



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

*PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN ARQUITECTURA
ÁREA TECNOLOGÍA*

“DISEÑO MODULAR E INDUSTRIALIZACIÓN DE LA VIVIENDA MEDIA VERTICAL EN EL DISTRITO FEDERAL”

Tesis que para optar por el grado de maestría en Arquitectura (Tecnología)

PRESENTA

ARQ. EDWIN JOSÉ ANGULO ALCARAZ

TUTOR

DR. DAVID MURIÀ VILA. Instituto de Ingeniería UNAM

SINODALES

M. EN ARQ. FRANCISCO REYNA GÓMEZ. Facultad de Arquitectura UNAM
DR. EN ARQ. FIDEL SÁNCHEZ BAUTISTA. Facultad de Arquitectura UNAM
M. EN ARQ. JORGE L. RANGLE DÁVALOS. Facultad de Arquitectura UNAM
DR. EN ARQ. CARLOS SOTO CURIEL. Centro de Inv. de Diseño Industrial UNAM

México D.F., Diciembre 2013



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

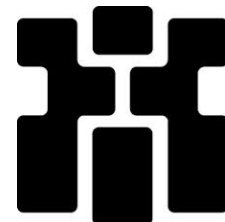


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

*PROGRAMA DE MAestrÍA Y DOCTORADO EN ARQUITECTURA
ÁREA TECNOLOGÍA*

***“DISEÑO MODULAR E INDUSTRIALIZACIÓN DE LA VIVIENDA MEDIA VERTICAL
EN EL DISTRITO FEDERAL”***

ARQ. EDWIN JOSÉ ANGULO ALCARAZ





TUTOR

DR. DAVID MURIÀ VILA. Instituto de Ingeniería UNAM

SINODALES

M. EN ARQ. FRANCISCO REYNA GÓMEZ. Facultad de Arquitectura UNAM

DR. EN ARQ. FIDEL SÁNCHEZ BAUTISTA. Facultad de Arquitectura UNAM

M. EN ARQ. JORGE L. RANGLE DÁVALOS. Facultad de Arquitectura UNAM

M. EN DISEÑO CARLOS SOTO CUIEL. Diseño Industrial UNAM



Agradezco y dedico este trabajo:

*A mis padres, maestros y amigos,
que me motivaron a seguir y finalizar esta etapa.*

*Al Dr. David Murià Vila,
que apoyó mi investigación y dedico tiempo para la conclusión de esta
tesis.*

*A mis sinodales, maestros y asesores,
que me ayudaron y transmitieron su conocimiento.*



**“DISEÑO MODULAR E INDUSTRIALIZACIÓN DE LA VIVIENDA
MEDIA VERTICAL EN EL DISTRITO FEDERAL”**



ÍNDICE

Introducción	1
Hipótesis y Objetivos	4
Metodología	7
1 Antecedentes y vivienda modular industrializada	9
1.1 Breve historia de la vivienda en México y el Distrito Federal requerimientos a futuro, posibilidad de compra y financiamiento.	9
1.2 Sectores de población en México y clase media.	13
1.3 Historia e industrialización de la vivienda prefabricada modular	16
1.4 Otros ejemplos de edificaciones modulares industrializadas sus usos alternos en otros países y situación en México	22
1.5 Clasificación de la vivienda modular, aspectos técnicos, sustentabilidad y bioclimática.	27
2 Anteproyecto y aplicación de metodología	35
2.1 Anteproyecto	35
2.2 Análisis y comparativa de costos entre sistemas constructivos	39
2.3 Diseño y aplicación de encuestas por muestreo	45
2.4 Entrevistas y opinión de especialistas	49
2.5 Viabilidad del proyecto	51
3 Desarrollo del proyecto	52
3.1 Proyecto arquitectónico-estructural	53
3.2 Diseño e integración de módulos de vivienda	56
3.3 Proyecto y diseño estructural	57
3.4 Propuesta instalaciones	62
3.5 Integración de aspectos sustentables y bioclimáticos	63
3.6 Cumplimiento del Reglamento de construcción del Distrito Federal e integración al régimen de condóminos	66
Conclusiones	67
Comparativas y resultados entre los dos sistemas constructivos	67
Conclusión final	68
Referencias Bibliográficas	69
Anexos	71



Introducción

Salí una de tantas mañanas de mi domicilio, entre el tráfico, las obras y el caos habitual, hice poco más de una hora a mi trabajo, no mucho, si sabemos que algunas personas llegan a hacer hasta 3 horas de recorrido, llegué estresado a mi oficina preguntándome porque teníamos que vivir de esta manera, lejos del trabajo, la mayoría sin casa o departamento propio y sin poder comprar algo y menos cercano al trabajo por ser estas normalmente zonas céntricas y caras, por lo que me surgen varios cuestionamientos, ¿Vale la pena comprometerse con créditos tan asfixiantes como el que ofrecen los bancos en México, para poder adquirir departamentos pequeños o lejanos?, ¿Cómo es que algunos habitantes del Distrito Federal han podido adquirir una vivienda y que tan adaptable y cómoda es esta a través del tiempo por los cambios de vida que se van presentando? ¿Que se ha hecho mal en el Distrito Federal y quienes han sido los actores involucrados? ¿Tendrá esto alguna solución, sobre todo para los jóvenes que empiezan?

En la ciudad de México debido a la sobrepoblación y el alto costo de los inmuebles la mayor parte de los habitantes de la ciudad no pueden adquirir una vivienda, por lo que el siguiente proyecto de investigación propone el desarrollo e implementación de diseño modular y tecnología industrializada en la vivienda media vertical rompiendo con los sistemas tradicionales de construcción para hacerla más económica, accesible y versátil para habitantes de ciertas características sociales y económicas, incluyendo aspectos de bioclimática y sustentabilidad que ayuden a conservar el equilibrio ecológico, todo esto a través de la investigación y análisis de información confiable y estudios de propuestas similares existentes en otros países, que permitan desarrollar el proyecto en teoría, esquemas y planos para su realización como prototipo con el propósito de beneficiar a la población y al desarrollo y rendimiento productivo del país.

Este proyecto es importante para México como para la Universidad Autónoma de México (UNAM) ya que aunque existen estudios y proyectos en otros países, México sería otro país que por sus necesidades desarrollan e implementan un nuevo sistema de vivienda media vertical en las grandes urbes que permita su adquisición a un mayor número de habitantes por la posibilidad de tener un gasto inicial mucho menor, siendo esta vivienda más adaptable a los cambios de vida de los usuarios, esto con ciertas limitantes, lo cual se explica y detalla en el anteproyecto en capítulo III, al mismo tiempo pudiera contribuir a aminorar problemas urbano-ambientales, como son el tráfico vehicular y el deterioro ecológico.



Existe un problema habitacional en países en desarrollo como lo es México, especialmente en ciudades sobre-pobladas como el Distrito Federal, donde ya desde hace varias décadas se detecta escasez de vivienda y un desequilibrio extremo entre el alto costo de la misma y los bajos salarios e ingresos medios de la población, haciendo imposible o sofocante el comprar una casa o departamento para gran parte de la población, principalmente para los jóvenes que pretenden vivir independientemente.

Requerimientos de vivienda

En los próximos 10 años, los cambios en la estructura de la pirámide de edades de la población, indican que serán cada día más los jóvenes en edad de formar familias nuevas. Este inminente crecimiento esperado de la demanda de vivienda, requerirá de un enorme esfuerzo para satisfacer dichas necesidades, particularmente de la población de menores ingresos (Vite, 2010).

De acuerdo con proyecciones del Programa Nacional de Vivienda 2007-2012 se estimó que para el año 2012 se requería construir un total de 6 millones de viviendas a escala nacional requiriendo construir poco más de 700 mil viviendas nuevas por año, sin embargo hasta la fecha sigue habiendo un déficit y pocas familias que pueden adquirirlas.

Retos en el futuro inmediato

Una de las tareas prioritarias del país en los próximos años, será redefinir el papel de los organismos nacionales de vivienda para que se pueda hacer frente al déficit habitacional existente.

Para lograrlo, se requiere el establecimiento de una política nacional de vivienda con visión de mediano y largo plazo, que considere la homologación de criterios y políticas de estos organismos y que actúe de forma coordinada con el esfuerzo desarrollado por las entidades públicas de vivienda y las instituciones financieras, poniendo especial énfasis en la atención de las necesidades de vivienda de las familias con menores ingresos y aquellas con ingresos medios que han visto como su nivel de vida ha disminuido y con ello la imposibilidad de adquirir una vivienda media⁽¹⁾.

1. VIVIENDA MEDIA. El 9 de marzo de 1999, se estableció la siguiente tipología de vivienda media; aquella cuyo valor al término de la construcción no exceda de la suma que resulte de multiplicar hasta por cincuenta el salario mínimo general del área geográfica "A" elevado al año.



Esta política debe propiciar el establecimiento de fuentes alternas y complementarias de financiamiento, como por ejemplo, el desarrollo del mercado secundario de hipotecas, para otorgar nuevos créditos más accesibles y amables de los existentes ahora en la banca privada, así como la utilización del ahorro interno de largo plazo, como el generado por los fondos de pensiones y afores.

Ante el problema de bajos ingresos que adolece una proporción importante de las familias mexicanas, se requiere impulsar mecanismos de ahorro previo con propósito habitacional, que posibiliten el acceso a sistemas con mejores rendimientos en los depósitos, de manera que se pueda cubrir el pago inicial para un crédito hipotecario con la participación de la banca y apoyo gubernamental.

De manera complementaria, se podría desarrollar un sistema de subsidio general para que la población de bajos ingresos y media pueda tener las condiciones para adquirir una vivienda a precios accesibles. Este esquema de subsidio debe considerar la capacidad económica y el esfuerzo de ahorro previo, de tal manera que combine, y se otorgue un subsidio equivalente, al ingreso y el ahorro logrado.

Se requiere, también, realizar un esfuerzo adicional de simplificación administrativa para disminuir aún más los costos indirectos a través de la profundización de medidas relacionadas con la desregulación de trámites, permisos y licencias. Esto implica la homologación de los reglamentos de construcción en los estados para uniformizar los criterios de operación y eliminación de burocracia y corrupción en lo posible.

Para propiciar un crecimiento ordenado de los centros urbanos, habría que impulsar la planeación citadina mediante el establecimiento de reservas territoriales, y evitar el asentamiento de los núcleos de población en zonas de alto riesgo y planificar de una manera controlada y sustentable la construcción de desarrollos habitacionales.

Asimismo, uno de los aspectos más importantes que aborda el siguiente documento es que la industria de la construcción y el sector inmobiliario puedan llevar a cabo un programa de investigación y desarrollo de tecnología que permita bajar costos directos mediante la utilización de nuevas técnicas y materiales de construcción. Para ello es indispensable que se fomente una vinculación más estrecha entre estas industrias con las universidades y centros de investigación del país.



Experiencia personal

Mi experiencia confirma esta situación ya que con dificultad a lo largo de más de 15 años he podido adquirir un departamento en una zona céntrica de la ciudad de nivel medio y esto ha sido por tener apoyo familiar, esquemas de préstamos gubernamentales accesibles, salarios arriba del promedio y sin tener ninguna familia que mantener, por lo que concluyo que la personas con gastos más altos por tener una familia, salarios más bajos y con los esquemas bancarios existentes nunca pueden adquirir una vivienda en el Distrito Federal o tienen que optar por la opción que existe actualmente, adquirir pequeños departamentos o casas muy lejos del Distrito Federal. Sin embargo esta opción es poco conveniente ya que estas viviendas implican para la población muchas horas de traslado a los centros de trabajo al estar cada vez más alejadas del Distrito Federal, ocasionando pérdidas en recursos y productividad para el país y contribuyendo al gravísimo problema de tráfico vehicular y contaminación de la ciudad de México y alrededores. Aunado a todo esto, la vivienda media vertical no ofrece actualmente la versatilidad que se requiere según los cambios que se van presentando en la vida de sus habitantes, ya que después de algunos años de haber sido adquirida, ésta ya no va de acuerdo a las necesidades de sus habitantes debido al aumento o reducción familiar o circunstancias personales diversas, por lo que me surge la siguiente hipótesis:

“El costo de la vivienda media vertical en la ciudad de México, hasta ahora poco accesible para muchos, podría representar un gasto inicial menor si cambiamos los sistemas tradicionales de diseño y construcción y al mismo tiempo transformarla en una vivienda modular y versátil que se adapte a las necesidades de la ciudad y a los cambios de vida de los usuarios”.

El proyecto propuesto pretende, investigar y analizar la necesidades reales de vivienda y posibilidades de adquisición para los habitantes de clase media en el Distrito Federal, esto a través de medios confiables de información, reportes, encuestas y otros para proponer esquemas nuevos de diseño y construcción de vivienda media vertical que permitan su adquisición a un mayor número de habitantes, considerando técnicas de industrialización y módulos movibles que agilicen la producción y permitan un gasto menor ya sea total o inicial, ya que considero que los sistemas tradicionales de construcción son lentos y con un costo elevado, asimismo se considera implementar tecnología bioclimática y de sustentabilidad⁽²⁾ que contribuya a resolver al problema de sobrecalentamiento y deterioro del ambiente que sufre el planeta.

2. La Arquitectura Sustentable se preocupa por los modos de producción de los materiales que utiliza; desde dónde provienen, su reciclado, si implica un costo ecológico su transporte, etc. En cambio la construcción bioclimática, se preocupa más específicamente de la eficiencia energética dentro de la casa, no tanto de los materiales que utiliza y mucho menos de un enfoque ético que involucre las desigualdades sociales



Esto no es nuevo ya que se han encontrado proyectos e investigaciones como *BAR_CODE HOUSING SYSTEM*⁽³⁾ relativas al tema en países del primer mundo como España, y otros en diferentes países, con problemáticas y propuestas similares en arquitectura que servirán de base y punto de partida para la propuesta. Se aclara que no se propone cambiar todo el sistema constructivo de vivienda media vertical en el Distrito Federal, sino proponer un nuevo esquema y ofrecer otra opción a los habitantes en cuanto a vivienda vertical, ya que debido a patrones culturales sería difícil implementar en corto tiempo un cambio tan radical. Esto funcionaría al inicio como un prototipo en el Distrito Federal e ir implementando el sistema en años futuros.

OBJETIVO PRINCIPAL.

- *Bajar el costo o gasto inicial de la vivienda media vertical en el Distrito Federal aplicando tecnologías industrializadas de diseño modular, sin menos cabo de la calidad y confort, que posibiliten su compra a un mayor número de habitantes, con la propuesta “Diseño modular e industrialización de la vivienda media vertical en el Distrito Federal”.*

OBJETIVOS PARTICULARES.

- *Permitir que la vivienda media vertical sea más versátil para adaptarse a los cambios de vida de sus habitantes y necesidades de la ciudad.*
- *Al utilizar tecnologías de arquitectura sustentable y bioclimática contribuir en la conservación y protección del equilibrio ecológico.*

3. *BAR_CODE HOUSING SYSTEM*, Sistema computarizado de construcción y diseño asistido para viviendas en bloque o conjunto desarrollado como proyecto experimental en España.



Para cumplir con los objetivos el presente documento inicia con un estudio de la vivienda en México de 1900 a la fecha, incluyendo antecedentes históricos, políticas gubernamentales y organismos que han sido creados para la dotación de la misma, se analiza el crecimiento poblacional que ha tenido México en las últimas décadas, el cual a pesar de haber sido muy alto a partir de 1985 ha ido disminuyendo teniendo una tasa actual de 1.8%, sin embargo se hace notar que es ahora cuando la población en edad laboral representa más del 60% y requiere de una vivienda, por lo que actualmente existe un déficit y este será de 20 millones en el año 2030.

Realizando una investigación sobre la posibilidad de compra de vivienda para la población en México, se concluye que a pesar de existir apoyo de organismos gubernamentales y créditos bancarios, gran parte de los habitantes no pueden adquirirla ya que son pocos los que pueden obtener un crédito o apoyo gubernamental y los créditos bancarios mantienen tasas altas volviéndose poco atractivos y además se solicitan ingresos altos y muchos requisitos por lo que estos últimos solo han logrado cubrir el 1.4% de los créditos para vivienda.

En México se puede resumir que existen 6 clases sociales, el trabajo se enfoca en la clase media, ya que esta clase se ha visto gravemente afectada en últimas décadas debido al desempleo y políticas económicas y gubernamentales que han estado más dirigidas hacia las clases bajas, por lo que se hace una referencia a esta clase media que ha ido aumentando y actualmente la conforman un 39.16% de personas y es la que cada vez se ve más imposibilitada para comprar departamentos en el Distrito Federal, por lo que se recurre a investigación, estudios y encuestas realizados por el INEGI del 2000 al 2010.

El inicio y desarrollo de la prefabricación de vivienda modular tiene sus inicios alrededor de 1833 en Estados Unidos, donde surge el llamado "Ballon frame", posteriormente las casas sobre ruedas entre 1930 y 1940, en época de guerra se desarrollan albergues industrializados, se dan otros ejemplos resaltando el complejo "Nagakin Capsule Tower" realizado en Tokio en 1972, donde se realizan capsulas prefabricadas de concreto que son instaladas en una torre de servicios, ya que este tiene cierta similitud con la propuesta.

En últimas fechas se han realizado casas modulares tipo contenedor en diferentes países así como la utilización de estos en complejos habitacionales, comerciales, y de otros usos, hay ejemplos de proyectos como "Container city" en Londres y también los realizados en otros países y aquí en México en la ciudad de Puebla, también se han utilizado en situaciones de emergencia como el tsunami de Japón en 2011. Las viviendas modulares en últimas fechas pueden ser realizadas muy rápidamente debido al uso de nueva tecnología CAD/CAM que se refiere al diseño y fabricación asistida por computadora.



