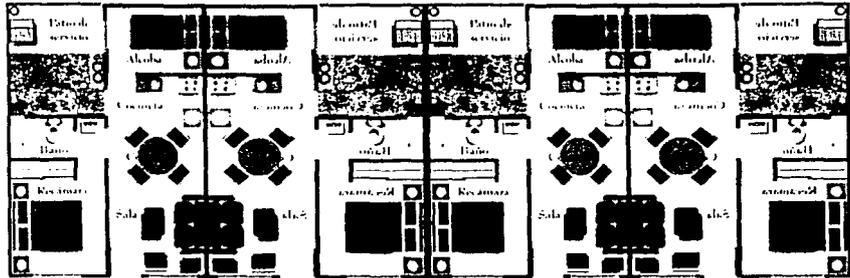


Figura 4.2. Planta baja, conjunto cuádruplex "SH-EM01".

Conjunto Habitacional	Cimentación	Muros	Sistema de piso
SH-EM01	Losa de cimentación con contralrabes Espesor de losa: 6 cm Armado: malla electr 6x6-6/6 Contralrabes de 15x30 cm, armadas con armex 15x25X4 f'c= 200 kg/cm <sup>2</sup>	Block de concreto de 10x20x40 cm Ref. Horiz: 2 ø#2.5 @ 2 hiladas, con grapas ø#1.25 Ref. Vert: 1 ø#2.5 @60 cm f'c= 150 kg/cm <sup>2</sup>	Sistema vigueta y bovedilla Vigueta: de alma abierta Bovedilla: poliestireno Capa de compresión: 4 cm, ref. con malla electr. 6x6-10/10 Peralte total: 17 cm
LC4-EM00	Losa de cimentación con contralrabes Espesor de losa: 13 cm Armado sup. malla electr 6x6-4/4 Armado inf. malla electr. y bastones de ø#2.5 @20 cm Contralrabes de 15x50 cm, ref con 6 ø#2.5 y estribos ø#1.5 @ 20 cm	Block de concreto de 12x20x40 cm Ref. Horiz: 2 ø#2.5 @ 2 hiladas Ref. Vert: 1 ø#2.5 @60 cm, con grapas de ø#1.5 @ 20 cm f'c= 150 kg/cm <sup>2</sup>	Sistema vigueta y bovedilla Vigueta: de alma abierta de 12x5 cm ref. con 3 ø#2.5 y estribos de ø#1.25 Bovedilla: de poliestireno Capa de compresión: 4 cm, ref. con malla electr. 6x6-8/8 Peralte total: 17 cm.
PS9-EM01	Losa de cimentación con contralrabes Espesor de losa: 12 cm Armado sup. malla electr 6x6-4/4 Armado inf. malla electr. y bastones de ø#2.5 @20 cm Contralrabes de 20x35 cm, ref con 8 ø#2.5 y estribos ø#2 @ 20 cm	Block de concreto de 12x20x40 cm Ref. Horiz: 2 ø#2.5 @ 2 hiladas, con grapas ø#1.25 Ref. Vert: 1 ø#2.5 @60 cm f'c= 150 kg/cm <sup>2</sup>	Sistema vigueta y bovedilla Vigueta: tipo armex, de 12x5 cm Bovedilla: de poliestireno Capa de compresión: 4 cm, ref. con malla electr 6x6-10/10 Peralte total: 17 cm. f'c= 200 kg/cm <sup>2</sup>

Tabla 4.3. Características estructurales relevantes de conjuntos cuádruplex similares (primer grupo).

Según la tabla anterior se observa que la cimentación de los conjuntos "LC4-EM00" y "PS9-EM01" es muy parecida en cuanto a dimensiones. No así con el conjunto "SH-EM01", cuya losa de cimentación tiene la mitad del espesor que los demás casos, y las

contratraves son también más esbeltas. Influye en gran medida la diferencia de capacidad de carga del suelo en cada caso.

El sistema de piso es similar en los tres casos; a base de vigueta y bovedilla de 17 cm, con capa de compresión de 4 cm, armada con malla electrosoldada.

Los muros son de mampostería reforzada interiormente, hecha con bloques huecos de concreto de 10x20x40 y 12x20x40 cm. El concreto con el que se rellenan los huecos donde va alojado el refuerzo, tiene una resistencia de  $f_c \approx 150 \text{ kg/cm}^2$ , por lo que cumple ampliamente el requisito número tres para mampostería reforzada.

Conjunto habitacional	% acero horizontal ( $\rho_h$ min=0.0007)	% acero vertical ( $\rho_v$ min=0.0007)	Suma ( $\rho_t$ min=0.002)	Separación entre castillos ahogados ( $S_{m\acute{a}x}$ = 80cm)
SH-EM01	0.00247	0.00082	0.00330	60
I.C4-EM00	0.00206	0.00069*	0.00275	60
PS9-EM01	0.00206	0.00069	0.00275	60

Tabla 4.4. Porcentajes de acero de refuerzo en muros reforzados interiormente.

\* No cumplen con las NTC (negritas).

Se nota que en dos conjuntos el refuerzo vertical queda ligeramente por debajo del límite que marcan las N.T.C., en los demás casos se cumplen dichas normas y la separación entre castillos ahogados es menor que la máxima permisible.

**Cuádruplex 2.**



Figura 4.3. Planta baja, conjunto cuádruplex "HEXII-FM00".

El segundo grupo esta formado por cuatro conjuntos. En la figura anterior se muestra la planta tipo de uno de los conjuntos de este grupo, y a continuación se muestran las características de cada uno de ellos:

Conjunto Habitacional	Cimentación	Muros	Sistema de piso
FDSFI-EM01	Losa de cimentación con contratraves Espesor de losa: 10 cm Armado sup: malla electr 6x6-6/6 Armado inf: bastones de $\varnothing$ #3 @ 25 cm, colocados a 1/4 del claro. Contratraves de 20x30 cm ref. con 4 $\varnothing$ #2 y estribos @ 16 cm. $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$	De concreto reforzado Espesor: 10 cm Refuerzo: malla 6x6-4/4 muros exteriores y malla 6x6-6/6 en muros interiores Castillos: concreto reforzado con 4 $\varnothing$ #2 y estribos @ 16 cm. $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$ $f_y = 5000 \text{ kg/cm}^2$	Losa maciza de concreto reforzado Espesor: 10 cm Refuerzo: malla 6x6-4/4 en el lecho inferior y malla 6x6-4/4 a 1/4 del claro en el superior $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$ $f_y = 5000 \text{ kg/cm}^2$
HEXII-EM00	Losa de cimentación con contratraves. Espesor de losa 12 cm Armado sup. malla electr 6x6-8/8 Armado inf: bastones de $\varnothing$ #3 @ 30 cm, colocados a 1/4 del claro Contratraves de 15x30 cm, ref con armex 15x30-4 $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$	De concreto reforzado Espesor: 10 cm Refuerzo: malla 6x6-8/8, al centro a hilos tec-60 # 2 @ 40 cm Castillos: concreto reforzado de diferentes secciones, ref. con armex $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$	Losa maciza de concreto reforzado Espesor: 10 cm Refuerzo: malla 6x6-8/8 en el lecho inferior y 1 $\varnothing$ #3 @ 30 cm a 1/4 del claro en el lecho superior $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ $f_y = 5000 \text{ kg/cm}^2$
VC3-EM00	Losa de cimentación con zapatas corridas Espesor de losa: 8 cm Armado sup: malla electr 6x6-6/6 Armado inf: malla electr 6x6-3/3 zapatas de 50x15 cm, con el armado anterior $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$	De concreto reforzado Espesor: 10 cm Refuerzo: malla 6x6-4/4 y varmil 1-60 #2 @ 35 cm para anclaje de muro Castillos: concreto reforzado $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$	Losa maciza de concreto reforzado Espesor: 10 cm Refuerzo: malla 6x6-4/4 en el lecho inferior y malla 6x6-8/8 en el lecho superior $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$
VSE-EM01	Losa de cimentación con contratraves Espesor de losa 10 cm Armado malla electr 6x6-8/8 Contratraves de 35x40 y 32x25 cm reforzadas con 4 $\varnothing$ #3 y estribos $\varnothing$ #2 @ 20 cm $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$	De concreto reforzado Espesor: 10 cm Refuerzo: malla 6x6-8/8 Castillos: concreto reforzado de 15x10 cm ref. con 4 $\varnothing$ #3 y estribos $\varnothing$ #2 @ 20 cm $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$	Losa maciza de concreto reforzado Espesor: 10 cm Refuerzo: malla 6x6-8/8 en el lecho inferior y ganchos de $\varnothing$ #3 a 1/4 del claro $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$

Tabla 4.5. Características estructurales relevantes de conjuntos cuádruplex similares (segundo grupo).

La cimentación es a base de losa corrida sobre contratraves. Las losas tienen espesores desde 8 hasta 12 cm, y se refuerzan con malla electrosoldada. Las dimensiones de las

contrarabes son más variadas. La calidad del concreto usado en la cimentación es muy similar;  $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$  en tres casos y  $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$  en uno.

El sistema de piso es a base de losas macizas de concreto armado en todos los casos, de 10 cm, reforzada con malla electrosoldada de diferentes espesores de alambres (6x6-4/4, 6x6-6/6 y 6x6-8/8). No varía mucho la calidad del concreto usado, al igual que en la cimentación;  $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$  en tres casos y  $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$  en uno.

En los cuatro conjuntos los muros son de concreto reforzado, de 10 cm de espesor. El concreto en todos los casos es de la misma calidad que en cimentación y losa. El refuerzo es con malla electrosoldada similar a la utilizada en losas.

Conjunto habitacional	% acero horizontal ( $\rho_h \text{ min}=0.0025$ )	% acero vertical ( $\rho_v \text{ min}=0.002$ )
FDSFI-EM01	0.00115*	0.00115
HEX11-EM00	0.00163	0.00163
VC3-EM00	0.00249	0.00249
VSE-EM01	0.00084	0.00084

Tabla 4.6. Porcentajes de acero de refuerzo en muros de concreto.

\* No cumplen con las NTC (negritas).

Se observa de la tabla anterior que los porcentajes de acero empleados son menores que los que marcan las N.T.C., solo en un caso se cumple.

### Cuádruplex 3.

El último grupo cuádruplex está formado por 2 conjuntos, cuyas características se muestran en seguida:

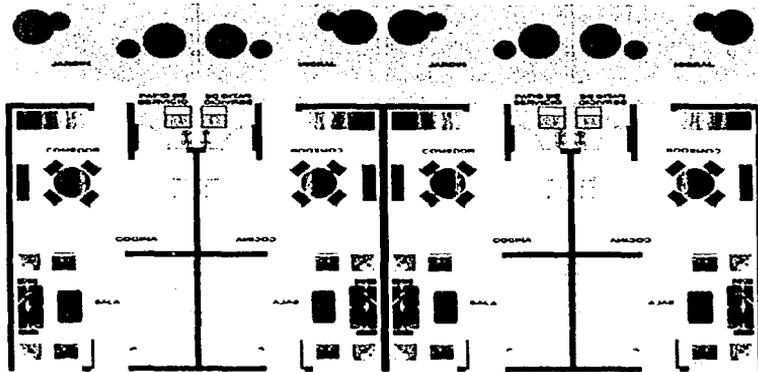


Figura 4.4. Planta baja, conjunto cuádruplex "ECA-EM00".