Resalta la rapidez con que se pueden realizar edificaciones con sistemas prefabricados como el ejemplo del “Ark hotel” en Hunan China el cual es un edificio de 30 niveles construido tan solo en 15 días con sistemas industrializados, presentando altos niveles de seguridad y calidad. Existe una clasificación de los sistemas modulares propuesta por Gerardo Wadel la cual se presenta así como una introducción a lo que es la arquitectura bioclimática y sustentable y la importancia que tiene actualmente debido al deterioro ambiental y ecológico que ha sufrido el planeta y México en especial el Distrito Federal.

Se propone el anteproyecto del complejo que se pretende realizar para solventar esta deficiencia y alto costo de vivienda vertical que se presenta en el Distrito Federal, para lo cual se consideran aspectos de lo anteriormente investigado y asimismo se propone la siguiente metodología que avale su posible realización.

Metodología

Cuando se confronta la teoría con la realidad tenemos un objetivo principal, proporcionar un modelo de verificación que permita la comprobación de la hipótesis, en el momento metodológico se establecen métodos o estrategias específicas para la confrontación de la teoría inicial con la práctica.

Existen diferentes pruebas que podrían realizarse, sin embargo debido a lo complejo y extenso del proyecto propuesto de investigación faltaría justificar tales estudios y disponer de los recursos económicos, lo cual por el momento está fuera del alcance de esta tesis, por lo que para esto, la metodología que se propone y puede realiza es la siguiente:

1. **Análisis y comparativa de costos entre sistemas.** Lo que consiste en el cálculo del costo de las principales partidas para realizar una comparación entre el sistema tradicional de construcción y la propuesta al tener un diseño y planos arquitectónicos de la misma como se muestran en el capítulo III.
2. **Diseño y aplicación de encuesta por muestreo.** Esta es una de las técnicas que se aplican para saber la aceptación del proyecto entre los habitantes de una de las colonias medias y media alta en donde se estaría desarrollando el proyecto, donde se describe un objetivo, se desarrolla la encuesta o instrumento de medición y se aplica la misma en una muestra de 100 personas para posteriormente realizar un análisis y llegar a conclusiones a través de un programa de cómputo.



- 3. Entrevistas y opinión de especialistas.** Teniendo en cuenta las principales áreas que abarca el proyecto como son arquitectura, ingeniería civil y diseño Industrial, es importante tener la opinión de profesionistas en estas áreas especializadas, tanto para las cuestiones técnicas como en la viabilidad y posible realización del proyecto en el Distrito Federal por lo que realizo pláticas y entrevistas con académicos de estas materias en la UNAM y en lo posible con arquitectos que hayan desarrollado proyectos relacionados.

Después de haber aplicado lo anterior se llega a una conclusión favorable sobre la posibilidad técnica y económica de realizar un prototipo en el Distrito Federal y también debido a la aceptación que puede tener de acuerdo a las necesidades reales y cultura de los habitantes en colonias de nivel medio-alto, se enumeran las innovaciones y ventajas que el proyecto pudiera ofrecer para la ciudad, sus habitantes y posibles inversionistas o empresarios.

Se realiza y presenta el proyecto arquitectónico realizado con el programa Auto CAD, se realiza propuesta estructural de acuerdo a las condiciones del complejo y del Distrito Federal específicamente en la colonia del Valle, propuesta de instalaciones y asimismo de aspectos de sustentabilidad y bioclimática que se pueden considerar e integrar en el proyecto.



1. Antecedentes

1.1 Breve historia de la vivienda en México y el Distrito Federal, requerimientos a futuro y posibilidad de compra y financiamiento.

A continuación se presenta una revisión y resumen de como se ha tratado el tema de la vivienda en México desde sus orígenes a principios de 1900 hasta nuestros días y conclusiones sobre esto. (CONAPO, 1994)

Al comenzar la Revolución Mexicana se provocan grandes cambios tanto en el ámbito político como jurídico del país y al finalizar esta es cuando se considera por primera vez la dotación de vivienda para la población ya que la Constitución de 1917 establece dicho compromiso tanto social y económico para los habitantes, sin embargo debido a la precaria situación de la posguerra y los problemas sociales esto no es posible, a fines de los años 20 la situación sigue igual a pesar de que en artículo 123 de la Constitución establece la obligación de proporcionar a sus empleados “habitaciones cómodas e higiénicas”.

Es hasta la década de los 40 y 50 cuando se forman instituciones gubernamentales específicas para resolver esta problemática y proporcionar una vivienda digna a la población que lo necesita, a finales de los 50 se empiezan a construir complejos habitacionales como el multifamiliar Miguel Alemán ubicado en el Distrito Federal, obra proyectada por el arquitecto Mario Pani, el cual se inspira y basa en los complejos habitacionales que surgen en Europa en esta época como el realizado por le Corbusier en Paris Francia. Estas instituciones y obras se enfocan y realizan principalmente en las ciudades de Guadalajara, Monterrey y México ya que en esta época se registra un gran incremento poblacional y la necesidad de vivienda debido al gran número de personas que emigran a las ciudades, especialmente burócratas y personas carentes de recursos.

En la década de los 60 el país vive un crecimiento económico y se crea el FOVI (Fondo de operación y financiamiento bancario a la vivienda) la cual como institución gubernamental apoya a la empresa privada en la construcción de vivienda de interés social para los trabajadores y de 1961 a 1972 se construyen 233,448 viviendas de las cuales un poco más del 50% fueron financiados por esta institución. En los 70 se crea el instituto del fondo nacional de vivienda para los trabajadores (INFONAVIT) institución que se convierte en la más importante para la construcción y financiamiento para la vivienda de los trabajadores, lo cual es la principal institución hasta nuestro días, esta se enfoca y atiende a los trabajadores empresa privada y para los trabajadores del estado se crea el Fondo de la Vivienda del Instituto del Seguro Social para los Trabajadores del Estado (FOVISSSTE). La construcción de vivienda social se mantiene hasta los 80 principalmente por estas dos instituciones, y en 1985 a causa del temblor que destruye gran parte de la ciudad, se crea el programa de reconstrucción debido a



la gran pérdida y demanda de vivienda ya que en este evento muchos habitantes del Distrito Federal se vieron afectados.

En la década de los 90 estas instituciones cambian su papel de constructoras a “facilitadoras financieras de la vivienda por recomendación del Banco Mundial” (García P., *Imas*, 1996), ya que la obra es realizada por empresas privadas por lo que la calidad de la misma se demerita, y la construcción de estas se vuelve más un negocio que una solución a la demanda social, también en esta década se empieza a considerar la construcción sustentable como solución al grave problema ambiental del país, especialmente en las ciudades.

En julio del 2011 La Cámara Nacional de la Industria de Desarrollo y Promoción de Vivienda (CANADEVI) presenta políticas para la vivienda así como el alcance y logros de 2000 a 2010 y la importancia de incluir a la población que no está afiliada ni es derechohabiente de INFONAVIT ni FOVISSTE. En el sexenio de Felipe Calderón se presenta el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012, el cual como muchos de los anteriores contempla planes a futuro en donde se considera la construcción y mejora de la vivienda existente, específicamente de la vivienda de interés social, aplicación de arquitectura sustentable, políticas de correcta urbanización y aumento de opciones en financiamiento, sin embargo como normalmente sucede se dan más discursos que lo que en realidad se logra.

Crecimiento poblacional y déficit habitacional en México.

México a pesar de que en décadas anteriores tenía una tasa alta de crecimiento poblacional, en últimas décadas ha reducido su tasa anual de crecimiento al 1.8%, en 1985 la población del país era de 91 millones de habitantes y en la actualidad somos 120 millones según el consejo nacional de población (CONAPO), sin embargo a pesar de esta desaceleración, se observa un crecimiento de la población que tiene entre 20 y 44 años, la cual es la que presenta mayor demanda de empleo, servicios y vivienda. Se observa en el censo de 2010 que la pirámide de población se ensancha en el centro donde se ubica la población entre 15 y 65 años con 64.4%, se reduce en la base donde se ubican los jóvenes y niños de 15 años y menores con 29.3%, e igualmente se reduce en la población de edad avanzada teniendo un 6.3%. (INEGI 2010)

De acuerdo a esto se observa que gran parte de la población se encuentra en edad laboral y requiere de una vivienda independiente, el Consejo Nacional de Vivienda (CONAVI) considera una demanda anual de 750 mil viviendas en promedio, según el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) en 1995 había 19.4 millones de viviendas siendo que la demanda mínima para este año era de 22.2 millones lo que significaba un déficit de 2.8 millones, en 1999 este aumentó a 6 millones y se estima que para el año 2030 exista un déficit de 20 millones de viviendas.



El ingreso de las familias en México y la dificultad para comprar una vivienda.

A excepción de aquellas personas que son derechohabientes del INFONAVIT, FOVISSSTE o que tienen algún otro préstamo accesible gubernamental la mayor parte de la población laboral en México no puede o enfrenta problemas para adquirir una vivienda, ya que para esto se requiere de cierto salario para la obtención de un crédito hipotecario o financiamiento (*Vite, 2010*).

De la población ocupada la cual se estima en 37 millones el 54.5% percibe solamente hasta dos salarios mínimos (4); 16.1% de dos a tres salarios mínimos; 8.5% de tres a cuatro salarios mínimos; y solo el 20.9% más de cuatro salarios mínimos (*INEGI 2010*), por lo cual más de la mitad de esta población no puede obtener un financiamiento y la clase media normalmente no se considera en los apoyos gubernamentales y políticas de vivienda.

Los cuatro organismos gubernamentales principales (INFONAVIT, FOVISSSTE, FOVI Y FONHAPO) son los que han provisto hasta un 44.70% del total de los créditos, si incluimos las instituciones estatales, paraestatales y otras, el financiamiento por parte de estos organismos públicos es del 98.5% y la banca comercial y privada solo ha cubierto el 1.4% de los créditos para vivienda, ya que presenta muchas restricciones y problemáticas para su obtención lo cual se explica con más detalle en el anexo 1 al final, esto nos muestra la importancia que tienen los organismos públicos en el financiamiento de la vivienda en México y la poca participación de la banca privada.

De acuerdo a lo anterior podemos observar que a pesar de todas las políticas y creación de instituciones para construir y proveer de vivienda a ciertos sectores de la población en México, a la fecha se notan muchas deficiencias y rezagos en cuanto al cumplimiento de estas metas, existe burocratismo y corrupción dentro de las dependencias, la construcción de vivienda se ha convertido en un gran negocio para empresas privadas y aunque se han empezado a implementar sistemas sustentables en las mismas, todavía falta mucha coordinación de programas, normas y leyes para llegar a un desarrollo integral en su aplicación, se sigue sin atender a la clase media la cual en últimas fechas sufre de desempleo, continua el alza de precios en vivienda, existen hipotecas poco convenientes y accesibles con la banca privada.

4. Salario mínimo en el Distrito Federal, área geográfica "A" de \$ 64.76, vigente a partir del 1 de enero de 2011, establecidos por la Comisión Nacional de los Salarios Mínimos mediante resolución publicada en el Diario Oficial de la Federación del 23 de diciembre de 2010.



El país como se mencionó anteriormente contaba con cuatro organismos de vivienda de alcance nacional: el INFONAVIT; el Fondo de la Vivienda del ISSSTE; el FOVI (*que ya no existe*) y el FONHAPO. La evolución de las acciones de crédito que ha tenido cada uno de estos organismos, así como la de otros organismos de vivienda, se aprecia en la tabla 1.

TABLA 1. Vivienda e ingreso salarial en México.
Fuente: V Informe de gobierno 1999.

CRÉDITOS PARA VIVIENDA							
ORGANISMO	1995	1996	1997	1998	1999	1995-1999	PARTICIPACIÓN
Infonavit (No. CRÉDITOS)	96,745	103,184	99,231	108,035	198,950	606,145	26.30%
MONTO EN MILLONES \$	8,638.70	10,537.30	11,635.50	14,426.90	31,986.30	77,225	51.80%
FOVISSSTE (No. CRÉDITOS)	29,529	28,731	23,241	16,712	17,929	116,142	5.00%
MONTO EN MILLONES \$	1,315.10	1,498.60	1,669.70	2,113.80	2,769.40	9,367	6.30%
Fovi (No. CRÉDITOS)	51,664	24,097	46,688	56,852	59,118	238,419	10.30%
MONTO EN MILLONES \$	6,693.20	7,174.10	7,661.50	7,981.70	10,583.00	40,094	26.90%
FONHAPO (No. CRÉDITOS)	26,281	18,668	14,826	5,623	6,448	71,842	3.10%
MONTO EN MILLONES \$	353.6	516.2	407.6	313.1	337.3	1,928	1.30%
BANCA (No. CRÉDITOS)	19,154	3,920	4,609	3,500	764	31,947	1.40%
MONTO EN MILLONES \$	5,528	784	1,294	1,117	n.d.	8,723	5.90%
OTROS (No. CRÉDITOS)	209,490	345,607	311,342	205,893	166,976	1,239,308	53.80%
MONTO EN MILLONES \$	934.5	1,948.70	2,224.00	3,579.30	2,936.90	11,623	7.80%
TOTAL (No. CRÉDITOS)	432,863	524,205	499,937	396,615	450,183	2,303,803	100.00%
MONTO EN MILLONES \$	23,463.10	22,458.90	24,892.70	29,531.30	48,612.90	148,958.90	100.00%



1.2 Sectores de población en México y clase media.

A partir de la revolución industrial la sociedad se dividió en dos clases principales, empresarios y trabajadores, aquellos que son dueños de los bienes y los empleados, posteriormente en cuanto se incorpora la declaración de los derechos humanos y debido a circunstancias personales, económicas y políticas surgen otras divisiones en donde las principales son: clase baja, clase media y clase alta, las cuales se subdividen asimismo en varias según la región y circunstancias. (Veblen, 1899)

En México se ha dividido y clasificado a la población en diversas clases sociales determinadas con base en sus funciones, costumbres, situación económica y de poder, se pueden considerar seis clasificaciones principales que engloban a un determinado tipo de persona de acuerdo con la ocupación o actividad que desempeña dentro de la sociedad mexicana, sus ingresos económicos, su nivel cultural, y finalmente sus pautas de comportamiento. (INEGI, 2000-2010)

Estas clases son:

Baja-Baja: Se estima que representa el 35% de la población, y está constituida por trabajadores temporales e inmigrantes, comerciantes informales, desempleados y gente que vive de la asistencia social.

Baja-Alta: Se estima que sea aproximadamente 25% de la población nacional y está conformada principalmente por obreros y campesinos (agricultores). Es la fuerza física de la sociedad, ya que realiza arduos trabajos a cambio de un ingreso ligeramente superior al sueldo mínimo.

Media-Baja: Formada por oficinistas, técnicos, supervisores y artesanos calificados. Sus ingresos no son muy sustanciosos pero son estables, se estima que sea el 20% de la población nacional.

Media-Alta: Incluye a la mayoría de hombres de negocios y profesionales que han triunfado y que por lo general constan de buenos y estables ingresos económicos. Se estima que sea aproximadamente 14% de la población nacional.

Alta-Baja: la integran familias que son ricas de pocas generaciones atrás. Sus ingresos económicos son cuantiosos y muy estables. Se estima que sea aproximadamente el 5% de la población nacional.

Alta-Alta: La componen antiguas familias ricas que durante varias generaciones han sido prominentes y cuya fortuna esta añeja que se ha olvidado cuando y como la obtuvieron, Se estima que sea aproximadamente 1% de la población nacional.



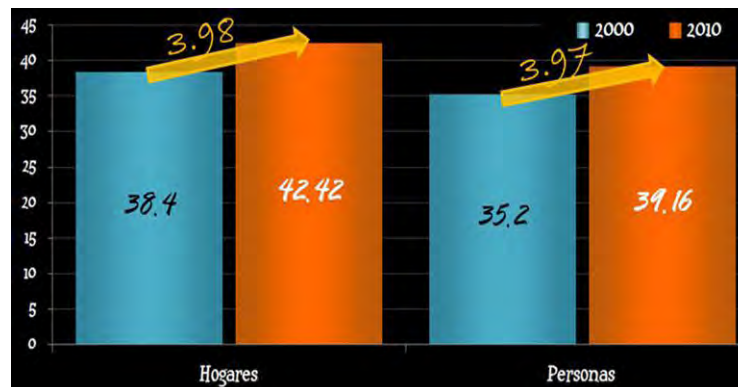
Tabla. 2 Porcentaje de hogares y personas por clases sociales, INEGI 2010.

CLASE	HOGARES	PERSONAS
ALTA	2.50%	1.71%
MEDIA	42.42%	39.16%
BAJA	55.08%	59.13%

Clase media en México

En este trabajo nos enfocamos en la clase media-baja y media-alta en México, para quien va dirigida el proyecto, en 2010 la clase media representaba un 42.42% de los hogares y 39.16% de la población nacional, en el ámbito urbano, al tiempo que en el medio rural la clase media representaba 28.1% de los hogares y 26.0% de las personas.

Tabla. 3 Crecimiento de la clase media en México (2000 – 2010), INEGI 2010.



La fuente de información consultada fue realizada por el INEGI basada en la más reciente encuesta nacional publicada de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH 2010) que consistió de una muestra de 30,169 viviendas. Los resultados de la encuesta se compararon, a su vez, con los resultados a los que se llega en su edición de 10 años atrás (ENIGH 2000), a efecto de tener una perspectiva de cómo avanzaron las clases medias en la primera década del siglo XXI.



La investigación y estudio considera un conjunto de 17 indicadores, cualitativos y de gasto per cápita, dando más importancia a los rubros de gasto sobre los de ingreso. Se tomó también en cuenta aquéllos gastos que van más allá del consumo de bienes y servicios básicos comunes que se presentan en todos los hogares, seleccionando variables que normalmente realiza la clase media como: consumo de alimentos y bebidas fuera de la vivienda; gastos en cuidados personales; gastos en educación cultura y recreación, gastos en regalos otorgados a otros hogares, pago de tenencia y pago a tarjetas de crédito.