Conjunto Habitacional	Cimentación	Muros	Sistema de piso
GSLIV-EM01	Losa de cimentación con contralravs. Espesor de losa: 13 cm Armado sup. malla electr. 6x6-4/4 Armado inf. malla electr. 6x6-4/4 Contralravs de 15x40 cm, ref con 4 ø#4 y estribos ø#3 @ 20 cm	Block de concreto de 15x20x40 cm Ref. Horiz. escalerilla @ 2 hiladas, armada con calibre 10 longitudinal y 12 transversal Ref. Vert: 1 ø#3 @ 80 cm Castillos: 15x20 cm, prefabricados	Sistema vigueta y bovedilla Vigueta: de alma abierta Bovedilla: poliestireno Capa de compresión: 5 cm, ref. con malla electr. 6x6-10/10 Peralte total: 20 cm.
ECA-EM00	Losa de cimentación con contralravs. Espesor de losa: 15 cm Armado sup. malla electrosoldada no especifica dimensiones Armado inf. bastones ø#3 Contralravs de 20x35 cm, ref con armix 20x35-4 f'c=200 kg/cm²	Block vibrocomprimido de 10x20x40 cm Ref. Horiz. escalerilla de 5/32" @ 2 hiladas Ref. Vert: varillas de ø#3 @ 70 cm, ganchos de Tec-60 de ø#1 25	Sistema vigueta y bovedilla Vigueta: de alma abierta ref. con 3 ø#2 y estribos de 4.11 mm de ø, con patin precolado Bovedilla: de poliestireno Capa de compresión: 3 cm, ref con malla electr. 6x6-10/10 Peralte total: 17 cm.

Tabla 4.7. Características estructurales relevantes de conjuntos cuádruplex similares (tercer grupo).

Según la tabla anterior estos dos conjuntos tienen cimentaciones parecidas; losas de cimentación de 13 y 15 cm, las contratraves son de dimensiones más o menos parecidas.

Las losas de entrepiso son a base de semi-vigueta y bovedilla. El peralte total varía; 17 y 20 cm, y la capa de compresión está armada con malla electrosoldada 6x6-10/10 en ambos casos.

Los muros son de mampostería reforzada interiormente, y están contruidos con bloques huecos de concreto de 10x20x40 y 15x20x40 cm.

Conjunto habitacional	% acero horizontal ( $\rho_h$ min=0.0007)	% acero vertical ( $\rho_v$ min=0.0007)	Suma ( $\rho_t$ min=0.002)	Separación entre castillos ahogados ( $S_{m\acute{a}x}$ = 80cm)
GSLIV-EM01	0.00031*	0.00059	0.0009	80
ECA-EM00	0.00062	0.00102	0.00164	70

Tabla 4.8. Porcentajes de acero de refuerzo en muros reforzados interiormente.

\* No cumplen con las NTC (negritas).

De acuerdo a la tabla, solo un porcentaje de acero está por arriba de lo especificado por las N.T.C., los demás están por debajo, incluso por un amplio margen. En cuanto a la separación de los castillos se cumple con el límite de 80 cm.

**CAPÍTULO V**

**UBICACIÓN DE LOS PROYECTOS EN ESTUDIO**

Esta es la última parte del trabajo y consiste en ubicar en una carta geográfica la mayor parte de los proyectos en estudio.

Con la ayuda del área de Geotecnia del Instituto de Ingeniería de la UNAM, se logró desarrollar un programa que permite tener una base de datos gráfica, es decir, vincular la base de datos desarrollada en este trabajo, con un mapa del Valle de México, mediante coordenadas geográficas, cuyo funcionamiento se describe más adelante.

### **V.1 Localización de los proyectos en un mapa del Valle de México**

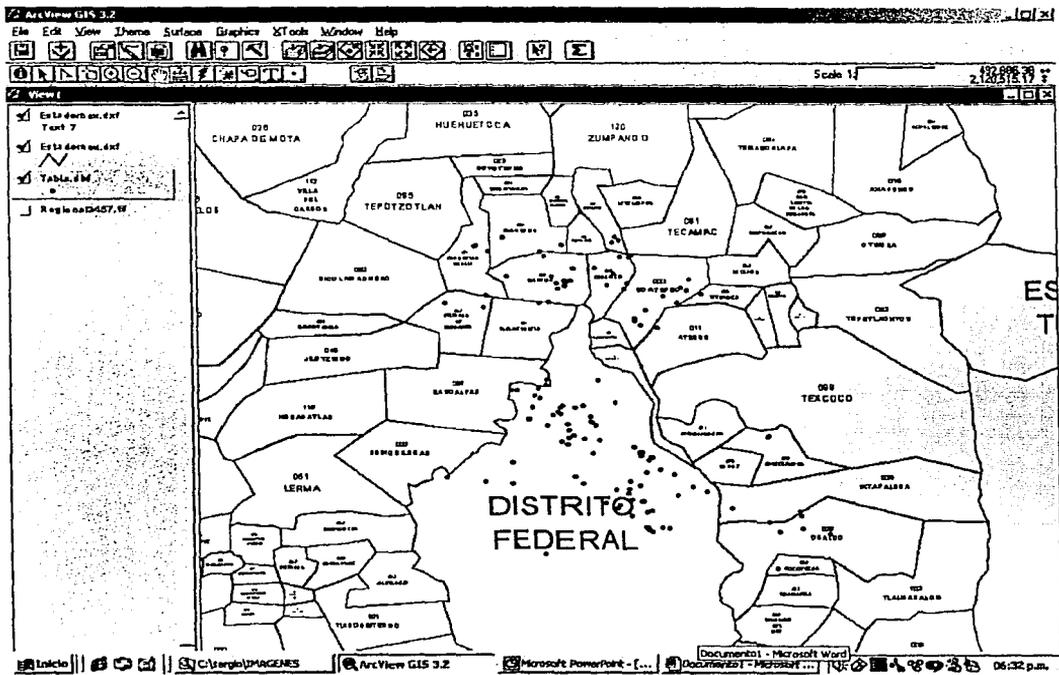
En la figura 5.1 se tiene la localización de 510 de los 619 proyectos estudiados. De los proyectos faltantes de ubicar, no se contaba en los paquetes con la información referente a la dirección exacta ni algún croquis de localización, por lo que no fue posible la obtención de sus coordenadas geográficas.

Es importante mencionar que en el mapa se ven mucho menos puntos de los 510 que es de esperarse observar. Esto se debe a varias razones: en primer lugar se tiene que muchos de los proyectos pertenecen a un mismo conjunto habitacional, por ejemplo, en el conjunto habitacional "Héroes de Ecatepec" se tienen 14 paquetes de vivienda, cada uno con diferente número de viviendas, con diferentes fechas y algunos con diferentes prototipos de edificios. Sin embargo dentro de un mismo predio. Otra razón es que por la cercanía de algunos conjuntos entre sí, da la apariencia de ser uno solo en el mapa; sin embargo, dándole un acercamiento se distinguen varios conjuntos, como se muestra en la figura 5.2.

El sistema desarrollado funciona de la siguiente manera: al seleccionar cualquier punto que represente un conjunto habitacional dentro del mapa, aparece una ventana con las características de ese conjunto, como son nombre, ubicación, tipo de estructuración, densidad de muros, etc.

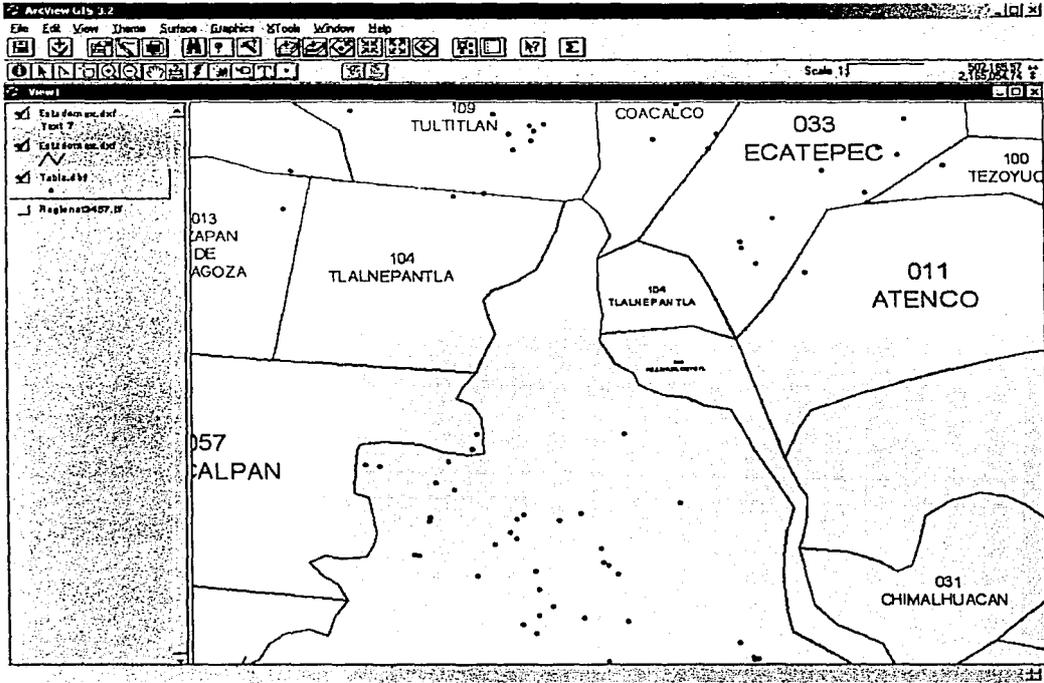
En las figuras 5.3 y 5.4 se muestran ejemplos del funcionamiento del programa

El programa también permite clasificar a los conjuntos de acuerdo con cualquier característica incluida dentro de la base de datos. En la figura 5.5 se presenta una clasificación de los conjuntos de acuerdo a su tipología. Se observa claramente la tendencia en el Distrito Federal a construcciones multifamiliares, mientras que en el Estado de México abundan los conjuntos dúplex y cuádruples. Se aprecian en menor medida algunos conjuntos unifamiliares dentro del Estado de México.



- Ubicación de los conjuntos habitacionales

Figura 5.1. Ubicación de los conjuntos habitacionales en estudio, dentro de un mapa del Valle de México.



● Ubicación de los conjuntos habitacionales

Figura 5.2. Ubicación de los conjuntos habitacionales en estudio, dentro de un mapa del Valle de México, acercamiento.

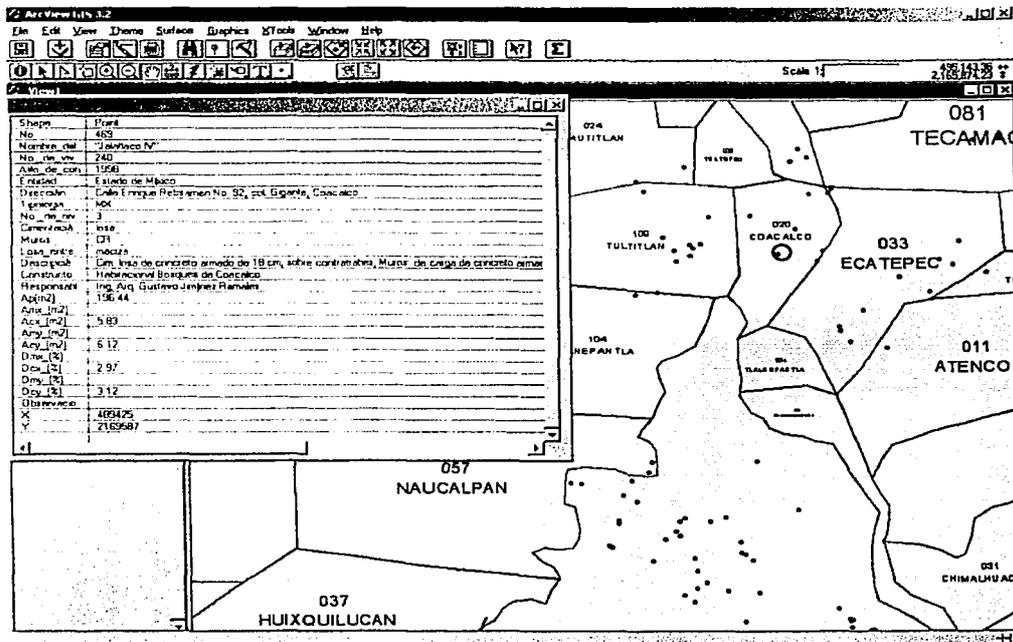


Figura 5.3. Ejemplo del funcionamiento del programa. Ubicación del conjunto "Jalatlaco IV".



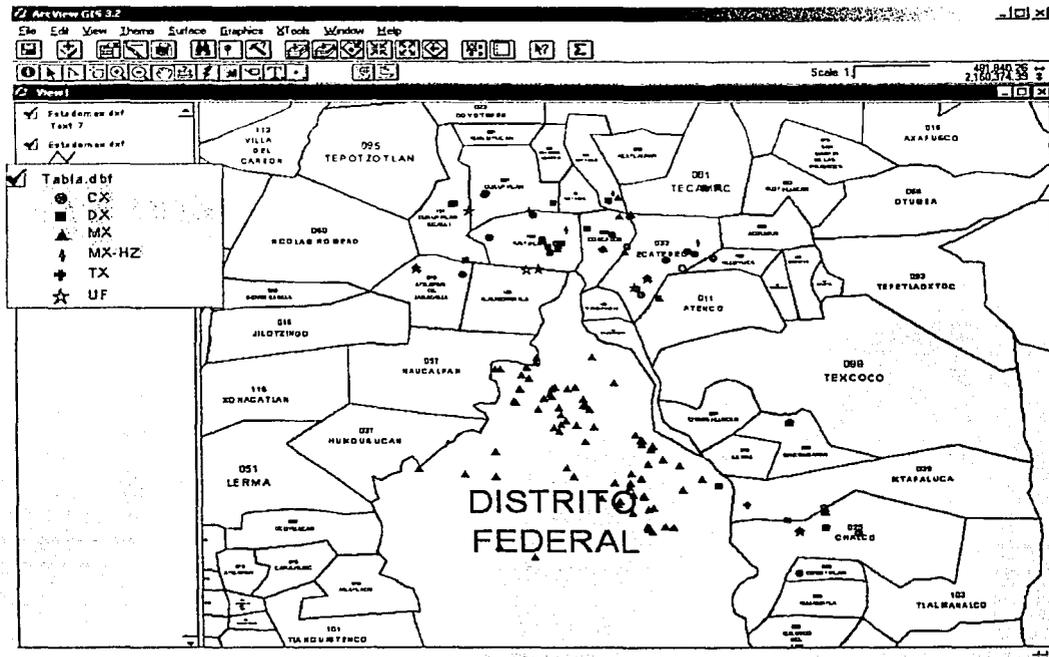


Figura 5.5. Distribución de conjuntos habitacionales de acuerdo con su tipología.

## V.2 Tendencias estructurales de los conjuntos en estudio con respecto de su localización.

A continuación se clasifican los conjuntos en el mapa de acuerdo con sus principales características estructurales, como son número de niveles, tipo de cimentación, tipo de muros y sistema de piso.

**Número de niveles.**

En la figura 5.6 se presenta la localización de los conjuntos habitacionales clasificados de acuerdo con el número de niveles que tienen.

Se observa claramente que en el Distrito Federal generalmente los conjuntos son de cinco o más niveles, mientras que en el estado de México predominan los de 2 niveles. Se tienen algunos conjuntos de uno y tres niveles en el estado de México, y algunos también de tres y cuatro en el Distrito Federal.

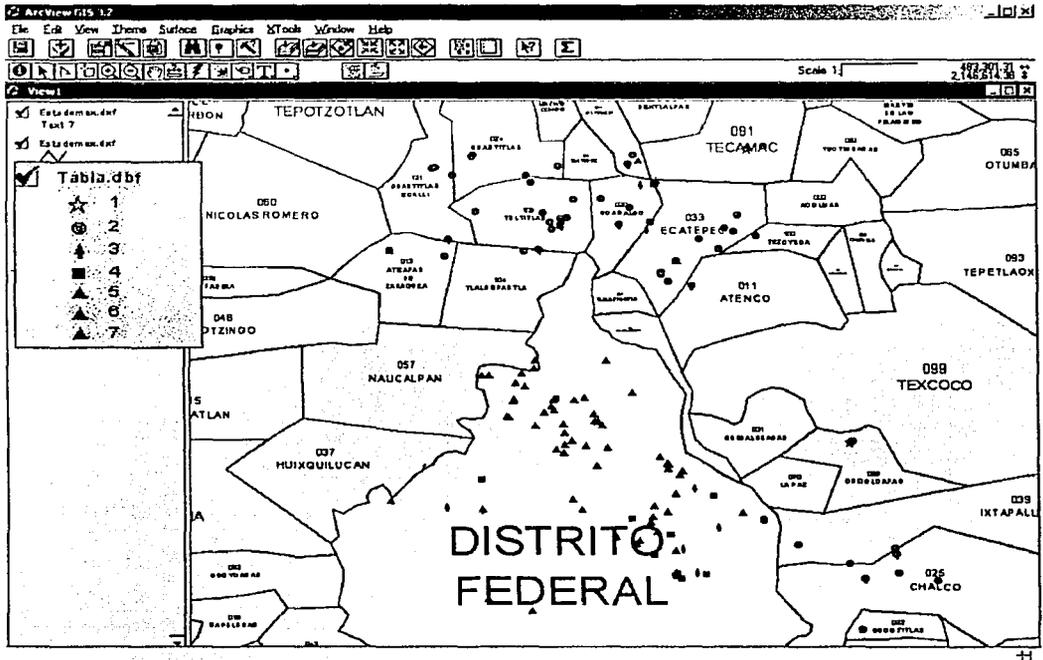


Figura 5.6. Distribución de conjuntos habitacionales de acuerdo con su número de niveles.

### Tipo de cimentación.

En la siguiente figura se clasifican los conjuntos de acuerdo con su tipo de cimentación. La simbología aparece de lado izquierdo del mapa.

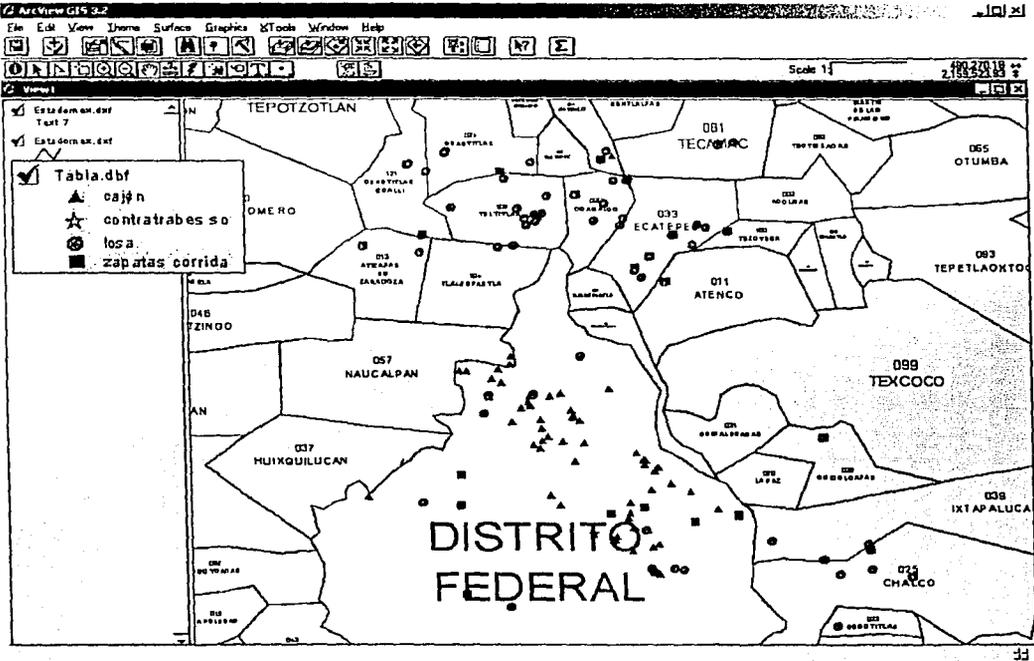


Figura 5.7. Distribución de conjuntos habitacionales de acuerdo con su tipo de cimentación.

Se aprecia claramente que en el Distrito Federal predomina el cajón de cimentación, debido a que pertenecen a edificios de 5 o más niveles, y a la poca capacidad de carga del suelo. En el Estado de México destacan la losa de cimentación y en menor medida las zapatas corridas, dependiendo de la capacidad de carga del suelo, debido a que en esta zona la mayoría son edificaciones de 2 niveles.

**Tipo de muros.**

En la figura 5.8 se muestra la distribución del tipo de muros en el área de estudio.

De la figura se observa que no existe una tendencia marcada hacia algún tipo de muros en particular. Los tipos que más se repiten son los de mampostería reforzada y los de concreto.

Sin embargo sí se nota una diferencia entre los muros usados en el Distrito Federal y en Estado de México; en el Distrito Federal se nota el uso de mampostería confinada y mampostería mixta (muros de mampostería y muros de concreto) en varios conjuntos, mientras que en el Estado de México casi no se presentan estos casos. En cambio los muros de concreto son muy usados en el Estado de México, mientras que en el Distrito Federal no se encontró ningún caso de este tipo.

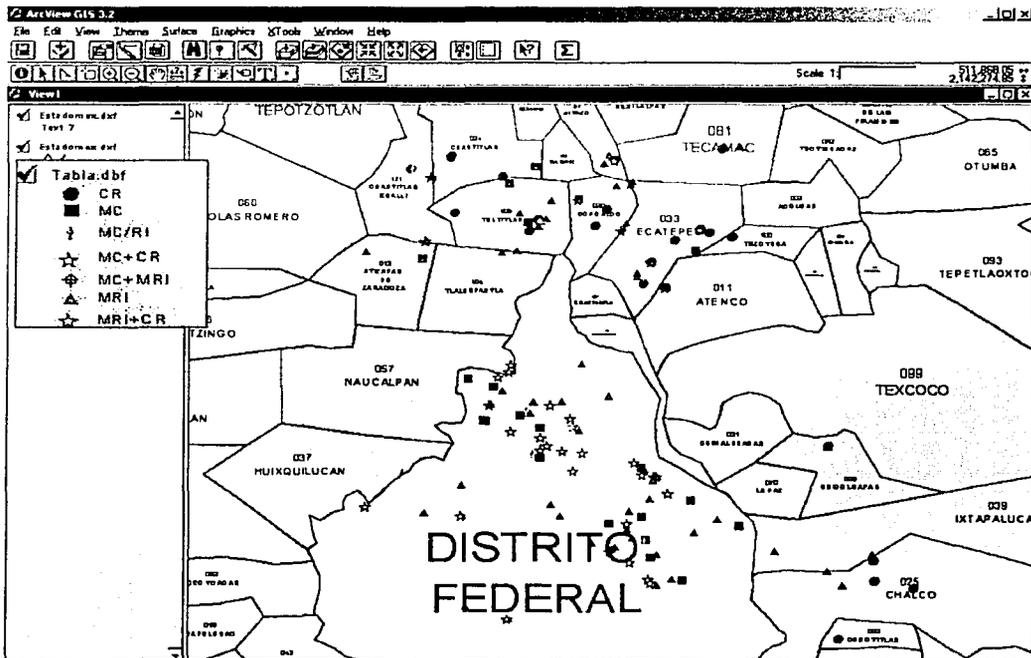


Figura 5.8. Distribución de conjuntos habitacionales de acuerdo con su tipo de muros.