Es importante exponer que desde hace varios sexenios la clase media ha sido afectada por situaciones políticas y económicas que se han dado en el país, donde ha aumentado la pobreza y se ha concentrado la riqueza en pocas manos siendo una de las razones los favoritismos de la clase gobernante, ya que como sabemos actualmente en México a pesar de tener un porcentaje aproximado de 50% de pobres, uno de los hombres más ricos y fortunas más grandes a nivel mundial se encuentran en el país, situación que ha provocado graves problemas sociales y un alto índice de desempleo y violencia, dificultando más a la clase media el poder adquirir una vivienda, especialmente en el Distrito Federal donde esta se ha vuelto excesivamente cara, y principalmente a que existe un desequilibrio entre el ingreso promedio y el costo de la misma.

Debido a esto la mayor parte de la clase media en el Distrito Federal ha tenido que optar por rentar o adquirir pequeños departamentos ya que las casas se han vuelto costosas al requerir mayor mantenimiento y atención, y son más vulnerables e inseguras por la situación de violencia que actualmente se vive, por lo que se ha notado en la ciudad una constante demolición de casas, aun de aquellas que conservan un valor histórico para la construcción de complejos de departamentos, siendo en su mayoría la clase media y alta quienes habitan en estos debido a su localización en colonias céntricas de plusvalía alta y media en la ciudad como son Polanco, Nápoles, Del Valle, Roma, Narvarte entre otras y sus alrededores.



1.3 Historia e industrialización de la vivienda prefabricada modular.

A continuación se presenta una revisión y resumen de la historia de la industrialización prefabricada modular desde su origen hasta nuestros días, realizada apoyándose principalmente en la investigación realizada por Gerardo Wadel en su tesis doctoral *“La sostenibilidad en la construcción industrializada”* de la Universidad Politécnica de Cataluña en 2009.

Los prefabricados modulares y su inicio

Los prefabricados son sistemas y elementos fabricados en taller que posteriormente se colocan en la obra con medidas estándar. Estos sistemas buscan una reducción en costos, principalmente en la mano de obra y transportación de material, tiempo de construcción y un aumento en la calidad y durabilidad de los elementos. Gracias al control de calidad que se realiza por trabajadores especializados, así como construcciones más limpias además de seguras, y la opción de creación de espacios temporales y móviles, adquieren beneficios con los que las viviendas y edificios convencionales no cuentan. Las técnicas han avanzado de forma que las limitantes en cuanto al diseño son prácticamente nulas, ya que estas tecnologías se han aprovechado principalmente de la creación de módulos. Son distintos diseños en donde diferentes elementos van interactuando, creando un juego entre espacios y volumetría, así se produce un ahorro de espacios y una estética diferente.

La prefabricación, que se aplica a la vivienda, se remonta a la primera parte del siglo XIX, algunos autores fijan sus comienzos alrededor de 1833, cuando se comenzó a utilizar un tipo de sistema prefabricado de casas en Chicago, Estados Unidos, a lo largo del tiempo transcurrido desde entonces se han ido produciendo innovaciones, tanto constructiva como de gestión, a continuación se resumen las principales etapas de este proceso.

El primer sistema, “Ballon frame”, casas portables y de catálogo 1830-1930.

La primera construcción realizada en Chicago con el sistema se le denominó “Ballon frame”, consistiendo en la prefabricación de bastidores de madera para pisos y muros, posicionados posteriormente en sitio para conformar una caja de construcción, a base de montantes de sección 50 y 100mm separados cada 40 cm y unidos mediante juntas tradicionales en la carpintería, permitió construir rápidamente edificios de una, dos y tres plantas a bajo costo. La extensión casi universal del “Ballon frame”, influyó posteriormente a muchos otros sistemas de bastidores de madera y metálicos basándose en dos aspectos clave, la disposición de madera proveniente de los bosques nativos como el desarrollo industrial de la sierra de vapor (1793) y la fabricación automatizada de clavos (1807), lo que impulsaron su extraordinaria difusión y utilización popular. Posterior a esto surgen otros ejemplos similares principalmente en Estados Unidos y



algunos en Europa de los cuales algunos son desarrollados y utilizados en periodos de guerra.

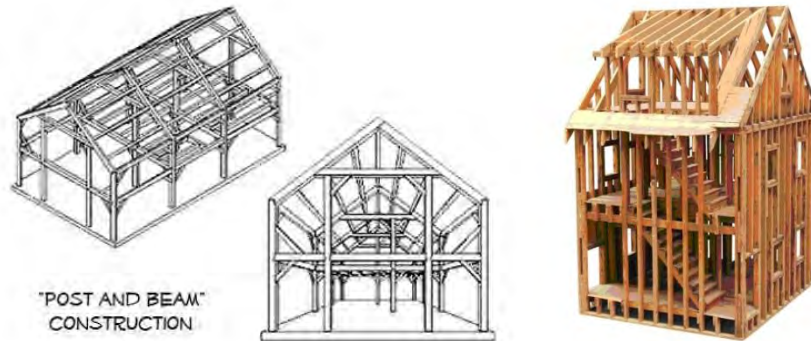


Fig. 1 Balloon Frame, 1830-1930, Sistema tradicional popular, Chicago EEUU, deepenergyretrofit.wordpress.com

Nuevas tecnologías, casas sobre ruedas y la influencia de la guerra 1930-1940.

Paralelamente surge la casa sobre ruedas entre 1930 y 1940, teniendo sus antecedentes en las caravanas gitanas en Europa y las carretas de los colonos del oeste en Norteamérica, principalmente en Estados Unidos por el crecimiento que había de automóviles, lo que inicialmente era un hábitat temporal pensado para vacaciones fue convirtiéndose en la primera vivienda modular tridimensional estable gracias a la creación de parque para caravanas donde podían ser instaladas definitivamente.



Fig. 2 Casa sobre ruedas origen de las caravanas europeas 1930-1940, Arquitectura de casas.blogspot.com



Los periodos de guerra dieron paso a innovaciones técnicas no solo bélicas, entre ellas algunas que se usaron como viviendas, tal es el caso de los albergues “Quonset hut” creados por la Compañía G.A. Fuller por encargo de las fuerzas armadas de Estados Unidos durante la segunda guerra mundial usados como alojamiento en sus base navales.



Fig. 3 Albergues “Quonset hut”, diseñados en época de guerras, www.steelmasterestructuras.com

“Nagakin Capsule Tower”, La torre hotel de 140 células con propuesta de renovación según el metabolismo Japonés, Tokio 1972 y Habitat 67, en Montreal.

Se puede decir que los módulos prefabricados ya no son una idea innovadora, ya que uno de los primeros proyectos que tenía estas características fue el Nakagin Capsule Tower en Tokio, en 1970, una propuesta de vivienda estacionaria que cumplía con las necesidades mínimas para vivir. El proyecto se constituyó por una megaestructura de concreto armado y las cápsulas que se van integrando a la estructura dependiendo de las necesidades del usuario, realizadas en prefabricados de concreto armado, como células monovolumen que debían ser renovadas en el transcurso del tiempo, acopladas mecánicamente a un núcleo central de instalaciones y circulaciones verticales constituido por una torre estructural, también realizada en concreto armado aunque en sitio.

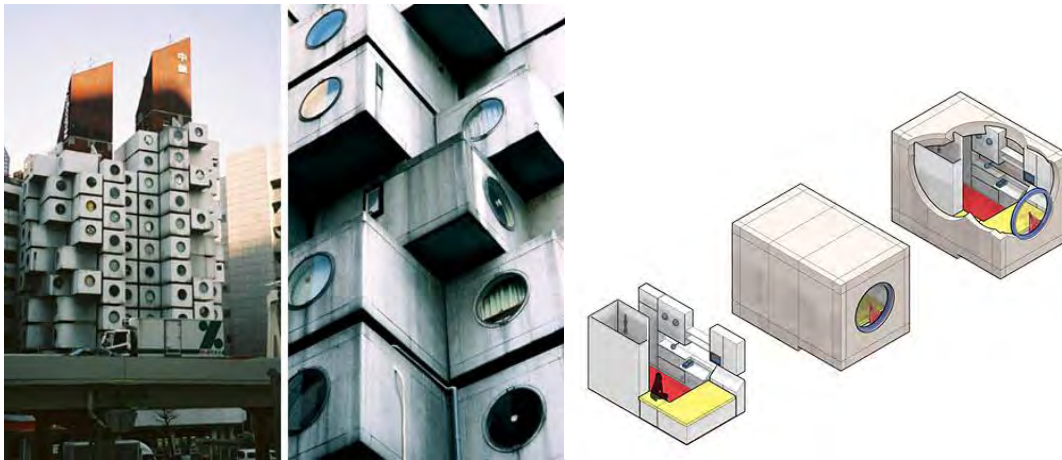


Fig. 4 Nagakin Capsule tower 1972, Tokio Japón, www.fiorebuildingworkshop.com

Al igual que capsule tower, Hábitat 67 es de los proyectos pioneros de este sistema, en el que 354 cubos juegan, se interponen y se fusionan para crear 146 viviendas en la cuales se han desarrollado muchas familias por 45 años. Representa un proyecto innovador y atractivo para los usuarios. Edificado en Montreal Canadá actualmente se encuentra ocupado en su totalidad.



Fig. 5 Hábitat '67, vivienda Prefabricada en Montreal Canadá, twistedsifter.com

Casas modulares tipo contenedor, desarrollo y tecnología CAD-CAM 1975-2013.

Muy similar a las casas prefabricadas y casas sobre ruedas se encuentra la casa modular, una casa prefabricada basada en la combinación de células básicas conformadas por módulos tridimensionales de dimensiones próximas a las de los contenedores de transporte de 2.50 a 3.50 m de ancho y entre 6 y 12 m de largo. Las similitudes se centran en que todos estos sistemas se basan en la modularidad tridimensional, el uso de los materiales ligeros y el nivel de acabado casi total con el que llegan al sitio de emplazamiento, donde las principales tareas son el posicionamiento sobre las cimentaciones, la conexión a las instalaciones y las uniones entre secciones. Las casas modulares tienen una característica derivada del módulo que la inspira, el contenedor, y es que su estructura resiste el apilamiento de unidades. Si bien hay versiones realizadas en bastidor y



cerramientos de tableros de madera, la mayoría se basa en la estructura de perfiles laminados o extruidos de acero. Su peso puede rondar los 200 kg/m² y su difusión comenzó sobre 1975.

Actualmente la arquitectura aprovecha los contenedores reciclados, lo que queda demostrado por la innumerable cantidad de proyectos y obra que han sido realizados con contenedores de 20 pies (2.44 m de ancho, 2.44m de alto y 6.10 m de largo) por su facilidad de transporte y la ventaja de tener la posibilidad de trasladar unidades de edificios completamente acabadas en fábrica, reduciendo las tareas en obra a la ejecución de cimentaciones o instalaciones. Desde el punto de vista de la gestión de los recursos resulta benéfico al poder tener reutilización reciclaje de materiales.

Proyectos como “Container City” en Londres o “Crou” en Le Havre, Francia, muestran cómo esta técnica se ha puesto de moda principalmente para el público joven que busca algo diferente y económico para vivir. Sin embargo, esto no representa el 100 % de la población que alberga estas grandes cajas de metal. La utilización de estos para contrarrestar la escasez de vivienda ha sido de gran utilidad.



Fig. 6 Proyecto “Container city”, Londres Inglaterra 2005, www.shippingcontainers24.com



También existe nueva tecnología aplicada a la vivienda industrializada modular, la utilización de sistemas CAD/CAM (diseño y fabricación asistidos por computadora), esta tecnología significa un cambio radical frente a la producción en serie y la línea de montaje, que hasta el momento de su aparición en la década del 60, era el paradigma dominante. La posibilidad de reducir un gran número de máquinas especializadas en determinadas tareas a unas pocas multipropósito, mediante la robotización de los movimientos, así como la desaparición de las limitaciones de la estandarización, mediante el cambio informático de las órdenes, aporta a la prefabricación la capacidad de adaptarse rápidamente a los cambios del producto.



Fig. 7 Vivienda prefabricada en Holanda, edwfuerteventura 2000.wordpress.com

Actualmente el máximo exponente de la prefabricación automatizada en la era digital es Japón, donde hasta 12,000 casas personalizadas a partir de planos base son fabricadas con estos sistemas a partir de encargos realizados a distancia por la red comercial y enviados vía Internet a las fábricas. Una primera línea de robotización realiza operaciones de corte, doblado, ensamblaje adhesión, troquelado, etc., de los paneles variables, que luego reciben las carpinterías, herrajes, accesorios, etc., en una segunda cadena de montaje, en las que apenas hay hombres controlando. Los paneles son identificados mediante una etiqueta con código de barras y agrupados de acuerdo a cada envío, pudiendo transportarse una casa de cuatro dormitorios en seis camiones.

El tiempo entre el encargo de la casa y la salida de los paneles de la fábrica es de cuatro semanas, necesitándose treinta días más para dejarla lista para ser habitada, en total, ocho semanas. El sistema constructivo es simple y conocido, se basa en paneles para muros de estructura de chapa de acero galvanizada, aislamiento térmico sintético y tableros de madera, cartón yeso o compuestos. Los sistemas basados en la tecnología CAD/CAM han logrado reducir aún más los costos y tiempos, así como también flexibilizar la prefabricación.



1.4 Otros ejemplos de edificaciones modulares industrializadas, sus usos alternos en otros países y situación en México

En últimos años se han construido varios proyectos de vivienda modular industrializada en varios puntos del planeta, observando grandes ventajas, tanto en tiempo como en calidad de las construcciones y así mismo se ha podido utilizar módulos y contenedores para vivienda en situaciones críticas de emergencias posteriores a desastres naturales como son sismos, lo que se presenta a continuación:

“Ark Hotel” en Hunan, China

Existen varios proyectos realizados a través de medios industrializados en construcción y principios de modulación en la actualidad en China como lo es el “Ark Hotel” de 30 niveles construido tan solo en 15 días en la provincia de Hunan, el cual está formado con piezas prefabricadas y montadas en sitio, diseñado y edificado por la empresa “Broad sustainable building” la cual se dedica a la aplicación de tecnología sustentable y realización de arquitectura prefabricada y ha logrado construir y terminar edificios en tiempos sorprendentes ahorrando materiales y reduciendo significativamente costos por estos motivos, si lo comparamos con los sistemas tradicionales se ha logrado reducir el peso significativamente ya que estos son hasta 6 veces más ligeros que los tradicionales y por su construcción en acero, refuerzos estructurales en diagonal y diseño para terremotos y pruebas de resistencia sísmica de magnitud 9. La estructura del Ark Hotel cuenta con sistema de aislamiento térmico, incluyendo un control de calidad del aire, teniendo en cuenta el problema de contaminación en China.



Fig 8. “Ark hotel” Hunan China, edificio de 30 pisos construido en 15 días con sistemas industrializados, noticias.terra.com



“Weave urban housing” complejo de viviendas, Florida Estados Unidos.

Otro ejemplo de construcciones similares es el complejo “Weave Urban Housing” que realizado por el despacho Meridian en Estados Unidos, contempla varios principios de la propuesta como es la industrialización de módulos de concreto aligerado que se forman por una o varias unidades pudiendo extender la vivienda tanto horizontal o verticalmente en la estructura, lo cual está comprobando que estos métodos aceleran los procesos constructivos y ofrecen un gran ahorro en costo.



Fig. 9 Edificios industrializados y modulares en China y Estados Unidos, www.inhabitat.com

“Bayside marina hotel”, un contenedor una habitación, Yokohama, Japón 2009.

Debido a limitaciones presupuestarias y de emplazamiento se da la solución modular de esta propuesta, que permitió reducir los costos de construcción con la fabricación de los módulos en Tailandia y su posterior traslado y montaje en Japón. Las habitaciones del hotel están compuestas por módulos independientes tipo contenedor de carga, distribuidos de manera aparentemente aleatoria, con el objetivo de dar a cada uno un punto de vista diferente. El espacio de la habitación se distribuye en dos piezas superpuestas de 2.50m de ancho por 12.00m de largo. La planta baja acoge la entrada, una sala de estar con terraza a doble altura, un baño y la escalera que da acceso al dormitorio situado en la planta piso.



Fig. 10 Bayside marina hotel, Yokohama – Japón (2009), Yasutaka Yoshimura architects.



“Ex-container project”, Yasutaka Yoshimura architects, Japón 2011.

El objetivo del proyecto “Ex-container” es la instalación de módulos residenciales, temporales o permanentes, destinados a las personas desplazadas a causa del terremoto, el “tsunami” y el riesgo de exposición a la radiación nuclear.

El proyecto aplica la tecnología desarrollada para la construcción del “Bayside marina hotel” en el ámbito doméstico, una solución que parte de los principios básicos de la construcción modular “tipo contenedor de carga” para facilitar el traslado, la instalación y el ensamblado de los módulos que se fabrican íntegramente en talleres de Tailandia optimizando los costos de fabricación y reduciendo el impacto en la demanda de materiales del mercado interior japonés.

Se propone la implantación de tres tipos de viviendas, dos temporales compuestas por dos contenedores montados a nivel o superpuestos y una tercera permanente compuesta por tres contenedores montados en paralelo.



Fig. 11 Módulos habitables de disposición horizontal destinados a víctimas de tsunami en 2011, Japón. <http://blog.bellostes.com>



Fig. 12 Módulos habitables de disposición vertical destinados a víctimas de tsunami en 2011, Japón. <http://blog.bellostes.com>



Situación en México

De acuerdo a lo que he podido investigar en el país no existe un prototipo de vivienda media modular prefabricada de más de cinco niveles como el que mi proyecto de investigación pretende, en investigación y productos finales para comercialización solo existe vivienda prefabricada de menos de 5 niveles, en donde el modulo es la estructura misma y estos se van sobreponiendo para formar un conjunto hasta de tres o cuatro niveles, por lo que he pensado que lo más factible y práctico para continuar con mi investigación será basarme en estos módulos que ya han sido estudiados y analizados para México y podrían ser adaptados a mi proyecto, por lo que podría tener un acercamiento a este tipo, como ejemplo tenemos la siguiente compañía “GRAEFF Container”, que se ubica en el km 96 carretera México-Puebla y produce módulos en México de patente Alemana.