**Sistema de piso.**

En la siguiente figura se aprecia que predominan las losas a base de vigueta y bovedilla y las losas macizas de concreto. El uso de otros tipos de sistema de piso es prácticamente insignificante.

No se distingue alguna tendencia con respecto a la localización, y se observa que en más conjuntos habitacionales se empleó el sistema a base de vigueta y bovedilla que el de losa maciza.

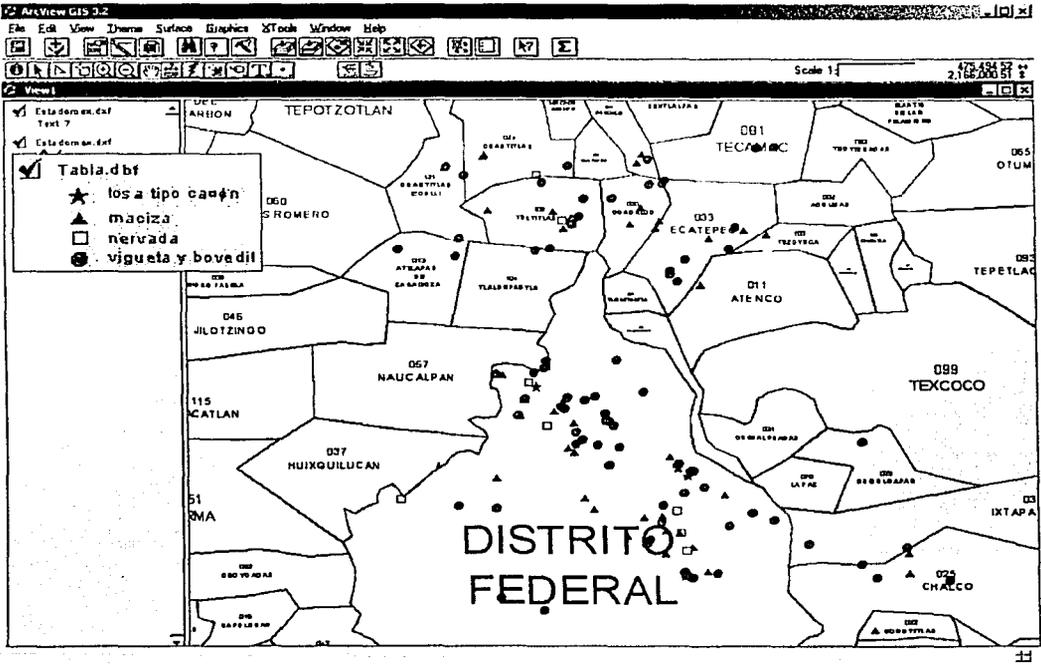


Figura 5.9. Distribución de conjuntos habitacionales de acuerdo con su sistema de piso.

## **CAPÍTULO VI**

### **CONCLUSIONES**

En primer lugar se observa el gran aumento en la construcción de viviendas de interés social en el Valle de México. Este aumento se ha dado con mayor fuerza en los municipios del Estado de México, conurbados con el Distrito Federal.

Los conjuntos construidos en el Estado de México se distinguen por ser de grandes dimensiones, por ser construidos en etapas que en su conjunto reúnen miles de viviendas en muchos casos, con tipologías dúplex y cuádruplex, de dos niveles en la mayoría de los edificios. Mientras que los del Distrito Federal son multifamiliares de más de cuatro niveles, y que albergan en entre 50 y 200 viviendas comúnmente.

### *Tipología.*

Se nota la casi desaparición de las viviendas unifamiliares y el gran auge de las dúplex y cuádruplex, en el Estado de México; donde se tiene el espacio para construir edificios horizontales, para disminuir la carga al suelo y evitar problemas de hundimientos típicos de conjuntos multifamiliares, y principalmente a que obedecen a la preferencia de la gente. En el Distrito Federal definitivamente se opta por la construcción de edificios multifamiliares debido al alto costo de la tierra.

### *Niveles.*

Las construcciones de un nivel son escasas. En concordancia con lo expuesto sobre tipologías, predominan los edificios de dos niveles (dúplex y cuádruplex) en el Estado de México y en el Distrito Federal se construyen edificios de más de tres niveles. De las comparaciones hechas en la sección III.4 se observa que la tendencia es hacia construcciones de dos niveles.

### *Cimentación.*

Se tienen dos soluciones más usadas; para conjuntos de hasta tres niveles se usa losa de cimentación rigidizada con contrarabes. Para edificios de cuatro o más niveles, cajones de cimentación de concreto reforzado. El uso de zapatas corridas ha disminuido con el tiempo, debido a varias circunstancias, como son, para evitar hundimientos, pues constituyen una menor área de contacto con el suelo, y principalmente porque es más rápido su proceso constructivo.

Una característica notoria en los cajones de cimentación es el uso en la losa tapa del sistema de vigueta y bovedilla en muchos de los casos.

### ***Muros.***

Las viviendas se construyen a base de muros de carga de mampostería o de concreto. Los muros de concreto reforzado y los de mampostería reforzada interiormente se han convertido en la solución favorita de los proyectistas.

El uso de muros de concreto ha tenido un gran auge, al grado que prácticamente la mitad de las viviendas de interés social que se construyen, utilizan este sistema, siendo que en el periodo de 1972-1992 solo alcanzaban el 2 %; y se prevé que siga en aumento su uso dado que el proceso constructivo se ha depurado, requiriendo cada vez de menos tiempo para su construcción.

Los muros de mampostería confinada han ido disminuyendo drásticamente, ya que hace apenas unas décadas eran la solución más usada. Han sido sustituidos por muros de mampostería reforzada interiormente.

El sistema mixto (uso de muros de mampostería combinado con muros de concreto) se usa comúnmente en edificios multifamiliares, donde es necesario colocar muros de concreto de rigidez, para contrarrestar los efectos de cargas horizontales (sismo), y para cumplir con la densidad de muros requerida por las normas.

En cuanto a los materiales, el bloque de concreto para mampostería reforzada, es el que más se usa, desplazando por mucho al tabique de barro, muy usado en años anteriores.

### ***Sistema de piso.***

Se usan dos tipos: losa maciza de concreto reforzado y losas a base de vigueta y bovedilla. Las losas macizas son generalmente de 10 cm y comúnmente se refuerzan con malla electrosoldada y bastones de varilla corrugada. El sistema a base de vigueta y bovedilla ha tenido un gran auge en los últimos años, tanto que casi la mitad de las viviendas de interés social que se construyen en el Valle de México lo utilizan. Hablando de este sistema se observa que predomina el uso de semi-vigueta de concreto reforzado y los casetones de poliestireno. Comúnmente el espesor de 17 cm.

El uso de otros sistemas es minoritario.

### ***Densidad de muros.***

La densidad de muros requerida en cada dirección, para cumplir con los requisitos de las NTC aumenta linealmente con el número de pisos de acuerdo a la expresión aproximada siguiente (mampostería de calidad relativamente baja):

$$d_{x,y} = 0.01 n$$

Siendo  $n$  el número de niveles. Por ejemplo, para edificios de 2 niveles se requiere aproximadamente el 2 % de muros en cada dirección.

Para edificios de un nivel se observó que la mayor parte de los casos cumple con este requisito. Para los de dos niveles también en su gran mayoría lo cumplen, pues casi todos presentan densidades de entre 2.5 y 4.5 % en cada dirección.

En conjuntos de tres niveles la situación cambia, pues aproximadamente la mitad de la muestra tiene densidades menores a 3 % en alguna de sus dos direcciones.

Para los conjuntos de cuatro niveles más de la mitad de los edificios no cumplen el requisito y finalmente para los de cinco o más niveles las densidades de muros son menores al 5 % en la mayoría de los conjuntos.

Lo anterior no es una prueba definitiva de que los edificios no tienen la seguridad sísmica requerida por las normas, para ello es necesaria una revisión de las propiedades específicas de los muros en cada caso y para las condiciones de peligro sísmico particulares. Sin embargo los prototipos que tienen densidades de muros notablemente menores los hacen sospechosos de no alcanzar una seguridad sísmica adecuada.

Se aprecia también que no existe un aumento pronunciado de la densidad de muros con el número de niveles, como debería de esperarse. Esto es indicativo de que en algunos casos el área de muros que se proporciona en estas edificaciones, obedece más a consideraciones arquitectónicas.

Por otro lado se observa el uso combinado de muros de mampostería y muros de concreto en un mismo edificio, sobre todo en construcciones de más de cuatro niveles, con el fin de cumplir con las densidades de muros requeridas.

### *Comparaciones de proyectos similares.*

De las comparaciones entre conjuntos habitacionales similares hechas en el capítulo IV, se observa claramente la gran disparidad entre dimensiones y refuerzo que utilizan en edificios prácticamente iguales. En el caso de los muros, el refuerzo muchas veces no cumple con lo especificado en las Normas Técnicas Complementarias del Reglamento de construcciones, tanto en muros de concreto como en mampostería reforzada.

En la cimentación, se encontraron las mayores diferencias; debido a que influye en gran medida la capacidad de carga del suelo en cada caso.

Como se mencionó en la introducción, este trabajo es parte del proyecto de nominado "Evaluación de Sistemas Constructivos Empleados en los Proyectos de Vivienda de Interés Social en el Valle de México" encomendado al Instituto de Ingeniería de la UNAM, y servirá también como un inventario para las autoridades del INFONAVIT, además de ser de utilidad para la elaboración de los siguientes objetivos del proyecto:

- Realizar una evaluación de los proyectos tipo más comunes en los programas de vivienda de interés social en el Valle de México, en lo que concierne a su seguridad estructural, al comportamiento de su cimentación y a su durabilidad
- Elaborar unas recomendaciones para la evaluación, por parte de las autoridades competentes, de los proyectos de desarrollo de vivienda que les son sometidos, en términos de seguridad estructural, comportamiento de cimentaciones y durabilidad.
- Proporcionar a los desarrolladores y proyectistas de vivienda de interés social, bases comunes para la realización de los estudios previos necesarios para la evaluación de sitios y para el diseño de sus conjuntos, en término de los tres factores antes mencionados

Este último punto es importante, pues como se vió en el capítulo IV, se perciben diferencias significativas en los criterios empleados por los calculistas en edificios prácticamente iguales.

Como principal conclusión se deduce que todo está encaminado hacia la eficientización del proceso constructivo y a la industrialización de los componentes. Todo con el fin de construir más casas en menos tiempo.