Fig. 13 Módulos de oficina y vivienda tipo container prefabricados en México de patente Alemana, www.graeff.com.mx



“Container city” en México

En Cholula Puebla encontramos algo similar a “Container city” de Londres, ya que Gabriel Esper y Daniel Miguel después de hacer una visita replican el concepto en México. El reto es innovador y nada sencillo, sobre todo porque su proyecto está ubicado en San Andrés Cholula, una ciudad de Puebla que cuenta con innumerables iglesias, edificios coloniales y vestigios de la época prehispánica.

Sin embargo tuvieron la ventaja que en los últimos años ha cobrado fuerza el uso de contenedores alrededor del mundo, a manera de estructuras prefabricadas para el desarrollo de casas, oficinas, tiendas, escuelas y centros comunitarios, tal y como lo hicieron en Inglaterra “Urban Space Management” y “Nicholas Lacey and Partners”, desarrolladoras de las primeras “Container city” en Europa.

La construcción del proyecto mexicano comenzó a mediados de 2007, en un predio de unos 4,500 m², cercano a la Universidad de las Américas Puebla (UDLAP), con el fin de captar al mercado joven. Actualmente, “Container city” cuenta con 50 contenedores transformados en talleres, restaurantes, galerías y comercios.



Fig. 14 “Container city” en Cholula, Puebla, 2007, www.puebla-mexico.com.mx, container-city.jpg



1.5 Clasificación de la vivienda modular, aspectos técnicos, sustentabilidad y bioclimática.

No existe una clasificación oficial en cuanto a la división de la vivienda modular según sus características de diseño o tecnología de construcción sin embargo podemos considerar lo siguiente; El tipo de edificaciones y sistemas modulares se puede dividir en cuatro grupos de acuerdo a sus características (*Wadel, 2009*).

1. Módulos estándar y módulos adaptados.

Se refieren a los sistemas modulares que, dirigidos a la realización de construcciones temporales o permanentes, están conformados por unidades tridimensionales estándar que habitualmente reciben poco o ningún tratamiento para adaptarse a las condiciones del sitio o del edificio del que formaran parte (ej. casetas y oficinas de obra temporales).



Fig. 15 Módulos estándar de la Empresa Modultec, www.modultec.es

2. Proyectos experimentales.

Se refiere al nivel de desarrollo de ideas o anteproyectos de arquitectura basada en módulos tridimensionales que no han llegado a construirse pero que, por su singularidad o sus aportaciones en cuanto a aprovechamiento de suelos no aptos para la construcción convencional, flexibilización de restricciones normativas, modelos de gestión alternativos, adaptabilidad a usos cambiante y a la evolución de las necesidades, facilidad de desconstrucción de los edificios o ventajas ambientales son de especial interés como el siguiente ejemplo de un hotel en Montreal Canadá.



Fig. 16 Hotel "Ten year", Montreal Canadá, ounae.com

3. Edificios modulares "no desconstruibles".

Se trata de construcciones que responden a la lógica de la coordinación dimensional y la prefabricación modular tridimensional, no están pensados para ser desarmados y vueltos a construir por lo que se dificulta reutilizar rehabilitar y reciclar unidades, componentes y materiales. El transporte hasta la localización, habitualmente se realiza en camión y el montaje se realiza conectando la célula a un núcleo de circulación vertical y servicios, como el siguiente ejemplo de un conjunto de "lofts" realizados en Londres.



Fig. 17 Edificio de minipisos modulares "Microflat", Estudio Piercy Conner, Londres 2001",
www.clippings.com



4. Edificios modulares “desconstruibles y reconstruibles”.

Se engloban los edificios que en principio resultan de mayor interés ya que son los que pueden construirse y desarmarse, lo cual hace posible que puedan volverse a utilizar o bien ser reaprovechados sus recursos una vez que son desmontados completamente en fabrica lo cual tiene especial interés en el ahorro y reciclaje de materiales.



Fig. 18 Proyecto “Spacebox”, estudio De Vijf de Rotterdam, Holanda.
www.kandaka.com

Módulos sobrepuestos y estructuras portantes.

En cuanto a la estructura en los proyectos investigados, existen módulos estándar independientes que pueden ser apilados directamente unos sobre otros, sin necesidad de estructuras adicionales a una altura estándar de dos, tres y hasta cuatro plantas según el sistema, en el caso de necesitar alcanzar mayores alturas a 4 niveles, habitualmente se recurre a estructuras independientes utilizadas como “estructura portante”, a continuación ejemplifico estos dos conceptos de vivienda modular.



Fig. 19 Edificación con módulos estándar independientes apilables hasta cuatro niveles,
http://img.archiexpo.es/images_ae/photo-g/casa-modular-prefabricada-contemporanea-69939-



*Fig. 20 Edificio de viviendas con estructura portante independiente para alojar módulos,
<http://www.archiexpo.es/prod/micro-compact-home/edificios-modulares-prefabricados-contemporaneos-ecologicos-para-viviendas-colectivas-70395-521598.html>*

Podemos resumir que la estructura utilizada en estos sistemas puede ser de 2 tipos:

En el primer caso normalmente se utiliza una plataforma elevada, montada sobre pilares o columnas, dejando libre la planta baja de la edificación para permitir el paso de vehículos u otros usos, sobre esta se puede colocar los módulos estructurales que pueden ser apilados hasta en dos o tres niveles .

La segunda que se utiliza en alturas mayores, está conformada por una retícula de celdas que alojan los módulos ya sea individual o en grupo, funcionando a la manera de un botellero gigante y pudiendo alcanzar de seis a diez plantas, estas estructuras, también modulares, desmontables y recuperables en algunos casos gracias a sus uniones atornilladas son realizadas con perfiles macizos y celulares de acero extruido o plegado, habitualmente y gracias al bajo peso del sistema constructivo, se soportan sobre cimentaciones superficiales o sobre dados de hormigón construidos sobre el suelo, sin necesidad de excavaciones. En ocasiones y sobre suelo de baja resistencia pueden ser necesarias cimentaciones más profundas, aunque siempre con dimensiones mucho menores a las habituales, ya que el peso de este tipo de edificios suele situarse entre un 15% y un 30% menor del que tendría uno convencional, sin embargo por estar situado en la ciudad de México donde es zona sísmica se debe considerar una cimentación y estructura para estas condiciones de riesgo.

El diseño en módulos de vivienda

Los módulos normalmente utilizados en arquitectura deben ser de igual medida o múltiplos, su tamaño ideal ha estado ligado a sus posibilidades de transporte y en ello tiene mucho que ver la norma ISO6346 (5) quien regula la dimensión de los



contenedores de transporte intermodal, facilitando su carga, traslado y descarga por medio de camiones, trenes, barcos y aviones en todo el mundo. El primer contenedor fue embarcado en Newark, EEUU en 1956 y desde entonces el sistema ha ido transformándose en el medio más seguro, económico y extendido de transporte, en donde el contenedor que predomina es el de 20 pies.



Fig. 21 Contenedor de 20 pies como módulo de vivienda.

<http://m.viarosario.com/arquitectura/notas/contenedores-para-vivienda-de-estudiantes-en-francia-21592.html>



Fig. 22 Diferentes tipos y diseños de módulos habitables en investigación y realizados en diversas partes del mundo. <http://2.bp.blogspot.com>

5. norma internacional que proporciona un sistema para la identificación y presentación de Informaciones relativas a los contenedores para el transporte de mercancías, según anexo D, Código de designación de las dimensiones.



En la fabricación de los módulos se utilizan diferentes y variados tipos de materiales combinados, dependiendo de la ubicación, cultura del país de origen y requerimientos técnicos, los cuales deben ser analizados, estudiados y propuestos específicamente para casos en la ciudad de México, para la estructura de estos módulos normalmente se considera madera o acero y en algunos casos concreto.

La mayoría de los módulos ligeros que se comercializan en el mercado Europeo responden a las dimensiones del estándar ISO para facilitar su transporte y al combinarlos formar espacios mayores, uniéndolos por sus lados largos y prescindiendo de uno o más cerramientos laterales, o bien espacios repetitivos mediante la simple adición o apilamiento de unidades, su estructura consiste en un bastidor tridimensional teniendo cuatro pilares y una estructura de cubierta unidas por medio de juntas atornilladas, o bien consiste en un prisma monolítico con juntas soldadas, si bien existen módulos completamente realizados en madera, el material más utilizado es el acero galvanizado, bajo la forma de perfiles laminados y secciones tubulares, aunque también se utilizan perfiles extruidos cuando se necesitan mayores resistencias estructurales, generalmente debidas al aumento de la luz entre apoyos y el apilamiento, los perfiles tubulares y laminados no suelen exceder los 3 mm de espesor de pared y los extruidos generalmente no sobrepasan los 140 mm de lado máximo, como hemos visto anteriormente pueden construirse edificios de hasta cuatro plantas sin necesidad de estructura independiente. El peso oscila alrededor de los 150 kg/m².

Arquitectura bioclimática y sustentable

El hombre siempre ha querido dominar la naturaleza, trato de manejarla desde un principio para que se adecuara a sus necesidades de confort, obviamente resultó imposible, así mediante pruebas de ensayo y error, él fue quien se adaptó al entorno, pero no por mucho tiempo, conforme avanzó en conocimientos, también lo hizo en arrogancia hacia la naturaleza, olvidando los principios básicos del diseño como orientaciones, materiales y observación del sol, por eso creo edificios que no tenían que ver nada con su entorno, necesitando de fuentes externas de energía y recursos.

Es claro que las ciudades actuales dependen de recursos externos para poder subsistir, y en la ciudad de México el problema es aún mayor, el agua es transportada por kilómetros y es en su mayor parte desechada al drenaje una vez que se utiliza, de seguir con este ritmo, los grandes centros urbanos tendrán un colapso tarde o temprano y llegaran a un conflicto con sus abastecedores, ya que al crecer desmedidamente devoran los recursos que utilizan dichas comunidades para sostenerse, el mismo problema se da con los recursos energéticos de los cuales cada vez es mayor la demanda y menos los recursos, por lo que además de una cultura de ahorro energético en la gente es necesario implementar sistemas alternativos para generar energía.



En la ciudad de México este problema se acentúa por la mala planeación urbana que tenemos, así como de la implementación de unidades habitacionales, las cuales son (la mayor parte de las veces) modelos que no toman en cuenta las características del lugar donde son construidas además de que generan más consumo de agua para la ciudad como últimamente vemos la saturación que se está generando alrededor de plaza Carso en lo que se hace llamar nuevo Polanco.

El problema que tiene la ciudad de México con el agua es grave, anteriormente situada dentro de un lago, después de la conquista fue manejada de mala manera desecando el lago y abriendo un tajo en la cordillera para poder desalojar el agua (Tajo de Nochistongo), posteriormente, en los años cincuenta del siglo pasado se emprendió la obra del drenaje profundo para desalojar las aguas residuales de la cuenca del valle y al aumentar la población desmedidamente entre los años 70 y 80, la solución fue traer el agua de la cuenca del río Lerma a través del sistema de abastecimiento Cutzamala, solucionando parte del problema sin embargo con el aumento de la población la explotación de los mantos acuíferos se incrementó dando como resultado un acelerado hundimiento en las partes centrales de la ciudad y afectando en gran manera edificios históricos y coloniales.

En materia energética la ciudad también tiene otro problema mayúsculo, la producción de energía que abastece a la ciudad es realizada a kilómetros de la misma lo que ocasiona que casi un 30% de esta se pierda en forma de calor en el transcurso del recorrido, aunado a esto existe un desmedido consumo energético que demandan los edificios industriales, de oficinas y residenciales, por lo que es necesario buscar nuevas propuestas de energía para poder satisfacer esta necesidad de consumo además de implementar una cultura de ahorro de la misma.

En los últimos años en el mundo hay un interés general por mantener los recursos naturales y buscar fuentes alternas de energía o maneras de ahorrar la existente. México no es la excepción, en últimas fechas existe un interés en la arquitectura sustentable realizada con sistemas naturales y pasivos de climatización, aprovechamiento de agua pluvial, uso de energías renovables y toda tecnología que ayude a la preservación ecológica, lo que es de suma importancia y se debe considerar en los proyectos.

Por lo que una arquitectura bioclimática y sustentable será aquella que considere lo anterior, que garantice el máximo nivel de bienestar y desarrollo de los usuarios, el bienestar y desarrollo de las generaciones venideras, y la máxima integración de las edificaciones a su entorno natural, lo cual se considera integrar en el proyecto.



Los cinco principios en los que se fundamenta la arquitectura sustentable son:

1. Optimización de los recursos y materiales,
2. Disminución del consumo energético y uso de energías renovables.
3. Disminución de residuos y emisiones.
4. Disminución del mantenimiento, explotación y uso de los edificios y,
5. Aumento de la calidad de vida de los ocupantes de los edificios.

Lo cual en la medida que sea posible se tratará de aplicar en el proyecto de vivienda propuesto con el tratamiento y aprovechamientos de agua pluvial, hidroponía y técnicas de Helio-diseño como son el uso de energía solar ya que el sol es la fuente de energía más potente y estable que tiene la tierra, desafortunadamente su aprovechamiento en México es poco utilizado a pesar de estar en una de las mejores posiciones en el mundo para esto, el campo de investigación y aplicación se encuentra en desarrollo, aunque desde 1950 se trabaja con celdas fotovoltaicas que sean capaces de absorber y almacenar energía solar para transformarla en energía eléctrica.



Fig. 23 Diseño arquitectónico bioclimático y sustentable.
<http://caroscortizo.blogspot.mx/2013/04/arquitectura-sustentable.html>

En México existe cierta conciencia de arquitectura bioclimática, sustentable y amigable con el ambiente, pero aún no se lleva a cabo de manera general, solo en algunos lugares de la república como Mérida, es más común la implementación de accesorios como: calentadores solares, llaves ahorradoras de agua y algún aislador térmico para techo en viviendas, aunque no se pueden decir sustentables completamente por que no está concebido desde el principio como un espacio ecológico, son solo accesorios ahorradores que se integran a construcciones existentes, siendo necesario pensar e implementar estos diseños desde el origen del proyecto.



2. Anteproyecto y aplicación de metodología.

2.1 Anteproyecto

El anteproyecto contempla la realización de un complejo de viviendas modulares independientes en la colonia del Valle en el Distrito Federal, las cuales pueden adquirirse completamente fabricadas para instalarse en una torre de servicios.

Para esto se proyecta una estructura portante que pueda alojar y soportar unidades de vivienda tipo contenedor de 6.10m de largo x 3.05m de ancho y 2.44m de altura para su facilidad de transporte, las cuales pueden tener diferente tipo de diseño y distribución interior (figura 24), ya sea el básico de 18.60 m² que considera dormitorio con cama individual y guardarropa o closet, baño y cocina, o los complementarios que pueden ser para ampliar a otra habitación o estudio con estancia, o tipo familiar hasta de dos o tres recámaras y dos baños pudiendo tener hasta 74.40 m², por lo que estos se deben poder unir tanto en sentido horizontal como vertical para ir aumentando o disminuyendo la vivienda para que se adapte a las necesidades o número de habitantes.

A pesar de que este complejo pretende la versatilidad, cabe mencionar que esto tiene algunas limitantes debido a aspectos técnicos, de seguridad, normas y reglamentos que pudieran establecerse en el reglamento interno del conjunto para el buen funcionamiento del sistema. Lo que si puede asegurar sería la posibilidad de crecimiento de la vivienda en sentido horizontal y vertical, ya que de acuerdo a la "*Ley de propiedad en condominio de inmuebles para el Distrito Federal*" se considera una área privativa en planta, en este caso de 37.20 m² donde se puede garantizar la ubicación de cuatro módulos, dos unidos horizontalmente y dos sobrepuestos sobre estos, ya sea como módulos independientes o combinados para formar departamentos familiares hasta de 74.40 m² como se puede ver en la figura 24, por lo que se deberá considerar la existencia de servicios de instalaciones para ambas situaciones.

De acuerdo a lo que se pretende para el proyecto, en la propuesta propongo un sistema arquitectónico-estructural sencillo y lógico que facilite su desarrollo, análisis de costos y factibilidad de la propuesta sin profundizar en innovadores y estéticos diseños por el momento, para esto me baso en medidas estándares comercializadas basadas en el pie y múltiplos del mismo para el aprovechamiento de materiales y modulación de proyecto, donde se incluyan áreas para elevadores y escaleras modulares a determinada distancia, así como ductos de instalaciones y servicios registrables y rutas de evacuación y salidas para emergencias y eventos sísmicos, todo esto proyectado en un sistema con ventilaciones y áreas verdes centrales como se ejemplifica en la figura 25.



Los niveles subterráneos y planta baja libre estarán destinados para estacionamientos evitando cualquier tipo de problemática de inundaciones en las viviendas, frecuentes en el Distrito Federal. En el primer nivel se tendrían servicios generales de diferente tipo como: supermercado, guardería, gimnasio, etc., del segundo para arriba se tendrán los espacios modulares de vivienda, que permitan sobreponer en los módulos en dos niveles al igual que en el sentido horizontal y en la azotea se tendrá previsto incluir servicios y sistemas de generación de energía para el conjunto.

El sistema sería adaptable a diferentes tamaños de terrenos ya que puede crecer o disminuir según las necesidades, pudiéndose adaptar por ser de tipo modular cuadrangular, la altura se proyecta hasta 10 niveles, lo cual pudiera variar dependiendo la ubicación en el Distrito Federal y la conveniencia económica que posteriormente se estudiaría debido a la existencia o no de elevadores y otras situaciones.

Es importante resaltar que el conjunto deberá ubicarse donde exista al menos una vía amplia de comunicación (eje vial) para la posibilidad de transportación y acceso de módulos al conjunto, por lo que se propone ubicar el proyecto en la colonia del Valle por ser una colonia céntrica de clase media, media alta y con amplias vías de comunicación de este tipo, se propone como estudio la ubicación donde ahora se encuentra el CUPA (Centro Urbano Presidente Miguel Alemán).

De acuerdo al análisis bibliográfico realizado y presentado en capítulo anterior, a continuación se presentan aspectos que se consideran en el proyecto arquitectónico.

- Se basa en el concepto de la Torre Nagakin Capsule Tower realizada en Tokio en 1972 por Kisho Kurokawa (*NCTKK, 2011*), la cual consta de 140 pequeños departamentos concebidos como células monovolumen prefabricadas en concreto armado, las cuales fueron diseñadas para ser separables y reemplazables llegando al sitio completamente terminadas hasta en interiores y son izadas por medio de grúa y colgadas de la torre central con solo 4 anclajes metálicos.
- Retoma conceptos de edificios realizados y experimentales realizados en diferentes países (*Wadel, 2009*) los cuales se basan en una torre estructural de acero a la que pueden fijarse unidades estándar a diferente altura, pudiéndose formar viviendas de 20, 40 y hasta 100m² por planta, en donde la torre es lo primero que se construye, comprendiendo la cimentación, núcleo de circulación vertical, incluyendo una grúa de izado para módulos e instalaciones. La idea más allá de un sistema constructivo modular ya que permite que la unidad de vivienda pueda acompañar a su propietario a distintas localizaciones a lo largo de su vida pudiendo ser transportada con todas sus pertenencias dentro y montada en una nueva torre y sitio.
- Se basa en la realización de módulos similares a los contenedores de 20 pies por su facilidad de transporte.



- Se propone la utilización de materiales aligerados y reutilizables para contribuir a la protección del ambiente y sustentabilidad en arquitectura
- Se pretende la utilización de la tecnología CAD/CAM (diseño y fabricación asistida por computadora) ya que esto facilita la producción en serie (prefabricación automatizada) y en la línea de montaje y tener un mayor control del proyecto tal como se está realizando en varios países como Japón y China, (Broad, 2012).
- Se propone un edificio modular “des-construible” y “re-construible” (Wadel 2009), ya que esta condición permite que elementos y materiales puedan volverse a utilizar y ser reaprovechados una vez que son desmontados completamente en fábrica lo cual tiene especial interés en el ahorro y reciclaje de materiales.

Diseño y criterio estructural:

El proyecto y cálculo estructural deberá considerar que los módulos pueden ser movidos e instalados en diferentes posiciones en la torre portante, por lo que puede haber momentos que estos queden concentrados en alguna parte de esta, lo cual podría representar cargas irregulares y tener casos extremos al tener en un momento la mayoría en su parte superior y vacíos en la parte inferior, por lo que se deben considerar contraventeos en ambas direcciones para contrarrestar la excentricidad torsional en la estructura que estos módulos pueden provocar al ser instalados de forma irregular, en el capítulo III se presenta y detalla más a fondo esta propuesta arquitectónico estructural.

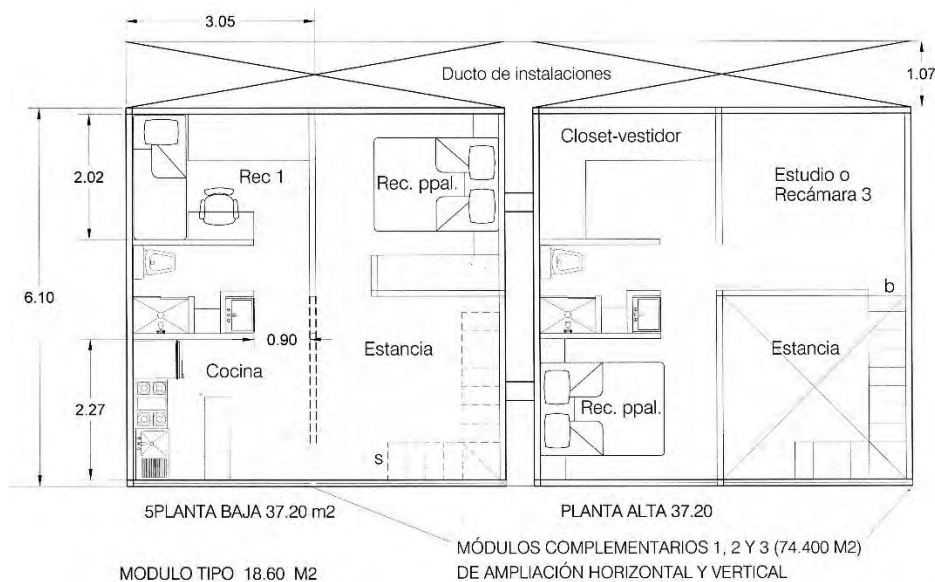


Fig. 24 Módulos tipo y complementarios

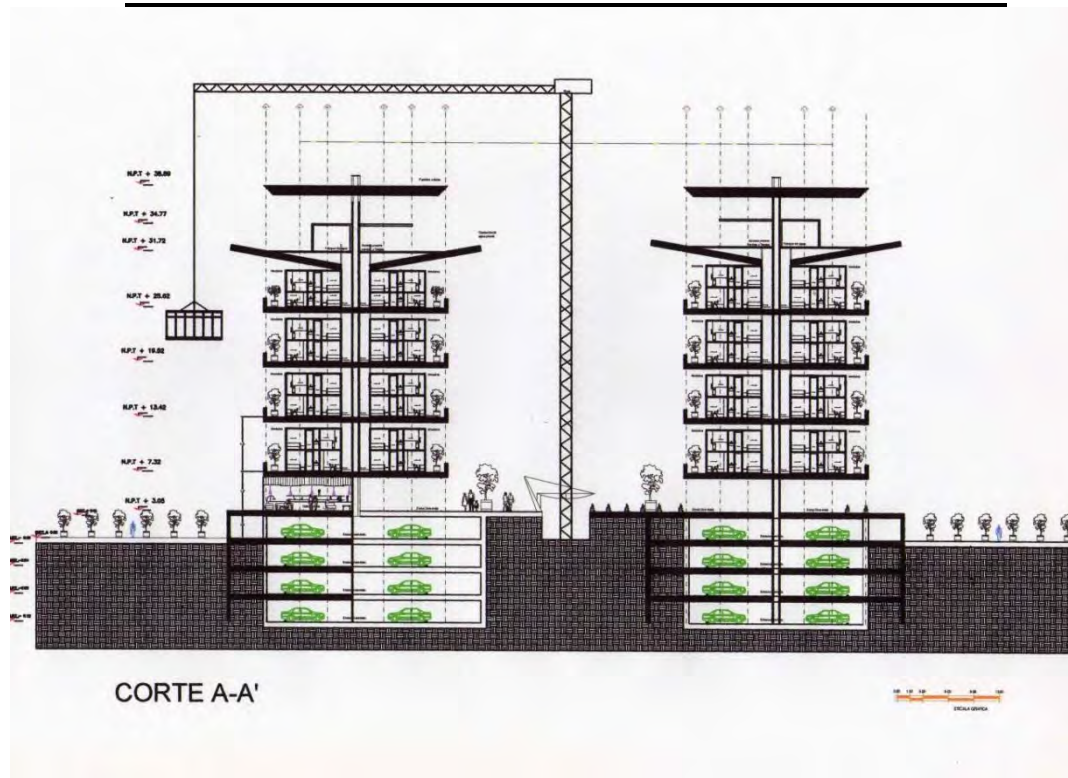
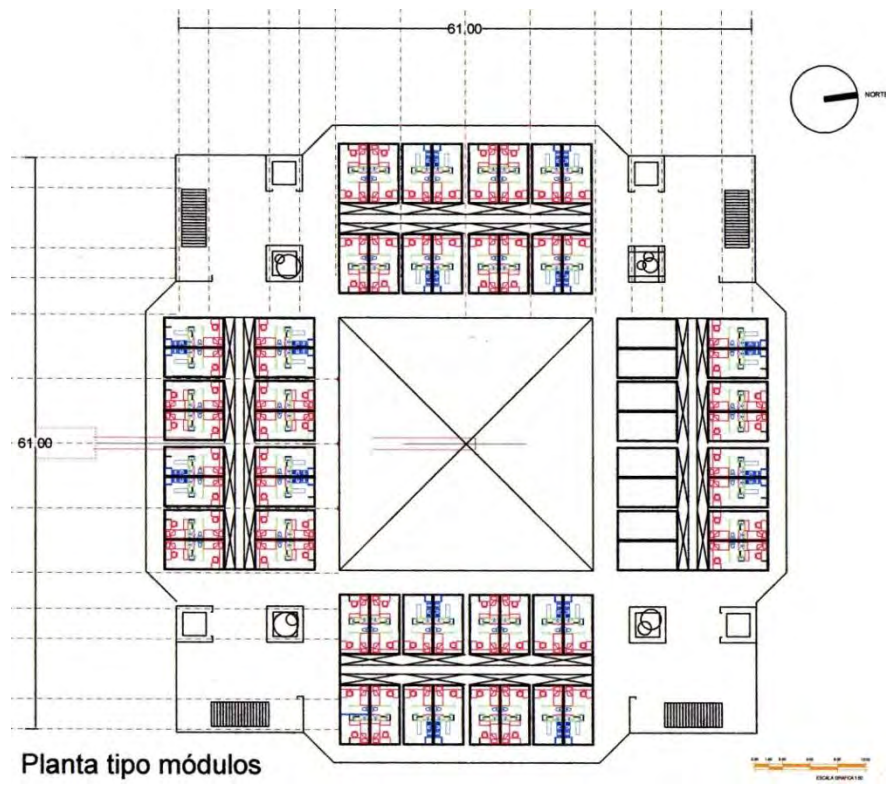


Fig. 25 Planta y corte de torre portante y módulos



2.2 Análisis y comparativa de costos entre sistemas constructivos

Se realiza un análisis considerando los costos de construcción en el Distrito Federal del primer semestre de 2013 según consulta de mercado, a través de programas de cómputo como Excel se realiza tabla comparativa de construcción del sistema tradicional y el sistema propuesto que considera módulos de diseño modular prefabricados con tecnología industrializada, se considera una sección de la planta tipo del proyecto propuesto la cual se marca en planta y corte en las figuras 26 y 27 en color amarillo, lo que incluye 16 módulos independientes de 18.60 m^2 en cada nivel, que pueden ser habitados de esta manera o integrándose en grupos de 4 módulos en dos niveles, dos en una planta y otros dos superpuestos para formar una vivienda de 74.40 m^2 , lo que nos da un total 40 departamentos en 10 niveles, se consideran costos generales de las partidas principales como son: cimentación, estructura, instalaciones, albañilería, acabados mobiliario y servicios generales.

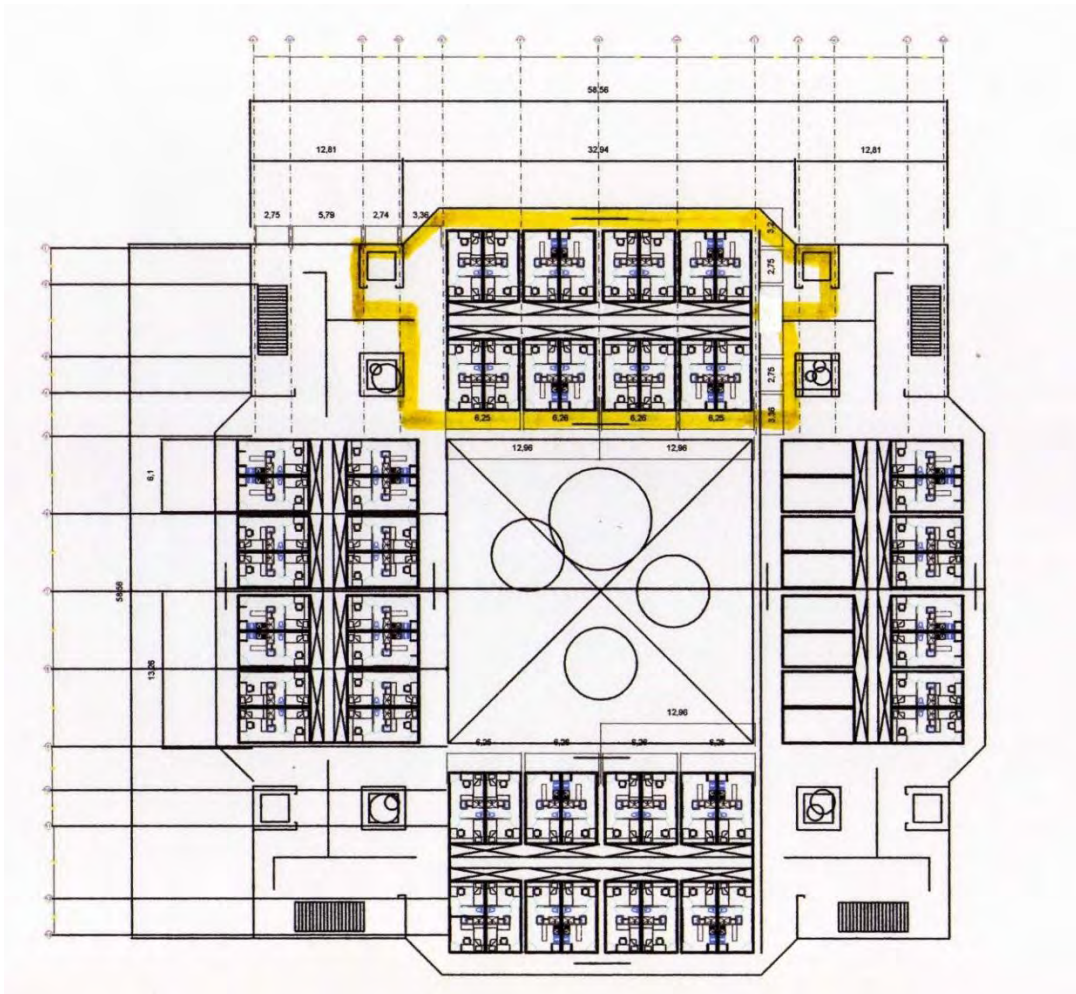


Fig. 26 Planta de la sección considerada en costos directos



Fig. 27 Corte de la sección considerada en costos directos

Sistemas constructivos.

En el sistema tradicional se considera cimentación de concreto armado y estructura y losa en concreto, los muros divisorios son de tabique, en acabados tenemos aplanados con mortero y arena en exteriores y de yeso al interior terminados con pintura vinílica, se consideran ventanas de aluminio natural, puertas de madera, y muebles en cocinetas y baños, también se considera instalación hidro-sanitaria, eléctrica y de gas.

En el sistema industrializado se considera cimentación en concreto, estructura de acero y losa-acero prefabricada con colado en concreto, se consideran en vez de la partida de albañilería los módulos industrializados que ya incluyen mobiliario y acabados y se considera un porcentaje de 15 a 25% mayor en estructura de acero por costo y contraventeos así como en instalaciones debido al mayor número de salidas y conexiones que deben existir.

En ambos casos se considera para el cálculo, la excavación, cisterna, dos elevadores y equipo hidroneumático para la alimentación de agua en servicios considerando para esto dos bombas de 11/2 caballos.



Cálculo de costos y comparativa entre los dos sistemas.

Para realizar un estimado de costos y comparativa entre los dos sistemas se realiza el cálculo de costos directos de construcción de material y mano de obra obtenidos de los precios comerciales en el Distrito Federal para el primer semestre del 2013 (sin considerar terreno específico ni gastos indirectos) de la sección marcada en figuras 26 y 27, donde se tiene una altura de 10 niveles y tendríamos 40 departamentos medios de 75 m² cada uno, se calcula el costo de cada partida y de cada departamento según la tabla 2, en la cual se puede observar que puntos y partidas aplican para el sistema tradicional, como la estructura y losa de concreto armado y la partida de albañilería y acabados, incluyendo en las 4 partidas las áreas comunes. En el sistema industrializado se considera estructura de acero y losa-acero, las cuales incluyen las áreas comunes y una partida de unidades modulares industrializadas ya existentes en el mercado al costo especificado, en este sistema no se considera albañilería ni acabados en áreas comunes, ya que se propone un diseño industrial siendo visible el acero estructural, y tuberías de instalaciones, sin embargo se debe considerar un costo de espacio en la torre de servicios para poder garantizar el crecimiento de la vivienda hasta cuatro módulos, por lo que en caso de tener menos módulos este costo tendría que ser cubierto por el habitante en la renta o pago de mantenimiento mensual.

La propuesta de sistema industrializado se ubica en la colonia del Valle, donde se tendrá que considerar un diseño estructural para zona II, del cual se tendría que realizar un cálculo más detallado, considerando contraventeos para contrarrestar la excentricidad torsional al tener una ubicación irregular de módulos, asimismo en las instalaciones se considera un porcentaje mayor en el proyecto, ya que este debe considerar más conexiones que el tradicional.

Construcción tradicional



Construcción industrializada modular





Tabla 2. Comparativa de costos entre sistema tradicional de construcción y propuesta de industrialización modular para la vivienda media vertical en el Distrito Federal.