---

**REFERENCIAS**

1. Instituto del Fondo Nacional para la Vivienda de los Trabajadores  
"INFONAVIT, 15 AÑOS DE SERVIR A LOS TRABAJADORES"  
México 1998. Consorcio Editorial y Comunicación, S.A. de C.V.
2. Centro Nacional de Prevención de Desastres  
"SEGURIDAD SÍSMICA DE LA VIVIENDA ECONOMICA"  
Cuadernos de Investigación, México Julio de 1994.
3. Díaz Infante L.A.  
"ESTADÍSTICAS DE PROPIEDADES ESTRUCTURALES DE CONJUNTOS  
HABITACIONALES DE INTERÉS SOCIAL"  
Tesis Profesional, Facultad de Ingeniería, UNAM, 1993.
4. Centro de Investigación y Documentación de la Casa  
"TIPOLOGÍAS DE VIVIENDA EN MÉXICO"  
Cuadernos FICA, México 2000.
5. INEGI  
"CENSOS GENERALES DE POBLACIÓN Y VIVIENDA"  
Censo General de Población y Vivienda 1995; resultados preliminares del XII  
Censo General de Población y Vivienda 2000.
6. <http://www.infonavit.gob.mx>  
"HISTORIA DE LA VIVIENDA EN MÉXICO"

## APÉNDICE

### **UNA MUESTRA DE LA BASE DE DATOS DE LOS PROYECTOS EN ESTUDIO**

# INVENTARIO DE CONJUNTOS HABITACIONALES DE INFONAVIT 1997-2001

## I. DATOS GENERALES

Tipologías	UF=UN FAMILIAR DX=DUPLEX CX=CUADRUPLX MX=MULTIFAMILIAR	Tipos de muros	MC= MAMPOSTERÍA CONFINADA MRI= MAMPOSTERÍA CON REFUERZO INTERIOR CR= MUROS DE CONCRETO REFORZADO MC+CR= MAMPOSTERÍA CONFINADA Y MUROS DE CONCRETO REFORZADO MRI+CR= MAMPOSTERÍA CON REFUERZO INTERIOR Y MUROS DE CONCRETO REFORZADO MC+MRI= MAMPOSTERÍA CONFINADA Y MAMPOSTERÍA CON REFUERZO INTERIOR MC/MRI= MAMPOSTERÍA CONFINADA Y REFORZADA INTERIORMENTE
------------	---	----------------	---

No.	CONJUNTO	No. DE VIV. ENDAS	AÑO DE CONSTRUCCIÓN O EN PROCESO	ENTIDAD	DIRECCIÓN	TIPOLOGÍA	No. DE NIVELES	SISTEMA CONSTRUCTIVO			
								IMENTACIÓN	MUROS	LOSA ENTREPISO	DESCRIPCIÓN
1	AT-EM01	404	2001	Estado de México	Calle Lago de Guadalupe s/n Tultitlan	MX-HZ	2	losa	MRI concreto block	viguela y bovedilla	Cim. losa de cimentación con contratabas. Muros de carga block de concreto y 12x23x40, con refuerzo horizontal y vertical. Castillos anclados en muros. Losa de entrepiso viguela y bovedilla de poliestireno. Losa azotea ídem.
2	CE-EM01	222	2001	Estado de México	Ecatepec de Morelos	UF	2	zapatas conidas	MC+CR concreto block	viguela y bovedilla	Cim. zapatas conidas. Muros mampostería de bloque (arancamiento) y muros de concreto reforzado. Castillos de concreto armado. Losa de entrepiso viguela y bovedilla. Losa azotea ídem.
3	FDSF+EM01	156	2001	Estado de México	Camino a San Francisco Teoajalco s/n Cuautitlán Izcalli	CX	2	losa	CR	maciza	Cim. losa de cimentación de concreto armado conida sobre contratabas. Muros de carga de concreto armado. Castillos de concreto armado confinados en estructura. Losa de entrepiso maciza de concreto armado. Losa azotea ídem.
4	FDSF+EMC1	1078	2001	Estado de México	Camino a San Francisco Teoajalco s/n Cuautitlán Izcalli	CX	2	losa	CR	maciza	Cim. losa de cimentación de concreto armado conida sobre contratabas. Muros de carga de concreto armado. Castillos de concreto armado confinados en estructura. Losa de entrepiso maciza de concreto armado. Losa azotea ídem.
5	FDSF+EM01	1035	2001	Estado de México	Camino a San Francisco Teoajalco s/n Cuautitlán Izcalli	CX	2	losa	CR	maciza	Cim. losa de cimentación de concreto armado conida sobre contratabas. Muros de carga de concreto armado. Castillos de concreto armado confinados en estructura. Losa de entrepiso maciza de concreto armado. Losa azotea ídem.
6	FDSJ+EM01	2504	2001	Estado de México	Camino Sayavedra la Calmena s/n. Nicolas Romero	CX	2	losa	CR	maciza	Cim. losa de cimentación de concreto armado conida sobre contratabas. Muros de carga de concreto armado y mampostería confinada y reforzada de block hueco de concreto. Losa de entrepiso maciza de concreto armado. Losa azotea ídem.
7	GSLV+EMC1	63	2001	Estado de México	Calle López Portillo s/n, San Lorenzo Tepatlán, Toluca	MX-HZ	2	losa	MRI concreto block	viguela y bovedilla	Cim. losa de cimentación con contratabas. Muros de carga block de concreto y 12x23x40, con refuerzo horizontal y vertical. Castillos anclados en muros. Losa de entrepiso viguela de concreto y bovedilla de poliestireno. Losa azotea ídem.
8	GCC+EMC1	272	2001	Estado de México	San Pedro Totoltepec Tlalpantla	DX	2	losa	CR	maciza	Cim. losa de cimentación de concreto armado. Muros de carga de concreto armado. Castillos de concreto armado confinados en estructura. Losa de entrepiso maciza de concreto armado. Losa azotea ídem.
9	GSBM+EM01	155	2001	Estado de México	Carretera Federal México-Puebla s/n Itzapalaca	DX	2	losa	MRI concreto block	viguela y bovedilla	Cim. losa conida con contratabas. Muros mampostería reforzada de block hueco de concreto. Losa de entrepiso viguela de concreto y bovedilla de poliestireno. Losa azotea ídem.
10	GSB+EMC1	365	2001	Estado de México	Km. 30 carretera federal México-Cuautitlán Izcalli	UF	2 Y 3	losa	MRI concreto block	viguela y bovedilla	Cim. losa de cimentación. Muros de block de concreto vibrado con armado de 15 x 20 y 40 en exteriores y 10 x 20 y 40 en interiores. Castillos anclados. Losa de entrepiso viguela y bovedilla. Losa azotea conida y bovedilla.
11	GEM01	41	2001	Estado de México	Cajuterpec Sur s/n con Guadalupe Victoria, Ecatepec	UF	2	zapatas conidas	MRI concreto block	viguela y bovedilla	Cim. zapatas conidas. Muros de carga de block hueco de concreto reforzados. Castillos de concreto armado. Losa de entrepiso viguela y bovedilla de concreto. Losa azotea ídem.
12	HC+EM01	568	2001	Estado de México	Av. Zarcapamias s/n Cuacalco	DX	2	losa	MRI concreto block	viguela y bovedilla	Cim. losa de cimentación. Muros mampostería reforzada de block hueco de concreto. Losa de entrepiso viguela de concreto y bovedilla de poliestireno. Losa azotea ídem.

No	CONJUNTO	No DE	AÑO DE	ENTIDAD	DIRECCIÓN	TIPOLOGIA	No DE	SISTEMA CONSTRUCTIVO				DESCRIPCIÓN
								CONSTRUCCIÓN	EN PROCESO	CONSTRUCCIÓN	EN PROCESO	
HABITACIONAL		VIVIENDAS					NIVELES	MENTACIÓN	MUROS	LOSA	ENTRERISO	
3	HDP-EMC1	24	2001	Estado de México	Va con a Morelia No 6 Ely 2 Ignacio Zaragoza Atzacán	MX	5	zapatas conidas	M2 tabique	vigueta bovedilla		Cim zapatas conidas Muros mampostina confinada de bloque Losa de entrapiso vigueta y bovedilla Losa azotea idem
4	HLR-II-EMD*	475	2001	Estado de México	Río Marzano s/n. Hacienda de Talmimilpan Chicomilco	CX	2	losa	MRI concreto	block vigueta bovedilla		Cim losa conida con contratabos Muros mampostaria reforzada de block hueco de concreto Losa de entrapiso vigueta de concreto y bovedilla de poliestireno Losa azotea idem
5	HR72-EMC1	200	2001	Estado de México	Tultepec	DX	2	no especifica	no especifica	no especifica		
6	HT-EMC1	100	2001	Estado de México	Hacienda Real Tultepec Tultepec	DX	2	zapatas conidas	MCRRI concreto	block vigueta bovedilla		Cim zapatas conidas Muros de carga de block hueco de concreto reforzados Castillos de concreto empuje Losa de entrapiso vigueta y bovedilla Losa azotea idem
7	KH-EMC1	43	2001	Estado de México	Calle Imposa Concal de Tultlan Col San Pablo de las Salinas	MX	5	cajon	MRI concreto	block vigueta bovedilla		Cim cajon de cimentación Muros de block de concreto aparente con refuerzo horizontal y vertical Castillos ahogados en los muros Losa de entrapiso vigueta y bovedilla Losa azotea vigueta y bovedilla
8	LP14-EMC1	127	2001	Estado de México	LA PACAS entre ejidos de Hualango y Teposcalo Cuautlan Izcalli	UF	2	losa	MRI concreto	block vigueta bovedilla		Cim losa de cimentación Muros de bloc. gts de 12x20x40 Castillos ahogados Losa de entrapiso vigueta y bovedilla Losa azotea vigueta y bovedilla
9	LVXX-EMD*	95	2001	Estado de México	km sin carretera Mexico Tepic San Isidro Atlixtepec Ecatepec	MX-HZ	2	losa	CR	maciza		Cim losa de cimentación con contratabos Muros de carga de concreto armado Castillos de concreto armado confinados en estructura Losa de entrapiso maciza de concreto armado Losa azotea idem
10	LCX-EMC1	112	2001	Estado de México	Casaca de Benitezabal	MX	4	losa	MRI concreto	block de vada		Cim losa de cimentación de concreto armado como sobre contratabos Muros de carga de mampostaria reforzada a base de block hueco de concreto Losa de entrapiso con canchales en el entrapiso Losa azotea idem
11	LCH-EMD1	100	2001	Estado de México	San Pedro Teposcalo sin Cuautlan Izcalli	CX	2	zapatas conidas	CR	maciza		Cim zapatas conidas Muros de carga de concreto armado Castillos de concreto armado confinados en estructura Losa de entrapiso maciza de concreto armado Losa azotea idem
12	LGI-EMD*	100	2001	Estado de México	San Pedro Teposcalo sin Cuautlan Izcalli	CX	2	zapatas conidas	CR	maciza		Cim zapatas conidas Muros de carga de concreto armado Castillos de concreto armado confinados en estructura Losa de entrapiso maciza de concreto armado Losa azotea idem
13	LGI-EMD*	100	2001	Estado de México	San Pedro Teposcalo sin Cuautlan Izcalli	CX	2	zapatas conidas	CR	maciza		Cim zapatas conidas Muros de carga de concreto armado Castillos de concreto armado confinados en estructura Losa de entrapiso maciza de concreto armado Losa azotea idem
14	LCV-EMC1	100	2001	Estado de México	Fracc Lomas de Teposcalo Cuautlan Izcalli	DX	2	losa	CR	maciza		Cim losa de cimentación Muros de concreto armado Castillos confinados en estructura Losa de entrapiso de concreto armado Losa azotea de concreto armado
15	LCV-EMD*	75	2001	Estado de México	Fracc Lomas de Teposcalo Cuautlan Izcalli	CX	2	zapatas conidas	CR	maciza		Cim zapatas conidas Muros de carga de concreto armado Castillos de concreto armado confinados en estructura Losa de entrapiso maciza de concreto armado Losa azotea idem
16	HE-EMC1	127	2001	Estado de México	Alopatas México-Pachuca Venta de Cerpo Ecatepec	CX	2	losa	MRI concreto	block maciza		Cim losa de cimentación Muros de carga de block hueco de concreto Losa de entrapiso maciza de concreto armado Losa azotea idem
17	LT15-EMC1	73	2001	Estado de México	Cenada la Loma sin Lomas del Parque, Tultitlan	MX-HZ	3	losa	MRI concreto	block vigueta bovedilla		Cim losa de cimentación Muros de bloc. gts de 12 x 20 x 40 Castillos ahogados Losa de entrapiso vigueta y bovedilla Losa azotea vigueta y bovedilla
18	PS9-EMD1	234	2001	Estado de México	Lugarmento de Tlaxiela (comunidad de Saltillo Municipio de Huehuetlaca)	CX	2	losa	MCI concreto	block maciza		Cim losa de cimentación Muros de carga de block hueco de concreto Losa de entrapiso maciza de concreto armado Losa azotea idem
19	RH-EMD1	170	2001	Estado de México	Av Benito Juárez No 148 Banc Puente Grande Mpio Huamantla	UF	1	zapatas conidas	MCI tabique plano	vigueta bovedilla		Cim zapatas conidas Muros mampostina confinada con tabiques de barro Losa de entrapiso vigueta y bovedilla Losa azotea idem
20	SBV-EMC1	182	2001	Estado de México	Municipio de Atlixtepec	DX	2	losa	CR	maciza		Cim losa de cimentación de concreto armado como sobre contratabos Muros de carga de concreto armado Castillos de concreto armado confinados en estructura Losa de entrapiso maciza de concreto armado Losa azotea idem
21	SBV-EMD1	401	2001	Estado de México	Ex-Hacienda Buenavista o Canutillo Atlixtepec	DX	2	losa	CR	maciza		Cim losa de cimentación de concreto armado como sobre contratabos Muros de carga de concreto armado Castillos de concreto armado confinados en estructura Losa de entrapiso maciza de concreto armado Losa azotea idem