COMPARATIVA DE COSTOS ENTRE SISTEMAS DE CONSTRUCCION PARA VIVIENDA VERTICAL EN EL DF

No de niveles 10, total de departamentos 40

	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	TRADICIONAL IMPORTE	CANTIDAD	MOD. INDUST. IMPORTE	
	CIMENTACION Y ESTRUCTURA				\$ 3,595,400.00		\$ 4,550,400.00	
1	Excavación	M3	1500	\$ 300.00	\$ 450,000.00	1500	\$ 450,000.00	
2	Cimentación en concreto armado	M2	892	\$ 1,200.00	\$ 1,070,400.00	892	\$ 1,070,400.00	
3	Columnas en concreto armado	ML	660	\$ 1,250.00	\$ 825,000.00		NO APLICA	
4	Trabes en concreto armado	ML	1250	\$ 1,000.00	\$ 1,250,000.00		NO APLICA	
5	Columnas en acero	ML		\$ 1,750.00	NO APLICA	660	\$ 1,155,000.00	
6	Trabes en acero	ML		\$ 1,500.00	NO APLICA	1250	\$ 1,875,000.00	
	ALBAÑILERIA Y ACABADOS				\$ 10,033,680.00		\$ 290,000.00	
7	Losa de concreto armado	M2	5600	\$ 850.00	\$ 4,760,000.00		NO APLICA	
	Losa acero	M2	5600	\$ 1,450.00	NO APLICA	200	\$ 290,000.00	
8	Muros exteriores de tabique	M2	2800	\$ 500.00	\$ 1,400,000.00		NO APLICA	
9	Muros interiores de tablaroca	M2	1600	\$ 230.00	\$ 368,000.00		NO APLICA	46.50%
10	Aplanado exterior	M2	3000	\$ 150.00	\$ 450,000.00		NO APLICA	
11	Aplanado interior	M2	11000	\$ 120.00	\$ 1,320,000.00		NO APLICA	\$262,460.00
12	Pintura vinilica	M2	14000	\$ 60.00	\$ 840,000.00		NO APLICA	
13	Ventanería en aluminio	PIEZA	160	\$ 1,728.00	\$ 276,480.00		NO APLICA	costo de estructura portante por cada depto
14	Puertas en madera	PIEZA	240	\$ 2,580.00	\$ 619,200.00		NO APLICA	
	INSTALACIONES				\$ 2,960,000.00		\$ 3,544,000.00	
15	Inst. Hidrosanitaria	LOTE	1	\$ 1,400,000.00	\$ 1,400,000.00	1	\$ 1,750,000.00	
17	Inst. Drenaje y agua pluviales	LOTE	1	\$ 480,000.00	\$ 480,000.00	1	\$ 552,000.00	
18	Inst. Eléctrica	LOTE	1	\$ 520,000.00	\$ 520,000.00	1	\$ 598,000.00	
19	Inst. Gas	LOTE	1	\$ 560,000.00	\$ 560,000.00	1	\$ 644,000.00	
	SERVICIOS GENERALES				\$ 2,114,000.00		\$ 2,114,000.00	
20	Obra civil para elevador	LOTE	2	\$ 127,000.00	\$ 254,000.00	2	\$ 254,000.00	
21	Elevador para 8 personas	UNIDAD	2	\$ 900,000.00	\$ 1,800,000.00	2	\$ 1,800,000.00	
22	Cisterna	LOTE	1	\$ 30,000.00	\$ 30,000.00	1	\$ 30,000.00	
23	Equipo Hidroneumático	UNIDAD	1	\$ 30,000.00	\$ 30,000.00	1	\$ 30,000.00	
	MOBILIARIO				\$ 864,000.00		\$ -	
24	Suministro e instalación cocina		40	\$ 16,000.00	\$ 640,000.00		NO APLICA	
25	Suministro e instalación WC		80	\$ 1,200.00	\$ 96,000.00		NO APLICA	
26	Suministro e instalación lavabo		80	\$ 800.00	\$ 64,000.00		NO APLICA	
27	Suministro e instalación regadera		80	\$ 800.00	\$ 64,000.00		NO APLICA	
	UNIDADES MODULARES				\$ -		\$ 12,080,000.00	
28	Modulos Industrializados Tipo 1 de 6.10x3.05x2.44 Incluyendo baño y cocina		NO APLICA	\$ 100,000.00	NO APLICA	40	\$ 4,000,000.00	53.50%
29	Modulos Industrializados Tipo 2 de 6.10x3.05x2.44 Incluyendo baño		NO APLICA	\$ 82,000.00	NO APLICA	40	\$ 3,280,000.00	\$302,000.00
30	Modulo Industrializados Tipo 3 de 6.10x3.05x2.44		NO APLICA	\$ 60,000.00	NO APLICA	80	\$ 4,800,000.00	costo de 4 módulos
	COSTO TOTAL				\$ 19,567,080.00		\$ 22,578,400.00	100.00%
	DEPTO 75 M2				\$ 489,177.00		\$ 564,460.00	\$564,460.00
	DIFERENCIA				\$ 75,283.00			costo total de depto modular

Con respecto a los resultados de la tabla se puede observar lo siguiente:

El costo con un sistema tradicional de construcción para la sección mencionada es de \$ 19'567,080.00 por lo que cada uno de los 40 departamentos de 75 m² tendría un costo directo de construcción de \$ 489,177.00 debido al bajo costo en mano de obra para construcción en México y el Distrito Federal, se observa que es más costoso llevar a cabo el proyecto utilizando módulos industrializados ya que esto elevaría el costo a \$ 22'578,400.00, por lo que cada uno de los 40 departamentos formado por 4 módulos industrializados con un área de 74.40m², aproximada a los 75 m² tendría un costo de \$ 564,460.00 con un costo mayor de \$ 72,283.00 con respecto al sistema tradicional.



Sin embargo esto no es razón para dar por anulada la hipótesis propuesta ya que como podemos observar en la tabla, en el sistema industrializado el 46.50% del costo es decir \$ 262,460.00 corresponde a lo que sería la estructura portante y servicios y el 53.50% equivalente a \$ 302,000.00, es el costo de los módulos industrializados para un departamento de 74.40m², lo que equivale al 61.73% del costo de un departamento de la misma área realizado en el sistema de construcción tradicional.

Si consideramos que el gasto que tiene que hacer un comprador solo son los módulos, podemos concluir que un habitante en el Distrito Federal interesado en adquirir este tipo de vivienda podría tener un ahorro aproximado del 40%, por lo que las posibilidades de compra aumentan para un mayor número de habitantes y la ventaja que ofrece este tipo de vivienda modular industrializada es que este costo inicial puede ser fraccionado al igual que los módulos al ser estos adquiridos según la necesidad del usuario, por lo que si es una persona sola interesada en un módulo tendría que realizar un gasto inicial aproximado de \$100,000.00, el costo comercial actual de un módulo básico, lo que corresponde aproximadamente al 7.5% del costo comercial de un departamento tradicional en la zona el cual puede tener un precio promedio de \$ 1'350,000.00.

El costo para un habitante de la torre portante se debe considerar en un esquema de compra o renta al instalar los módulos en esta torre estructural de servicios, lo que puede ser equivalente a lo que el usuario normalmente paga como mantenimiento según la zona donde se localizará, un departamento similar en la zona propuesta, la colonia del valle, paga un aproximado \$ 1,600.00 pesos mensuales, lo que se tendría que cubrir teniendo ya sea un módulo o los cuatro ya que esto equivale al espacio considerado para el crecimiento de la vivienda. Asimismo se puede considerar la posibilidad que haya espacios reservados solamente para módulos básicos por lo cual este costo mensual de renta pueda ser dividido correspondiendo un costo mensual aproximado de \$ 400.00

En el caso de producir los módulos en México con materia prima nacional se puede considerar que el costo de los cuatro módulos podrían reducirse hasta en un 50%(Anexo 2), lo que nos da un costo de \$ 151,000.00 que sumado a la torre portante nos da un total de \$ 413,460.00 lo que significa un 16% abajo del costo de la construcción tradicional.

Aunque un plan de negocios no forma parte del alcance y propuesta de esta tesis, es importante considerar y presentar las ventajas y beneficios que ofrece este sistema para una empresa constructora o empresario al realizar una obra de este tipo sobre la tradicional: Una de las más importantes es que la inversión puede reducirse en más de 50% para iniciar un negocio de venta o renta ya que primero solamente se puede edificar la torre de servicios, lo que implica el 46.50% de la inversión de una construcción tradicional, lo que se puede observar en la tabla 2, al tenerla concluida o antes el negocio del empresario puede comenzar, ya sea vendiendo el espacio correspondiente o rentándolo obteniendo para esto una



ganancia del 35% que es lo que normalmente busca como mínimo un inversionista como ganancia.

Su negocio puede llegar hasta aquí o involucrarse en la producción y venta de vivienda modular que se adapte al sistema, ya sea por importación de los mismos o su participación como fabricante de este nuevo tipo industrializado de vivienda, es indiscutible que en esto existe riesgo como en todo tipo de negocio especialmente uno que vaya a la vanguardia como este, sin embargo se pueden tener y fomentar asociaciones tanto de investigación como económicas con el apoyo de universidades y sociedades particulares o gubernamentales relacionadas que puedan realizar estudios más profundos y dar apoyo económico, permitiendo la realización del proyecto así como la minimización de riesgos.

Sin duda la empresa que lo realice mantendrá la vanguardia en construcción de vivienda industrializada transformándose en una empresa socialmente responsable al contribuir en los tres aspectos que se observan en estas como son la participación benéfica en lo económico, social y ambiental para el Distrito Federal y sus habitantes.

Tomando en cuenta el desembolso o gasto inicial significativamente menor que un comprador tuviera que realizar en este tipo de construcción industrializada, expuesto en párrafos anteriores, se puede dar por válida la hipótesis planteada, sin embargo no es esto lo que más influye para que uno de estos sistemas pudiera funcionar en el Distrito Federal, ya que por razones de costos se verifica que esto es factible, se tendría que verificar su viabilidad técnica, y probablemente los aspectos culturales, políticos y sociales tendrían más oposición para la realización y utilización de este novedoso sistema que ayudaría a grandes problemas anteriormente expuestos que presenta la ciudad, es por esto que a continuación realizo cuestionarios y encuesta de investigación así como entrevistas y opinión de especialistas en las áreas principales del proyecto para comprobar la aceptación por parte de los posibles futuros habitantes y posibilidad técnica de construcción.



2.3 Diseño y aplicación de encuestas por muestreo

El *diseño y aplicación de encuesta por muestreo* para saber la posible aceptación o rechazo de la propuesta se realizó en la colonia del Valle del Distrito Federal, se incluyeron los datos de costos y porcentajes de ahorro que este tipo de vivienda modular pudiera ofrecer para presentar una opción más clara a los posibles compradores para posteriormente realizar el análisis de respuestas con la ayuda del programa SSPS que nos arroja porcentajes según cada perfil o características de los usuarios, la encuesta por muestreo se realizó según lo siguiente:

Objetivo: Conocer y evaluar necesidades y grado de aceptación de usuarios para habitar este tipo de vivienda modular en el Distrito Federal.

Plan de trabajo:

1. Elaborar instrumento de medición (cuestionario)
2. Aplicar encuestas según el instrumento desarrollado con el fin de obtener conclusiones con respecto a la aceptación del sistema industrializado de construcción
3. Realizar análisis cuantitativo
4. Conclusiones

Fuente: Universo o población: Jóvenes y adultos de edades entre 18 a 59 años de nivel económico medio.

La estructura por edad de la población se ha transformado y hace evidente los cambios demográficos a través del tiempo. La pirámide de población del Censo 2010 se ensancha en el centro y se reduce en la base: la proporción de niños ha disminuido y se ha incrementado la de adultos. En 2010 la población menor de 15 años representa 29.3% del total, mientras que la que se encuentra en edad laboral de 15 a 64 años, constituye 64.4%, y la población en edad avanzada representa el 6.3% de los habitantes del país. En contraste, en el año 2000 la participación de estos grandes grupos de edad era 34.1, 60.9 y 5.0%, respectivamente, (INEGI 2010).

Esta transformación en la estructura por edad es muy importante, porque muestra que el país transita por una etapa donde el volumen de la población en edades laborales alcanza su mayor peso relativo con relación a la población en edades dependientes y es el sector que más requerirá de una vivienda independiente. Entre 18 y 60 años se encuentra la mayor parte de la población económicamente activa que además puede ser sujeta de crédito para comprar un inmueble actualmente o en un futuro próximo ya que el sistema financiero mexicano todavía tiene un enfoque importante en financiar la adquisición de casas nuevas por gente joven o de mediana edad siendo el límite máximo de edad para contratar un crédito generalmente hasta los 59 años, la edad requerida para tasa fija es de 21 años en adelante sin que la edad del solicitante más el plazo del crédito exceda



los 75 años y con apoyo INFONAVIT de 21 años en adelante sin que la edad del solicitante más el plazo del crédito exceda los 65 años.

Dentro de este grupo se consideró un rango de edad entre 18 y 40 años debido a que pueden ser personas que pudieran adaptarse mejor al sistema industrializado de vivienda modular propuesta, ya sea por ser jóvenes que quisieran independizarse de una manera más fácil y económica, parejas o familias pequeñas o sin hijos, sin embargo al aplicar el cuestionario a personas mayores de este rango se obtuvo información muy interesante y poco esperada en cuanto a la aceptación por lo que se incluyen como parte de este estudio al ser sujetos de crédito igualmente. La Delegación Benito Juárez según el último censo de 2010 tiene una población de 385,439 habitantes de los cuales el 39% son jóvenes y adultos de 18 a 40 años de edad, es decir 150,321 habitantes de los cuales se toma una muestra de 100 personas para la realización del estudio y aplicación de encuestas.

Escenario: Colonias de nivel medio en la delegación Benito Juárez, tanto en espacios públicos y privados, donde existe una población mayoritariamente de nivel medio, de la cual un alto porcentaje es económicamente activa.

La delegación Benito Juárez es una de las 16 delegaciones del Distrito Federal mexicano. Fue creada a principios de los años 1940, pero tomó sus límites territoriales actuales el 29 de diciembre de 1970. Benito Juárez es la zona con mayor índice de desarrollo humano tanto social, económico, cultural, etcétera, del país inclusive superando a municipios como San Pedro Garza García o Miguel Hidalgo en Monterrey. En la demarcación se encuentra la colonia del Valle uno de los distritos más desarrollados y con mayor plusvalía del país.

Se encuentra en la región central de la Distrito Federal, sin embargo forma parte del sur de la ciudad de México, esta delegación ocupa 26,63 km², sobre terreno prácticamente plano, a 2.232 msnm. Al norte, sus delegaciones vecinas son Miguel Hidalgo y Cuauhtémoc; al poniente la delegación Álvaro Obregón, al sur la delegación Coyoacán y Álvaro Obregón, y al oriente las delegaciones Iztacalco e Iztapalapa. La posición céntrica de la delegación Benito Juárez la convierte en cruce de caminos entre las diversas zonas de la ciudad. Por lo mismo cuenta con abundantes vías de comunicación (incluyendo ahora cuatro líneas de Metro), y tiene gran actividad de negocios. Sus 360 mil habitantes conviven diariamente con dos millones de visitantes. Esta gran población flotante se beneficia de la vialidad y el mobiliario urbano de la región, y también contribuye a la intensa actividad económica de la misma, estimada en 3.550 millones de dólares.










































Demografía.

Cuenta con una población de 385 mil 439 habitantes, que representan el 4.2% de la población del Distrito Federal, que es de 8 millones 851 mil 080 habitantes como se aprecia en la tabla 4. Los hombres representan el 44%, y las mujeres el 56%. El 69% de la población residente tiene su lugar de origen en otros estados:

La densidad de la población es de 13 mil 537 habitantes por km². Existe una población flotante de un millón 500 mil habitantes. La distribución de la población según grupo de edades es de: adulto mayor (de 60 años a más): 16.9%; adulto (de 25 a 60 años): 55%; juventud (de 15 a 29 años): 21.9%; niñez (de 5 a 14 años): 12%; y la infancia (de 0 a 4 años): 6%.

En el presente, está habitada en su mayoría por estratos medios y medios altos. El 32.38% de los habitantes son profesionistas y técnicos; el 18.93% trabajadores administrativos; el 14.34% trabajadores de servicios; el 13.50% comerciantes ambulantes; el 12.07% funcionarios y directivos; el 6.98% trabajadores en la industria; el 1.72% en trabajo no especificado y el 0.08% son trabajadores agropecuarios. Sus percepciones varían de acuerdo con sus funciones; ganan hasta 1 salario mínimo, el 16%; de 1.1 a 2 salarios mínimos, el 25%; de 2.1 a 3 salarios mínimos, el 14%; más de 3 salarios mínimos, el 41%; no especificado, el 4%.

Tabla 4. Censo 2010 de población y vivienda, Fuente INEGI

Población, Hogares y Vivienda		
Población		
   Población total, 2010	385,439	8,851,080
   Población total hombres, 2010	176,410	4,233,783
   Población total mujeres, 2010	209,029	4,617,297
   Porcentaje de población de 15 a 29 años, 2010	21.9	25.5
   Porcentaje de población de 15 a 29 años hombres, 2010	23.0	26.3
   Porcentaje de población de 15 a 29 años mujeres, 2010	20.9	24.7
   Porcentaje de población de 60 y más años, 2010	16.9	11.6
   Porcentaje de población de 60 y más años hombres, 2010	14.0	10.2
   Porcentaje de población de 60 y más años mujeres, 2010	19.3	12.8
   Edad mediana, 2010	36	31
   Edad mediana hombres, 2010	35	29
   Edad mediana mujeres, 2010	38	32
   Relación hombres-mujeres, 2010	84.4	91.7



Variables:

De acuerdo al proyecto propuesto se dan dos tipos de variables como sigue:

Independiente: Diseño e implementación de nuevas tecnologías

Dependiente: 1.- Costo
2.- Nivel de aceptación de usuarios

Instrumento de medición

Fue importante conocer la variable dependiente número 2, nivel de aceptación de usuarios para esto se elabora un cuestionario con una serie de preguntas iniciales para saber la preferencia de las personas según su género y edad (*Anexo 3, tabla 1A*) donde es importante saber cuántos de los entrevistados son sujetos de crédito para adquirir una vivienda (*Anexo 3, tabla 5A*), posteriormente me enfoco en preguntas que me puedan establecer el nivel de aceptación que pudiera tener la vivienda modular al tener un costo más bajo (*Anexo 3, tabla 8A*), y si no tienen aceptación saber por qué (*Anexo 3, tabla 7A*).