bl

No	CONJUNTO	No DE	AÑO DE CONSTRUCCIÓN O EN PROCESO	ENTIDAD	DIRECCIÓN	TIPOLOGIA	No DE NIVELES	SISTEMA CONSTRUCTIVO			
								CIMENTACIÓN	MUROS	LOSA	DESCRIPCIÓN
32	S4-EM01	300	2001	Estado de México	Tecamachalco	CX	2	Zapatas con lasas	MRI concreto	block vigueta bovedilla	Clm: zapatas con lasas. Muros: mampostería reforzada de block común. Losa de entrapado: zapatas con lasas. Losa azotea: vigueta y bovedilla.
33	S4-A-EM01	302	2001	Estado de México	Carretera México-Pachuca Km 30.5 col. San Diego Tecamachalco	DX	2	358	MRI concreto	block vigueta bovedilla	Clm: losa conda sobre contratabres. Muros: mampostería reforzada de block de concreto 10x20x40. Losa de entrapado: semi-vigueta de concreto y bovedilla de concreto. Losa azotea: ídem.
34	S4-C3-EM01	358	2001	Estado de México	Carretera México-Pachuca Km 30.5 col. San Diego Tecamachalco	DX	2	058	MRI concreto	block vigueta bovedilla	Clm: losa conda sobre contratabres. Muros: mampostería reforzada de block de concreto 10x20x40. Losa de entrapado: semi-vigueta de concreto y bovedilla de concreto. Losa azotea: ídem.
35	S4-CB-EM01	532	2001	Estado de México	Carretera México-Pachuca Km 30.5 col. San Diego Tecamachalco	DX	2	058	MRI concreto	block vigueta bovedilla	Clm: losa conda sobre contratabres. Muros: mampostería reforzada de block de concreto 10x20x40. Losa de entrapado: semi-vigueta de concreto y bovedilla de concreto. Losa azotea: ídem.
36	VSP-EM01	33	2001	Estado de México	Calle Dos Puentes Torrey de las Cajas Jorge Amador 147 col. San Pablo de las Salinas Ecatepec	DX	2	058	MAC concreto	block vigueta bovedilla	Clm: losa de cimentación de concreto con contratabres. Muros: de block de concreto de 12x20x40 y 10x20x40. Castillos de concreto armado. Losa de entrapado: vigueta y bovedilla. Losa azotea: vigueta y bovedilla.
37	VT-EM01	143	2001	Estado de México	Piso Av. México No. 5 lote 1 col. Tubelco Ecatepec de Morelos	CX	2	058	CR	vigueta bovedilla	Clm: losa conda sobre contratabres. Muros: de concreto reforzado de 10 cm. Losa de entrapado: semi-vigueta y bovedilla de concreto. Losa azotea: ídem.
38	VS8-EM01	108	2001	Estado de México	Av. Central sin. Sta. Cruz Verta de Campo Ecatepec de Morelos	CX	2	058	CR	maciza	Clm: losa de cimentación con contratabres. Muros: de carga de concreto armado con malla 6x6 B8. Castillos de concreto armado confinados en estructura. Losa de entrapado: maciza de concreto armado. Losa azotea: ídem.
39	VSK-EM01	236	2001	Estado de México	Av. Central sin. Sta. Cruz Verta de Campo Ecatepec de Morelos	CX	2	058	CR	maciza	Clm: losa de cimentación con contratabres. Muros: de concreto armado con malla 6x6 B8. Castillos de concreto armado con varilla de 3E. Losa de entrapado: concreto armado. Losa azotea: concreto armado.
40	VSE-EM01	216	2001	Estado de México	Av. Central sin. Sta. Cruz Verta de Campo Ecatepec de Morelos	CX	2	058	CR	maciza	Clm: losa de cimentación de concreto armado conda sobre contratabres. Muros: de carga de concreto armado. Castillos de concreto armado confinados en estructura. Losa de entrapado: maciza de concreto armado. Losa azotea: ídem.
41	VVV-EM01	63	2001	Estado de México	Av. La Colmena col. Alto de la Colmena. Vda. Nicolas Romero	MX	5	058	MRI concreto	block vigueta bovedilla	Clm: losa de cimentación con contratabres. Muros: de carga de block estructural tipo Puerta con refuerzo horizontal y vertical. Castillos anclados en los muros. Losa de entrapado: vigueta de concreto y bovedilla de poliestireno. Losa azotea: vigueta y bovedilla.
42	VVV-EM01	120	2001	Estado de México	Av. La Colmena col. Alto de la Colmena. Vda. Nicolas Romero	MX	5	058	MRI concreto	block vigueta bovedilla	Clm: losa de cimentación con contratabres. Muros: de carga de block estructural tipo Puerta con refuerzo horizontal y vertical. Castillos anclados en los muros. Losa de entrapado: vigueta de concreto y bovedilla de poliestireno. Losa azotea: vigueta y bovedilla.
43	GLVIX-EM31	160	2001	Estado de México	km 5.5 carretera México-Toluca San Isidro Atlixco Ecatepec	MX-LZ	2	058	CR	maciza	Clm: losa de cimentación con contratabres. Muros: de carga de concreto armado. Castillos de concreto armado confinados en estructura. Losa de entrapado: maciza de concreto armado. Losa azotea: ídem.
44	RSV-EM01	550	2001	Estado de México	Ex Hacienda de Tamuicmilpan Mpo. San Vicente Chichasapan	CX	2	058	CR	maciza	Clm: losa de cimentación de concreto armado conda sobre contratabres. Muros: de carga de concreto armado. Losa de entrapado: maciza de concreto armado. Losa azotea: ídem.
45	CL-DF01	72	2001	Distrito Federal	Libertad No. 31. col. Naxtleno Del Azcapotzalco	MX	5	cajon	MC tabique	maciza	Clm: cajón de cimentación de concreto. Muros: de carga de tabique hueco. Losa de entrapado: losa nervada. Losa azotea: ídem.
46	EA-DF01	70	2001	Distrito Federal	Av. Puebla No. 159 col. San Juan Particular Del Azcapotzalco	MX	5	cajon	MCRI concreto	block maciza	Clm: cajón de cimentación de concreto. Muros: de carga de block hueco de concreto confinados y reforzados. Castillos de concreto armado. Losa de entrapado: maciza de concreto armado. Losa azotea: ídem.
47	GSJII-DF01	49	2001	Distrito Federal	Lag. Naur No. 36. Colparal Delegación Miguel Hidalgo	MX	9	cajon	MC concreto	block vigueta bovedilla	Clm: cajón de cimentación. Muros: de carga de block hueco de cemento de 15 x 20 x 40. Castillos de concreto. Losa de entrapado: vigueta y bovedilla de poliestireno. Losa de patio de servicio de concreto reforzado. Losa azotea: de vigueta y bovedilla.
48	H-DF01	43	2001	Distrito Federal	Dr. Arce No. 46 Col. Doctores Del Cuauhtemoc	MX	6	cajon	MC hueco	tabique maciza	Clm: cajón de cimentación de concreto. Muros: de carga de tabique hueco. Castillos de concreto armado. Losa de entrapado: maciza de concreto armado. Losa azotea: ídem.
49	L-DF01	200	2001	Distrito Federal	Calle 4 No. 285 col. Pamán Del Cuauhtemoc	MX	5	cajon	MC hueco	tabique maciza	Clm: cajón de cimentación de concreto. Muros: de carga de tabique hueco reforzado. Castillos de concreto armado. Losa de entrapado: maciza de concreto armado. Losa azotea: ídem.