Análisis y Conclusiones

Al haber realizado la encuesta a 100 personas y realizar el análisis utilizando del programa SSPS, se llega a los siguientes resultados: el 38% de los encuestados no percibe un ingreso y el 62% de ellos si lo tiene, solo un 25% de ellos puede adquirir una vivienda media entre \$600,000.00 y \$1'400,000.00 y la mayor parte, el 54% de los entrevistados no podría adquirirla, asimismo es importante resaltar que hasta un 44% de las personas no son sujetos de crédito y solo el 30% podría obtener un crédito hipotecario con seguridad, por lo que estos números nos hablan y confirman sobre la dificultad que presenta la clase media para adquirir una vivienda en el Distrito Federal, la encuesta también nos verifica que el 65% de los habitantes consideran necesario cambiar de vivienda ya sea por trabajo, estudio u otras razones, mientras que solamente el 35% no lo considera necesario.

La mayoría de las personas encuestadas estaría dispuesto a habitar este tipo de vivienda modular lo que representa entre el 62.5% varios de los entrevistados no lo harían por diferentes motivos, como son, dimensiones, diseño, cuestiones técnicas, ideología y otras razones, lo que representa al 37.5%, con respecto a su aceptabilidad para adquirirla de acuerdo al bajo costo y ahorro que pudieran obtener en este tipo de vivienda se observó lo siguiente, el 66.7% si estarían interesados en adquirirla y un 33.3% no estaría dispuesta a comprarla, por lo que se observa una real aceptación del tipo de vivienda propuesta. Según el análisis realizado se presentan tablas y gráficas de resultados detallados con respecto a lo anterior al final en el anexo 3.



2.4 Entrevistas y opinión de especialistas

Un punto importante en la verificación de la viabilidad del proyecto así como en su desarrollo ha sido la consulta a especialistas en otras áreas involucradas en el proyecto de investigación, dentro de las cuales destacan la ingeniería civil y diseño industrial, para esto he considerado y realizado entrevistas y pláticas de opinión a doctores reconocidos que me ha ayudado a desarrollar el proyecto y propuesta técnica en estas áreas al tiempo que me expresaban su opinión sobre la viabilidad del mismo, lo que a continuación expongo.

Ingeniería

Dr. Roberto Meli, Catedrático UNAM

Realizar la estructura en acero de forma reticular en dos direcciones es lo mejor para este tipo de proyecto ya que estas son estructuras que están realizadas y comprobadas en la realidad desde hace muchos años por lo que puede dar un buen soporte independiente, sin embargo en el proyecto propuesto se deben reforzar las cuatro esquinas con contraventeos para que la estructura trabaje de una forma segura independientemente de que ubicación tengan los módulos en ella, ya que aun teniendo la situación más desfavorable al ubicar módulos en la parte superior y no tener módulos en la parte baja esta trabaje de manera independiente y con la suficiente seguridad estructural, se recomienda proyectar de 5 a 10 niveles sobre el nivel de terreno para tener una mayor seguridad estructural, asimismo el tipo de sujeción que se recomienda por el tipo de proyecto desmontable es a base de atornillado con elementos de seguridad que fijen bien los módulos y al mismo tiempo puedan permitir su montaje y desmontaje en cualquier momento, por la comparación con edificios existentes la estructura se puede realizar con elementos no excesivamente pesados y costos similares por lo que el proyecto puede ser viable en cuanto al tema técnico-estructural.

Diseño Industrial,

Dr. Carlos Soto, Catedrático UNAM

El proyecto puede ser viable en México si se contempla el desarrollo de materiales y la fabricación en serie con tecnologías avanzadas ya que esto puede dar un mejor costo (*Anexo 2*) siendo que este puede ser calculado por kilo y no en unidades o módulos ya realizados en otros países que pueden ser muy costosas teniéndose que pagar impuestos de importación y otros, en México se puede contemplar un sistema de maquila y armado en planta así como la utilización de nuevos materiales como plásticos reciclados y concretos poliméricos que pueden reducir el grosor a tan solo 6 mm y proporcionar un alto grado de rigidez, realizando módulos más ligeros y económicos de los que existen en el mercado, para esto hay que hacer un estudio, análisis y propuesta de las unidades habitacionales movibles lo que pueden ofrecer una gran posibilidad al proyecto, la arquitectura que no siga estos pasos tenderá a ser muy costosa y a desaparecer.



Arquitectura,

Maestro Francisco Reyna, Catedrático UNAM

Para la viabilidad del proyecto es importante la comprobación de tres puntos esenciales, como son:

1. Aceptación social.
2. Mercado potencial, capacidad adquisitiva, y
3. Esquemas de financiamiento.

Puntos que como se puede observar han sido analizados y comprobados en la metodología aplicada, por lo que el proyecto puede ser viable, sin embargo se debe contemplar el aspecto de sustentabilidad que puede ser uno de los puntos más importantes, igualmente lo esencial e importante del proyecto es la propuesta en sí, debido a la innovación y a los diferentes campos que abarca y no tanto el proyecto ejecutivo.

En el proyecto será importante estudiar el uso de materiales y estrategias de diseño para las fachadas ya que aun siendo similares deben adaptarse y actuar adecuadamente según la orientación que tengan, asimismo será muy útil hacer contacto con las compañías que realizan estos proyectos que se presentan para tener un intercambio de información sobre resultados y experiencias a la fecha.



2.5 Viabilidad del proyecto

Con respecto a la viabilidad del proyecto concluyo que por costo puede ser una buena opción que permita a un comprador un desembolso menor al de un departamento tradicional, ya que aunque el costo directo actualmente es mas alto que la vivienda tradicional este puede ser abatido en las unidades habitacionales propuestas hasta en un 50% utilizando materiales nacionales y prefabricación de módulos en México sin tener que considerar los importados que implican un alto costo actualmente.

Lo que es un hecho es que el habitante del Distrito Federal podría tener una opción de compra de vivienda con un desembolso mucho menor al del departamento tradicional ya que una persona en un inicio podría adquirir un módulo considerando tan solo del 5 al 10% del gasto de lo que cuesta un departamento, al mismo tiempo se tendría un ahorro en trámites y escrituración lo cual actualmente es muy complicado y costoso, ya que lo que se tendría bajo escrituración seria la torre o el espacio correspondiente en su caso para renta e implementándose un sistema de facturación para los módulos.

En cuanto a la aceptación de los posibles usuarios la encuesta realizada nos verifica la dificultad de los usuarios para obtener créditos al igual que para adquirir una vivienda media y asimismo el mayor porcentaje de los habitantes requieren de viviendas más versátiles y económicas como la propuesta, la mayoría expreso su aceptación para habitar y adquirirla por ofrecer un costo más bajo, sin embargo esto se debe considerar con cierta reserva ya que a los encuestados se les presento la propuesta en diseños y explicaciones gráficas, y esto puede disminuir o cambiar al ellos tener la opción de ver la vivienda o modulo real escala 1 a 1.

En cuanto a la opinión de especialistas relacionados también hay una respuesta favorable en donde se obtuvieron opiniones y orientación respecto a diseño estructural y perspectivas de fabricación de módulos a un costo mucho menor de lo existente por lo que esta propuesta podría estudiarse y detallarse en cada uno de sus aspectos realizando proyectos ejecutivos para cada área o especialidad ya que esto implica un amplio equipo de trabajo, recursos y tiempo, por lo que ahora se presenta solo el planteamiento inicial.

Asimismo es importante mencionar que habría que observar adecuaciones a la legislación y reglamento de construcciones del Distrito Federal existente ya que habría varios puntos que no aplican en este tipo de proyectos y asimismo se adecua el proyecto para cumplir con el régimen de propiedad en condominio el cual se presenta a continuación.



3 DESARROLLO DEL PROYECTO

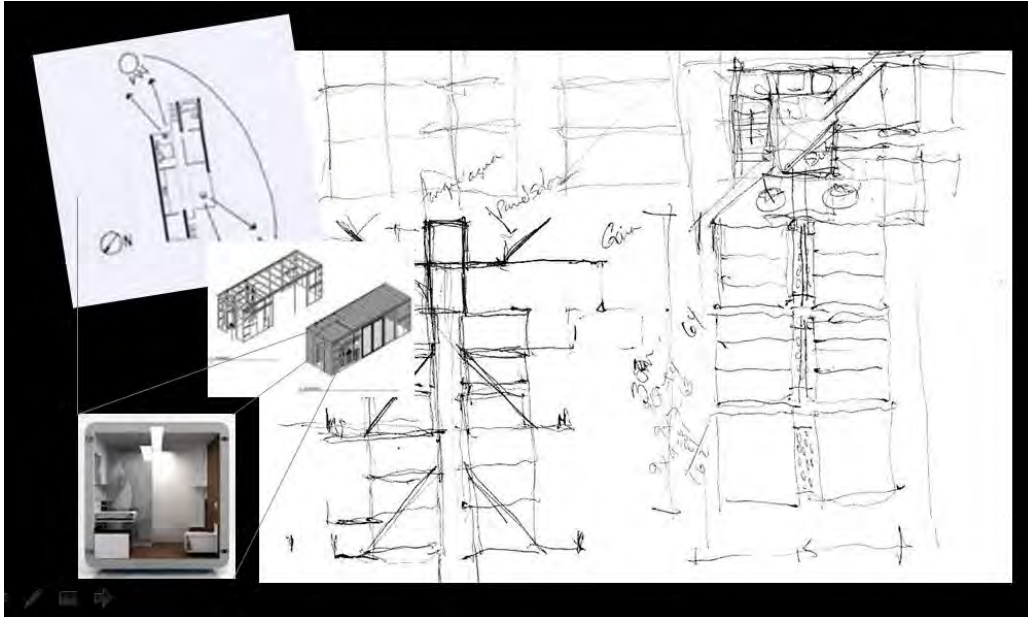


Fig. 29. Desarrollo del proyecto

De acuerdo a lo presentado en el anteproyecto se ha desarrollado el Proyecto arquitectónico con el programa Auto CAD 2012, se presentan y anexan planos (Anexo 4) en archivo electrónico como sigue:

1. Planta de conjunto
2. Planta Baja de acceso
3. Planta Primer nivel de servicios
4. Planta módulos (individual y complementarios)
5. Planta tipo módulos
6. Planta azotea
7. Corte A-A'
8. Corte por fachada y detalles
9. Fachada

También se presenta propuesta diseño e integración de los módulos de vivienda, criterio estructural e instalaciones, consideración e integración de aspectos de sustentabilidad y bioclimática y observaciones sobre el cumplimiento del reglamento de construcción del Distrito Federal del proyecto y su posibilidad de integración al programa de régimen de condóminos.



3.1 Proyecto arquitectónico

Se considera como ejemplo para estudio considerar la ubicación del proyecto donde actualmente se ubica el CUPA (Centro Urbano Presidente Miguel Alemán) el cual se ubica en la Colonia del Valle entre las calles de Parroquia, Mayorazgo y los ejes viales de Félix Cuevas (Eje 7 Sur) y avenida Coyoacán (Eje 3 Poniente) en un terreno aproximado de 18,920 m², según la figura 30.

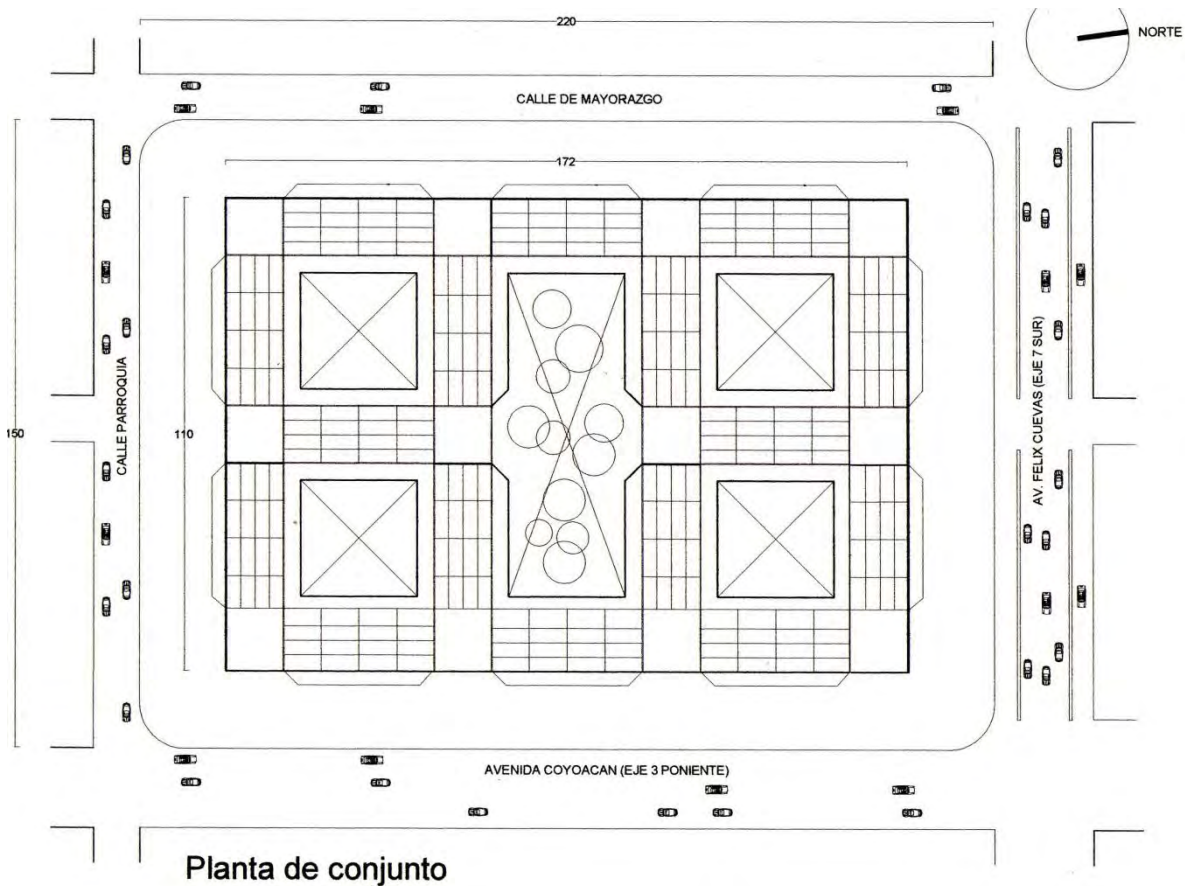


Fig. 30. Planta de conjunto



La planta tipo de módulos habitables se desarrolla en un cuadrado de 61.00 x 61.00 metros, que puede ser reproducido según el tamaño del predio, incluye 64 módulos de 18.60 m² c/u, circulaciones, ductos de servicios registrables, escaleras, elevadores y rutas de evacuación para emergencias y eventos sísmicos, considerando un área libre central de ventilación e iluminación. Se consideran 10 plantas tipo, Planta Baja de acceso y 3 niveles subterráneos de estacionamiento como se puede apreciar en las figuras siguientes 31 y 32.