No.	CONJUNTO	No. DE	AÑO DE CONSTRUCCIÓN O EN PROCESO	ENTIDAD	DIRECCIÓN	TIPOLOGIA	No DE NIVELES	SISTEMA CONSTRUCTIVO			
								IMENTACIÓN	MUROS	LOSA	DESCRIPCIÓN
								ENTREPISO			
50	LA1-DF01	32	2001	Distrito Federal	Palacio Angeles No 174 col. Fco. de S. J. Villa Del Triunfo	MX	4	cajon	MC tabique	revada	Cim. cajon de cimentación de concreto. Muros de carga de tabique. Losa de entrepiso losa revada. Losa azotea dem.
51	MAV-DF01	40	2001	Distrito Federal	Manuel Alvarez No 111 col. Juan Escobedo Del Iztapalapa	MX	5	cajon	MRI-CR tabique multiperforado	viguela boveda la	Cim. cajon de cimentación de concreto con contrabases y losa tapa de viguela y boveda. Muros de tabique tipo multiperforado aparente de 12x12x24 con refuerzo horizontal y vertical. Castillos de concreto armado y castillos ahogados en muros. Losa de entrepiso viguela de concreto y boveda de poliestireno. Losa azotea dem.
52	MV-DF01	25	2001	Distrito Federal	Calle Uno No 95 col. Paritlan Del Iztacalco	MX	5	cajon	MRI-CR tabique multiperforado	mazca	Cim. cajon de cimentación de concreto con contrabases. Muros de tabique industrializado multiperforado de 12x12x24 con refuerzo horizontal. Castillos de concreto armado ahogados y no ahogados en muros. Losa de entrepiso mezcla de concreto armado. Losa azotea dem.
53	MHD-DF01	35	2001	Distrito Federal	Calle Hualaranta No 114 col. Venustiano Carranza	MX	5	cajon	MRI-CR tabique hueco	viguela boveda la	Cim. cajon de cimentación de concreto. Muros de carga de tabique hueco reforzado y muros de concreto reforzado. Castillos de concreto armado. Losa de entrepiso semi-viguela de concreto y boveda de poliestireno. Losa azotea idem.
54	N-DF01	15	2001	Distrito Federal	Inglés No 32 col. Santa María la Rivera Del Cuahutemoc	MX	5	cajon	MC block barro	mazca	Cim. cajon de cimentación de concreto. Muros de carga de mampostera confinada de block de barro. Castillos de concreto armado. Losa de entrepiso mazca de concreto armado. Losa azotea dem.
55	RSJ-DF01	60	2001	Distrito Federal	Tiudad Guerrero No 61 Col. Paraiso San Juan. Delegación Iztapalapa	MX	5	cajon	MRI tabique pintado	mazca	Cim. cajon de cimentación. Muros de tabique estructural de 12 x 12 x 24. Castillos cañiles ahogados. Losa de entrepiso de concreto macizo. Losa azotea mezcla plena de concreto.
56	RV-DF01	40	2001	Distrito Federal	Emisor Eobuy No 187 col. Vallecillo Del Gustavo A. Madero	MX	5	cajon	MRI-CR tabique hueco	viguela boveda la	Cim. cajon de cimentación de concreto. Muros de carga de tabique multiperforado reforzado y muros de concreto reforzado. Castillos de concreto armado. Losa de entrepiso viguela boveda. Losa azotea dem.
57	T4-DF01	95	2001	Distrito Federal	Tlaco No 30 col. San Marcos Del Azcapotzalco	MX	6	cajon	MRI-CR block concreto	viguela boveda la	Cim. cajon de cimentación de concreto. Muros de carga de block hueco de concreto reforzado y muros de concreto reforzado. Castillos de concreto armado. Losa de entrepiso viguela boveda. Losa azotea dem.
58	AL-EM00	48	2000	Estado de México	Camino al Deportivo sin col. Buenavista parte Baja Tultitlan	DX	2	zapatas comidas	MRI-CR tabique barro	viguela boveda la	Cim. zapatas con base. Muros mampostera reforzada y confinada con block de ladrillo y vigas 6x12x24 y muros de concreto de 12 cm. Losa de entrepiso semi-viguela y boveda de concreto de 17 cm. Losa azotea idem.
59	A4-EM00	120	2000	Estado de México	Calle Rio Tulpan Barrio San Joaquin Mpio. Huehuetlalan	UF	1	losa	MC tabique barro	mazca	Cim. losa de cimentación de concreto armado conca sobre contrabases. Muros mampostera confinada con castillos y tabique rojo acabado. Losa de entrepiso mezcla de concreto armado de 17 cm. Losa azotea dem.
60	ANCII-EM00	164	2000	Estado de México	Av. Lombarzo Toluca sin col. San Pedro Tototitlac Toluca	CX	2	zapatas comidas	MC barro	viguela boveda la	Cim. zapatas comidas. Muros mampostera confinada de block de tabique rojo 7x4x28 y muros de concreto reforzado. Losa de entrepiso viguela y boveda de concreto de 20 cm. Losa azotea dem.
61	BTS-EM00	174	2000	Estado de México	Bvld Tultitlan No 162 col. Barrio de los Reyes Tultitlan	CX	2	losa	MRI block concreto	mazca	Cim. losa comida de cimentación. Muros de carga de block hueco de concreto tipo multix y vintex 6x12x24 reforzados por-mente. Losa de entrepiso mezcla de concreto armado de 13 cm. Losa azotea idem.
62	BTT-EM00	117	2000	Estado de México	Bvld Tultitlan No 162 col. Barrio de los Reyes Tultitlan	MX	3	no especifica	no especifica	no especifica	
63	BLJ-EM00	55	2000	Estado de México	Boulevard Ignacio Zaragoza sin col. Granjas Guadalupe Nicolas Romero	MX	2	zapatas comidas	MRI-CR block concreto	viguela boveda la	Cim. zapatas comidas. Muros de carga de block hueco de concreto 15x20x40 con refuerzo horizontal y muros de concreto reforzado de 15 cm. Losa de entrepiso viguela y boveda de concreto de 15 cm. Losa azotea dem.
64	BLJ-EM00	102	2000	Estado de México	Boulevard Ignacio Zaragoza sin col. Granjas Guadalupe Nicolas Romero	MX	2	zapatas comidas	MRI-CR block concreto	viguela boveda la	Cim. zapatas comidas. Muros de carga de block hueco de concreto 15x20x40 con refuerzo horizontal y muros de concreto reforzado de 15 cm. Losa de entrepiso viguela y boveda de concreto de 15 cm. Losa azotea dem.
65	BLJ-EM00	153	2000	Estado de México	Boulevard Ignacio Zaragoza sin col. Granjas Guadalupe Nicolas Romero	CX	2	losa	MC-MRI block barro concreto	viguela boveda la	Cim. losa de cimentación con contrabases de concreto reforzado. Muros interiores de tabique rojo y exteriores de block de concreto reforzado horizontalmente con escalonía. Castillos de concreto armado. Losa de entrepiso viguela y boveda de 15 cm. Losa azotea dem.
66	CSM11-EM00	339	2000	Estado de México	Av. Huahuera sin col. Ex-Hacienda San Miguel Cuautlan	DX	2	losa	CR	mazca	Cim. losa de cimentación de concreto armado conca sobre contrabases. Muros de carga de concreto armado de 10 cm. Losa de entrepiso mezcla de concreto armado de 10 cm. Losa azotea dem.

# INVENTARIO DE CONJUNTOS HABITACIONALES DE INFONAVIT 1997-2001

## II. CALCULO DE DENSIDADES DE MUROS

Abreviaturas.

AP Área de planta  
 A<sub>ma</sub> Área de muros de mampostera en la dirección menor  
 A<sub>ca</sub> Área de muros de concreto en la dirección menor  
 A<sub>my</sub> Área de muros de mampostera en la dirección mayor  
 A<sub>cy</sub> Área de muros de concreto en la dirección mayor

d<sub>mx</sub> Densidad de muros de mampostera en la dirección menor  
 d<sub>cx</sub> Densidad de muros de concreto en la dirección menor  
 d<sub>my</sub> Densidad de muros de mampostera en la dirección mayor  
 d<sub>cy</sub> Densidad de muros de concreto en la dirección mayor

No.	CONJUNTO HABITACIONAL	CONSTRUCTORA	RESPONSABLE DEL CÁLCULO ESTRUCTURAL	A <sub>p</sub> (m <sup>2</sup> )	AREA EN LA DIRECCIÓN DE LA DIMENSIÓN MENOR (X)		AREA EN LA DIRECCIÓN DE LA DIMENSIÓN MAYOR (Y)		DENSIDAD DE MUROS EN X		DENSIDAD DE MUROS EN Y		OBSERVACIONES	
					A <sub>ma</sub> (m <sup>2</sup> )	A <sub>ca</sub> (m <sup>2</sup> )	A <sub>my</sub> (m <sup>2</sup> )	A <sub>cy</sub> (m <sup>2</sup> )	d <sub>mx</sub> (%)	d <sub>cx</sub> (%)	d <sub>my</sub> (%)	d <sub>cy</sub> (%)		
1	AT-EM01	Consorcio Ambar SA de CV	Consorcio Ambar SA de CV	114.74	6.58		2.72			5.7347		2.3706	Se cuenta con planos diversos y memorias de cálculo	
2	CE-EM01	no especifica	Arq. Félix Villaseñor Jiménez	27.14	0.08	0.09	0.10	1.71		0.2948	0.3316	0.3611	6.3007	
3	FOSFI-EM01	no especifica	no especifica	114.70		2.45		1.39			2.1360		1.2*13	Se tienen 2 prototipos C-1 y C-2, las áreas se obtuvieron para C-2 por ser el más desfavorable
4	FOSFII-EM01	no especifica	no especifica	114.70		2.45		1.39			2.1360		1.2*13	Se tienen 2 prototipos C-1 y C-2, las áreas se obtuvieron para C-2 por ser el más desfavorable
5	FOSFIII-EM01	no especifica	no especifica	114.70		2.45		1.39			2.1360		1.2*13	Se tienen 2 prototipos C-1 y C-2, las áreas se obtuvieron para C-2 por ser el más desfavorable
6	FOSJ-EM01	no especifica	no especifica	158.40	5.28	0.06	1.90	0.33		3.3333	0.0347	1.1995	0.2083	Las plantas de los prototipos son iguales
7	GSLM-EM01	FSARE SA DE CV	Ing. Efraín Loza Hernández	70.42	5.44		2.92			7.7251		4.1455		Se cuenta con planos diversos y memorias de cálculo
8	GCC-EM01	Corporación SA de CV	GEO. Corporación GEO. SA de CV	129.00		3.55		1.36			2.7519		1.0543	
9	GSBM-EM01	no especifica	Ing. Jaime Sánchez Villaseñor	45.00	0.40		2.80			0.8889		5.2222		
10	GSB-EM01	GEO. Especiales SA de CV	Grupo GEO	47.06	1.19		1.26			2.5287		2.6774		UF-34 viviendas, DX-351 viviendas, edificios de 2 y 3 niveles
11	G-EM01	no especifica	Arq. Argel Quezada	51.04	1.11		1.96			2.1748		3.8401		
12	HC-EM01	Corporación SA de CV	GEO. Corporación GEO. SA de CV	65.00	3.07		1.37			4.7262		2.1077		

No.	CONJUNTO HABITACIONAL	CONSTRUCTORA	RESPONSABLE DEL CÁLCULO ESTRUCTURAL	A <sub>p</sub> (m <sup>2</sup> )	ÁREA EN LA DIRECCIÓN DE LA		ÁREA EN LA DIRECCIÓN DE LA		DENSIDAD DE MUROS EN X		DENSIDAD DE MUROS EN Y		OBSERVACIONES
					DIMENSIÓN MENOR (X)		DIMENSIÓN MAYOR (Y)		d <sub>mx</sub> (%)	d <sub>cx</sub> (%)	d <sub>my</sub> (%)	d <sub>cy</sub> (%)	
					A <sub>mx</sub> (m <sup>2</sup> )	A <sub>cx</sub> (m <sup>2</sup> )	A <sub>my</sub> (m <sup>2</sup> )	A <sub>cy</sub> (m <sup>2</sup> )					
13	HOP-EM01	no especifica	Diseño Proyecto y Servicios de Ingeniería	239.25	6.90		5.06		2.8422		2.1146		4 viviendas por nivel
14	HLRII-EM0*	no especifica	Arq. Juvenal Castillo Lopez	108.30	5.50		1.79		5.0785		1.6526		
15	HRT24-EM01	no especifica	no especifica										No se tienen planos estructurales
16	HT-EM01	P.C. Construcciones S.A. de C.V.	P.C. Construcciones S.A. de C.V.										no se tienen plantas arquitectonicas
17	KII-EM0*	Industrias TANKA S.A. de C.V.	Ingeniería y Consultoria NCD	195.70	3.77		11.52		1.9264		5.8856		5 niveles, 4 viviendas por nivel. Se cuenta con planos diversos y memorias de cálculo
18	LP14-EM01	ALTEC Construcciones S.A. de C.V.	no especifica de C.V.	27.43	0.41		1.81		1.4547		6.5996		Se cuenta con planos diversos y memorias de cálculo
19	LXXX-EM0*	Inmobiliaria CAVE S.A. de C.V.	Memti S.A. de C.V.	53.94		3.04		1.12		3.2361		1.1923	prototipos de 4 viviendas, dos niveles, cuenta con planos y memorias de cálculo
20	LOIX-EM01	no especifica	Ing. Humberto Isaza	111.32	3.60		2.64		3.2339		2.3716		2 viviendas por nivel
21	LOI-EM01	no especifica	Memti S.A. de C.V.	96.56		3.13		1.75		3.2363		1.8165	
22	LOII-EM01	no especifica	Memti S.A. de C.V.	96.56		3.13		1.75		3.2363		1.8165	
23	LOI-EM0*	no especifica	Memti S.A. de C.V.	96.56		3.13		1.75		3.2363		1.8165	
24	LCV-EM01	Corporación S.A. de C.V.	FG, Memti S.A. de C.V.	48.58		1.87		0.51		3.8453		1.0498	Cuenta con varios tipos de edf. duplex y cuadruplex de plantas arquitectonicas similares, cuenta con memorias de cálculo y planos diversos.
25	LCV-EM0*	no especifica	Memti S.A. de C.V.	96.56		3.13		1.75		3.2363		1.8165	
26	HE-EM01	Inmobiliaria SADAS S.A. de C.V.	Inmobiliaria SADAS S.A. de C.V.	120.19									En el plano no se especifica la ubicación de los muros (memoria o concreto). En el plano estructural se encuentran detalles de instalación sanitaria
27	LT15-EM01	ALTEC Construcciones S.A. de C.V.	ALTEC Construcciones S.A. de C.V.	634.51	18.20		17.96		3.0107		2.9710		4 y 1 viviendas por nivel
28	PS9-EM0*	Inmobiliaria ROSH S.A. de C.V.	Ing. Delfino Rodríguez Peña	103.84	5.28		1.45		5.0647		1.3984		
29	RH-EM01	no especifica	Ing. José Juan Ramón Aragones	52.11	1.34		2.20		2.5715		4.2216		
30	S3IV-EM01	no especifica	no especifica	68.60		2.38		0.40		3.5736		0.6036	Se tienen 2 prototipos DX
31	S3V-EM01	Consortio AAA	Consortio AAA	47.35		1.58		0.98		3.3369		2.0275	

No	CONJUNTO	CONSTRUCTORA	RESPONSABLE DEL CÁLCULO ESTRUCTURAL	A <sub>p</sub> (m2)	AREA EN LA DIRECCIÓN DE LA		AREA EN LA DIRECCIÓN DE LA		DENSIDAD DE MUROS EN X		DENSIDAD DE MUROS EN Y		OBSERVACIONES	
					DIMENSIÓN MENOR (X)	DIMENSIÓN MAYOR (Y)	d <sub>mx</sub> (%)	d <sub>cx</sub> (%)	d <sub>my</sub> (%)	d <sub>cy</sub> (%)				
32	S4-EMC*	no especifica	Ing. Marco Tapia	119.05	3.16		2.13		2.6543		1.7892			
33	S4-A-EMC1	Promotora de Hogares SA de CV	de Ingenieros GEO SA de CV	62.16	2.53		0.76		4.0701		1.2227		La escala de los planos es muy grande	
34	S4-C3-EMC*	Promotora de Hogares SA de CV	de Ingenieros GEO SA de CV	62.16	2.53		0.76		4.0701		1.2227		La escala de los planos es muy grande	
35	S4-B-EMC*	Promotora de Hogares SA de CV	de Ingenieros GEO SA de CV	62.16	2.53		0.76		4.0701		1.2227		La escala de los planos es muy grande	
36	VSP-EMC*	ANROM Construcciones SA de CV	Diseño e Ingeniería SA de CV	71.03	1.27		2.93		1.7680		3.7027		Viviendas progresivas de 2 recamaras, preparadas para 3a. Recamaras, se cuenta con planos diversos y memorias de cálculo	
37	VT-EMC*	INMOBILIARIA SA de CV	Arq. Alfonso Ruelas Barabaza	101.25		4.50		0.39		4.4444		0.3852	La escala de los planos es muy grande	
38	VSB-EMC*	Inmobiliaria de Abasco SA de CV	Villas de Abasco SA de CV Ing. Arq. Asdrubal Masin Bazbaz	156.60		6.38		1.87		4.0741		1.1941	Se cuenta con planos diversos y memorias de cálculo	
39	VSK-EMC*	Inmobiliaria de Abasco SA de CV	Villas de Abasco SA de CV Ing. Arq. Asdrubal Masin Bazbaz	80.04		1.20		4.02		1.4993		5.0225	Cuenta con varios tipos de edificios duplex y cuadruplex, cuenta con memorias de cálculo y planos diversos	
40	VSE-EMC1	no especifica	Ing. Arq. Asdrubal Masin Bazbaz	156.60		6.38		1.87		4.0741		1.1941	Las viviendas del prototipo DX tienen la misma planta arquitectonica que el CX	
41	VVII-EMC*	Ingenieros promotores de vivienda SA de CV	y de Ingenieros Daniel Vasconcelos M	255.60	10.70		8.34		4.1862		3.2625		5 niveles, 4 viviendas por nivel. Se cuenta con planos diversos y memorias de cálculo	
42	VVII-EMC*	Ingenieros promotores de vivienda SA de CV	y de Ingenieros Daniel Vasconcelos M	255.60	10.70		8.34		4.1862		3.2625		5 niveles, 4 viviendas por nivel. Se cuenta con planos diversos y memorias de cálculo	
43	GLVIX-EMC1	Inmobiliaria SA de CV	CAVE Mermel SA de CV	63.94		3.04		1.12		3.2361		1.1923	prototipos de 4 viviendas, dos niveles, cuenta con planos y memorias de cálculo	
44	RSV-EMG1	CONSORCIO PARA	Ing. Juan José Herrera Rodríguez	68.90		3.70		0.80		4.1567		0.9003		
45	CL-DFC1	no especifica	Ing. Carlos Lobaton Gonzalez	549.02		19.27		11.94		3.5099		2.1748		8 viviendas por nivel
46	EA-DF01	HALKIN SA de CV	de HALKIN SA de CV	292.20	8.24		7.68		2.1355		2.6283		3 edificios, de los cuales 2 son de 20 viviendas y 1 de 30 viviendas	
47	GSJIII-DF31	FISARE SA de CV	DE Ing. Efen Loza Hernández	232.07	6.94		6.04		3.4345		2.9836		Edificios de 8 y 4 viviendas por nivel	
48	H-DF31	ROLU SA de CV	ROLU SA de CV	582.00	7.83		20.45		1.3454		3.5137		6 viviendas por nivel	
49	LP-DF01	ROLU SA de CV	ROLU SA de CV										La planta baja es estacionamiento, la estructura es a base de columnas y marcos de concreto reforzado en ambas direcciones	

No.	CONJUNTO HABITACIONAL	CONSTRUCTORA	RESPONSABLE DEL CALCULO ESTRUCTURAL	A <sub>x</sub> (m2)	ÁREA EN LA DIRECCIÓN DE LA DIMENSIÓN MENOR (X)		ÁREA EN LA DIRECCIÓN DE LA DIMENSIÓN MAYOR (Y)		DENSIDAD DE MUROS EN X		DENSIDAD DE MUROS EN Y		OBSERVACIONES
					A <sub>mx</sub> (m2)	A <sub>cx</sub> (m2)	A <sub>my</sub> (m2)	A <sub>cy</sub> (m2)	d <sub>mx</sub> (%)	d <sub>cx</sub> (%)	d <sub>my</sub> (%)	d <sub>cy</sub> (%)	
50	LA-DF01	no especifica	Ing Carlos Lizator Gonzalez	331.70	6.02		10.38		1.8134		3.1292		2 de edificios de 4 viviendas por nivel
51	MAV-DF01	BES SA de CV	García Jarque Ingenieros S.C.	499.70	12.53		5.28	2.40	2.5613		1.3370	0.5110	4 viviendas por nivel. Se cuenta con planos diversos y memorias de cálculo
52	MV-DF01	Residencia Partisan SA de CV	Arq. José Luis Ania G.	216.30	1.37	1.98	5.17	1.76	0.8334	0.9154	2.3902	0.8137	3 prototipos de vivienda, 4 viviendas por nivel. Cuenta con memoria de cálculo estructural
53	MH-DF01	VIASSA	VIASSA	495.30	12.83	1.08	10.80	0.19	2.6221	0.2207	2.2071	0.0069	7 viviendas por nivel
54	ND-DF01	no especifica	Arq. Enrique Fernández Rivera	232.00	2.42		11.35		0.8288		3.8870		6 viviendas por nivel
55	RSJ-DF01	Grupo Constructor JOC SA de CV	Grupo Constructor JOC SA de CV	109.94	4.17		3.06		3.7530		2.7833		Dos viviendas por nivel
56	PV-DF01	no especifica	Ing. Jorge Elizalde	270.50	4.99	2.49	3.47	2.02	1.8447	0.9205	1.2826	0.7468	2 edificios, 4 viviendas por nivel
57	T4-DF01	no especifica	Ing. Gabriel Gómez Ruiz	287.20	5.08	2.76	5.94	0.84	1.7688	0.9510	2.0682	0.2925	4 viviendas por nivel
58	A1-EM00	Constructora Inmobiliaria Zaragza SA de CV	Ing. Carlos Oagaray Palacios	51.15	0.55	0.14	3.16		1.0745	0.2754	6.1743		
59	A4-EM00	Condominio Orsamene SA de CV	no especifica	48.02	1.42		3.12		2.9571		6.4973		No se especifican las dimensiones del tabique
60	ANCM-EM00	Promotora Lema SA de CV	Arq. Ing. Jesús Alberto León Reyes	116.50	3.82	0.66	3.57		3.2790	0.5665	3.0644		Los prototipos son similares en cuanto a la distribución de muros
61	BTE-EM00	Bosque de Tullitlan SA de CV	no especifica	116.62	3.28		1.80		2.8126		1.5435		Los planos estructurales están incompletos no se tienen notas que indiquen las dimensiones de los muros y menos la escala del plano. Se tienen tres prototipos de viviendas
62	BTT-EM00	Bosque de Tullitlan SA de CV											No se tienen planos estructurales ni memorias de cálculo
63	B11-EM00	Inmobiliaria SA de CV	IHM Arq. Charem Bahar	143.10	8.34		0.62		5.8281			0.4333	
64	B12-EM00	Inmobiliaria SA de CV	IHM Arq. Charem Bahar	143.10	8.34		0.62		5.8281			0.4333	
65	B13-EM00	Inmobiliaria SA de CV	IHM Oravez y Muñoz Ingenieros Civiles SA de CV	25.51	0.53		1.85		2.0776		7.4085		Se cuenta con planos diversos y memorias de cálculo
66	CSM11-EM00	Consortio de Integración SA de CV	Ing. Juan Víctor Padilla	103.00		4.53		1.19		4.3981		1.1553	