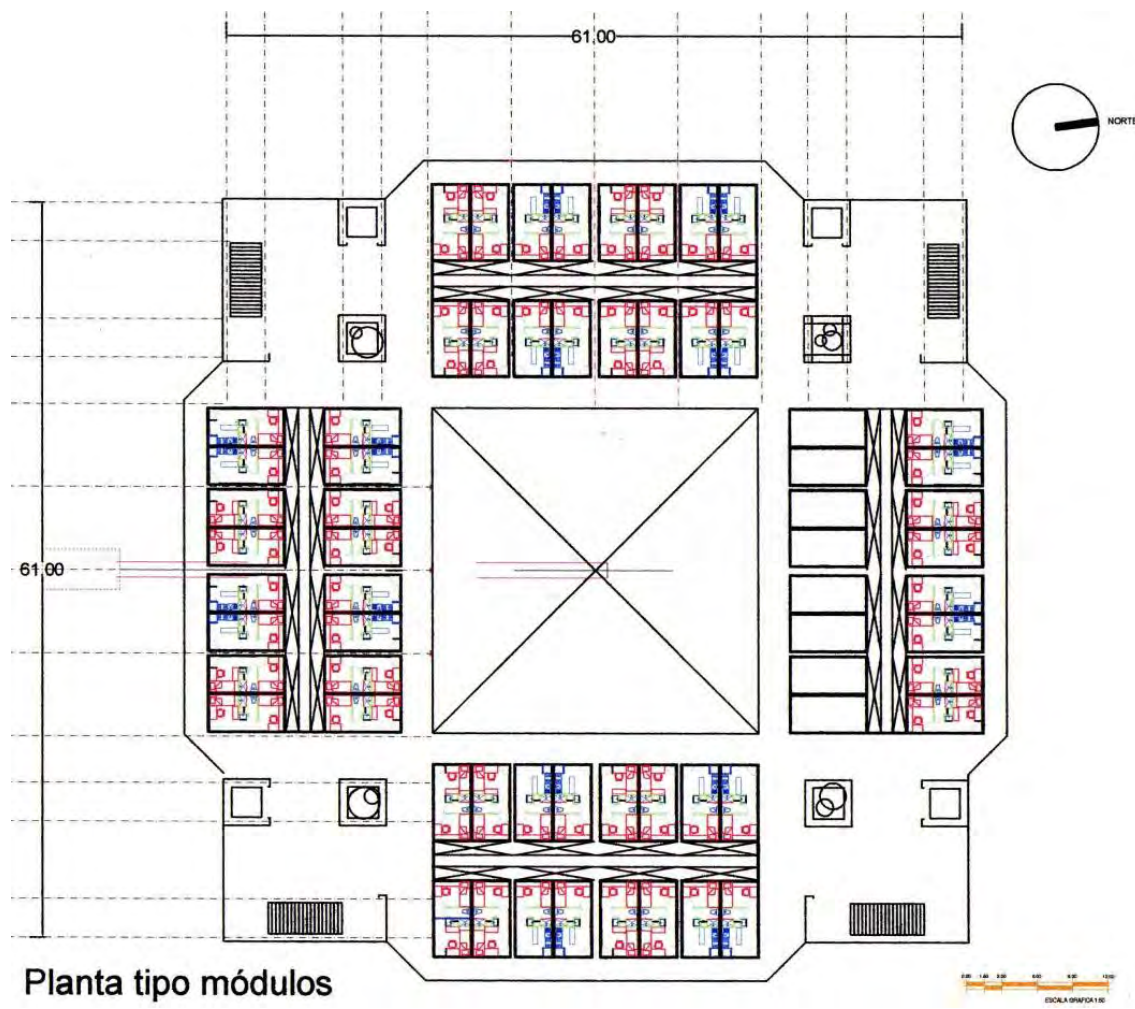


Fig. 31. Planta tipo de módulos

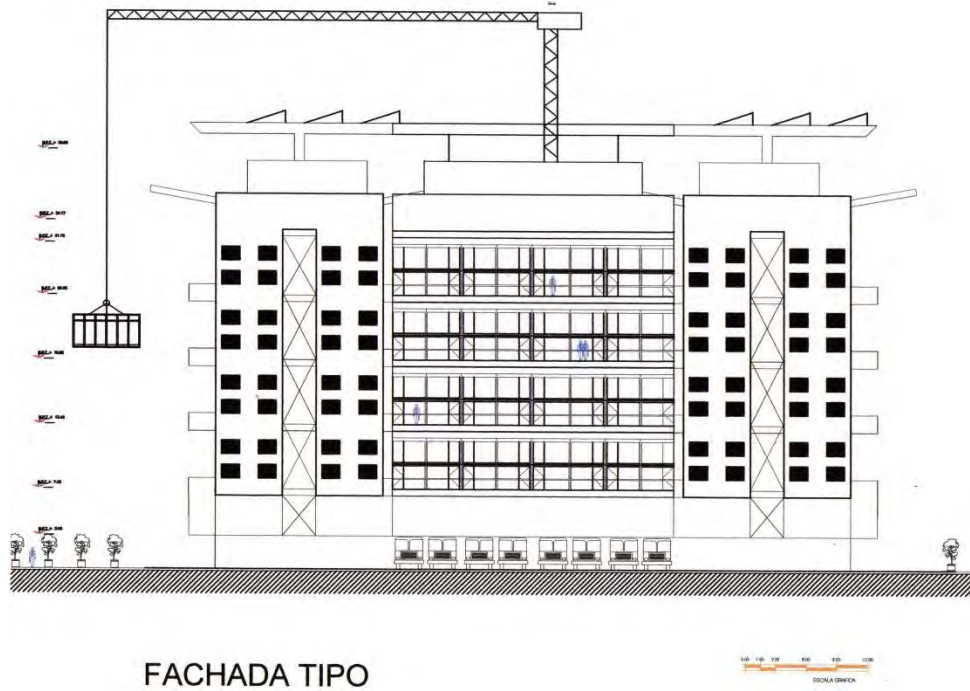
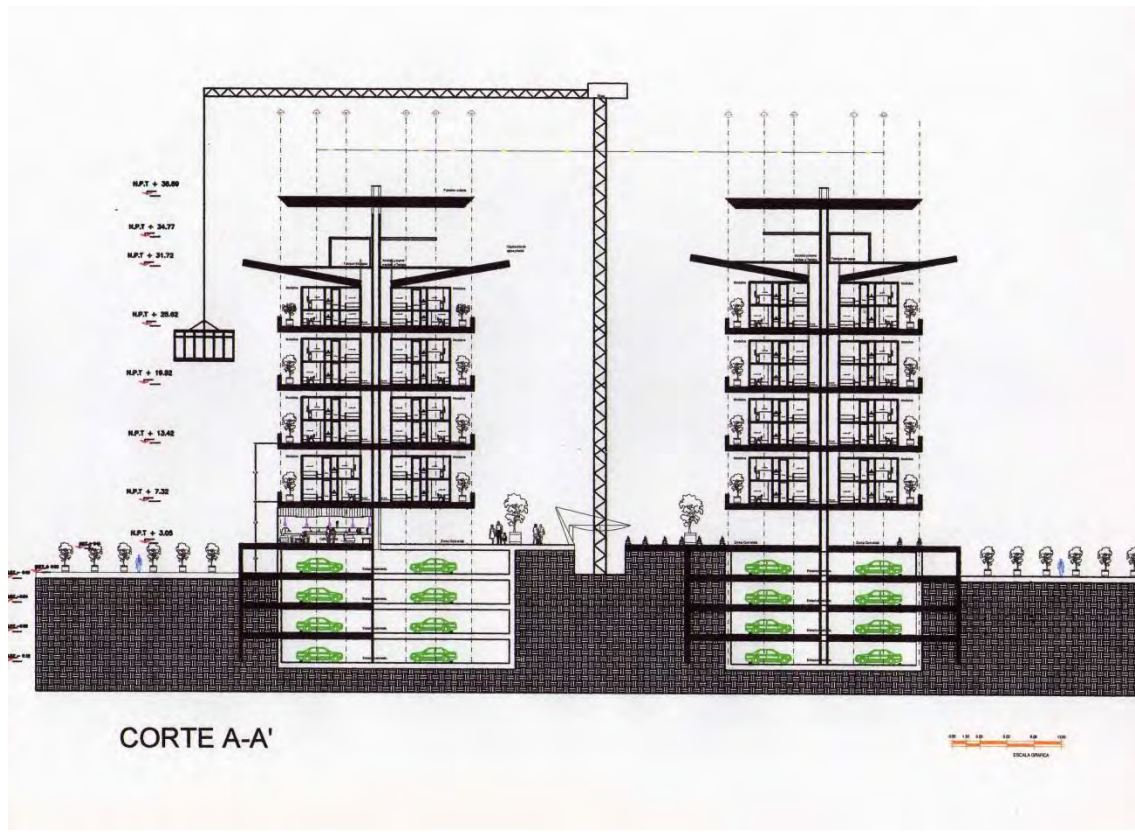


Fig. 32. Corte y fachada tipo



3.2 Diseño e integración de módulos de vivienda

Los módulos habitacionales tendrán una estructura de acero y recubrimientos de materiales ligeros de madera laminada y mixtos en el interior y muros de multipanel o polímero en el exterior, teniendo una medida estándar de 3.05m X 6.10m X 3.05 m. de altura, tendrán un falso plafón y piso para permitir el paso de instalaciones, ventanería en PVC, Instalaciones hidro-sanitaria y eléctrica integradas, la sujeción de estos a la estructura principal se haría por medio de conectores de acero especialmente diseñados para cada caso. Esta estructura de acero contempla medidas y espacios que permitan colocar puertas y ventanas entre estos y la sujeción de las unidades habitacionales a la estructura portante se realizaría por medio de conectores de acero de tipo tornillo para permitir su movilidad. Es importante resaltar que estos módulos se deben estudiar más a fondo tanto en materiales como en posibilidad de producción aquí en México para tener un ahorro hasta del 50% de lo que cuestan actualmente en el mercado por ser la mayoría de importación o patente extranjera. En la figura 33 podemos apreciar cómo puede ser la vivienda básica de soltero de 18.60 m² e ir creciendo según las necesidades a dos módulos para casados con 32.20 m² y al aumentar hasta en dos módulos más en forma vertical podemos tener una vivienda familiar de 74.40 m².

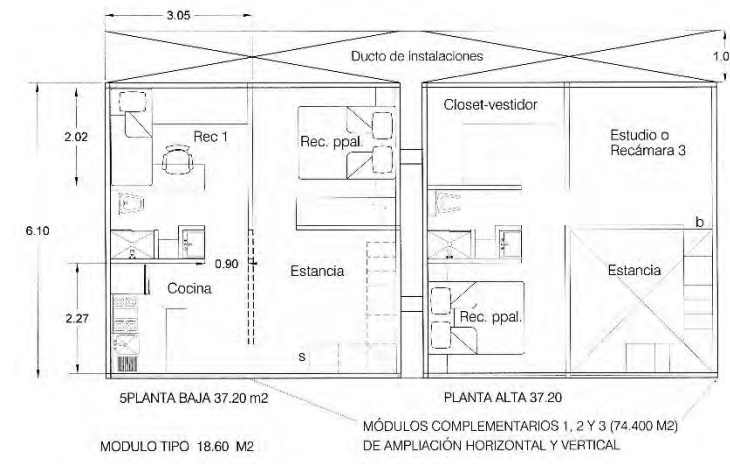


Fig. 33 Módulo básico y complementarios habitables prefabricados, tipo contenedor.
<https://encrypted-tbn1.gstatic.com/images>



Proyecto y diseño estructural

Basado en lo investigado, en el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal (RCDF, 2004), las Normas Complementarias de Diseño y Técnicas del mismo (NCDTRDF, 2004) así como a las circunstancias que implica ubicar el proyecto en la colonia del Valle se revisa, analiza y presenta lo siguiente: La colonia del Valle se encuentra en zona II de acuerdo al artículo 170 del RCDF y de las Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo (NTCDS, 2004) como se puede apreciar en la figura 34.

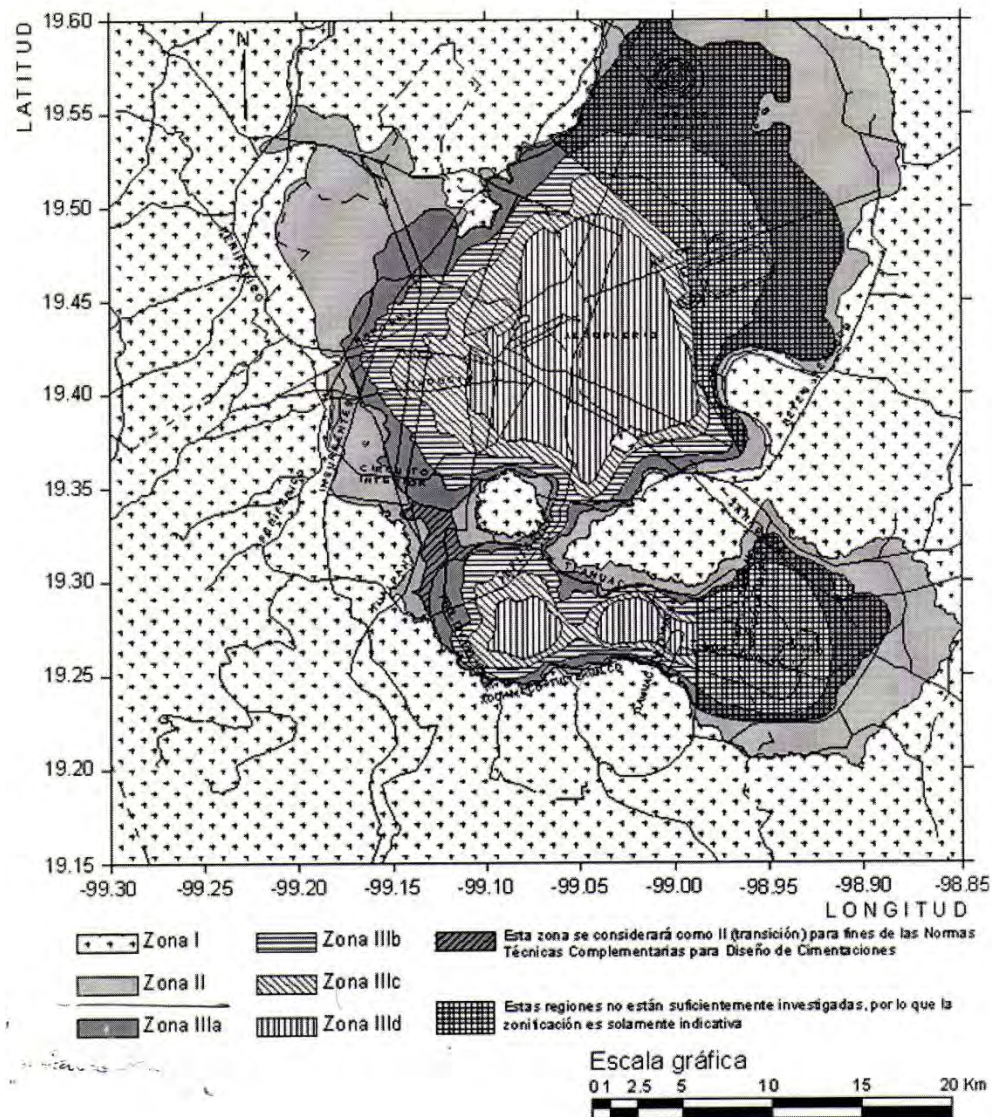


Fig. 34 Ubicación de zonas según las Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo



En la zona II o de transición, los depósitos profundos se encuentran a 20m de profundidad o menos, está constituida predominantemente por estratos arenosos y limo-arenosos intercalados con capas de arcilla lacustre, el espesor de éstas es variable entre decenas de centímetros y pocos metros.

El tipo de construcción según el artículo 139 del RCDF es del Grupo B: Edificaciones comunes destinadas a viviendas, oficinas y locales comerciales, hoteles y construcciones comerciales e industriales clasificándose el proyecto en el Subgrupo B1: Edificaciones de más de 30 m de altura o con más de 6,000 m² de área total construida, ubicadas en las zonas I y II a que se aluden en el artículo 170 de este Reglamento.

De acuerdo a esto y por el tipo de proyecto se propone una cimentación de concreto armado con trabes y contra-trabes formando cajones para mayor rigidez debido al tipo de suelo en que se encuentra y pudieran ser necesarios pilas o pilotes, al tener un tipo de suelo de transición.

La estructura portante se propone en acero por las ventajas que se han estudiado que pueden ofrecer al tipo de proyecto propuesto, por su durabilidad resistencia, y por el mejor trabajo que pueda tener por ser del mismo material la estructura de módulos que también será en acero. Siendo una estructura con columnas, trabes y contraventeos prefabricados (figuras 35 y 36) con conexiones soldadas y para la colocación de módulos a la misma se proponen uniones de tipo atornillado para su posibilidad de movimiento y reubicación, lo cual tendría que ser diseñado de acuerdo a lo especificado en la sección 1.5 referente a tipo de estructuras y métodos de análisis de las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras Metálicas (NTCDCEM, 2004).

En las citadas NTCDCEM, 2004 se incluyen disposiciones para diseño y construcción de estructuras de acero para edificios urbanos y fabriles, para los materiales y aceros que pueden utilizarse en estructuras diseñadas de acuerdo con estas normas, así como los remaches, tornillos, conectores de cortante, metales de aportación y fundentes para soldadura, que deberán ir de acuerdo a lo que se indican en las secciones 1.3.1 a 1.3.7. Podrán utilizarse otros materiales y productos, diferentes de los indicados, si son aprobados por el diseñador y la administración, la aprobación puede basarse en especificaciones publicadas que establezcan las propiedades y características del material o producto, que lo hacen adecuado para el uso que se le pretende dar, o en pruebas realizadas en un laboratorio acreditado por la entidad de acreditación reconocida en los términos de la Ley Federal sobre metrología y normalización, en los Capítulos 5 (Conexiones) y 6 (Estructuras dúctiles) se incluyen recomendaciones adicionales.

Según establece el artículo 140 del RCDF, 2004, el proyecto de las edificaciones debe considerar una estructuración eficiente para resistir las acciones que puedan afectar la estructura, con especial atención a los efectos sísmicos.

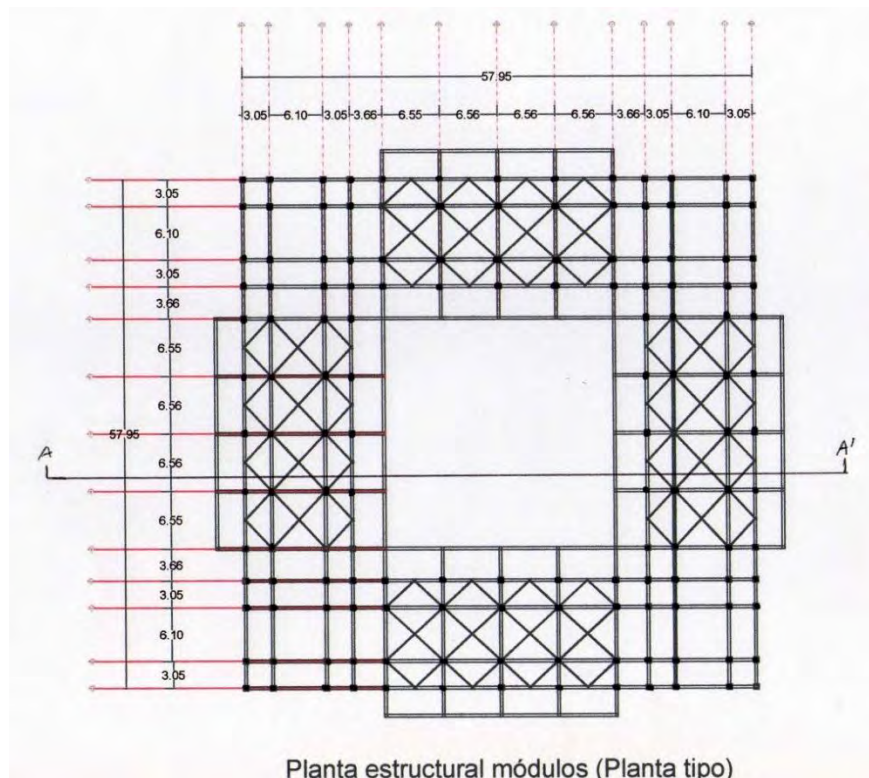
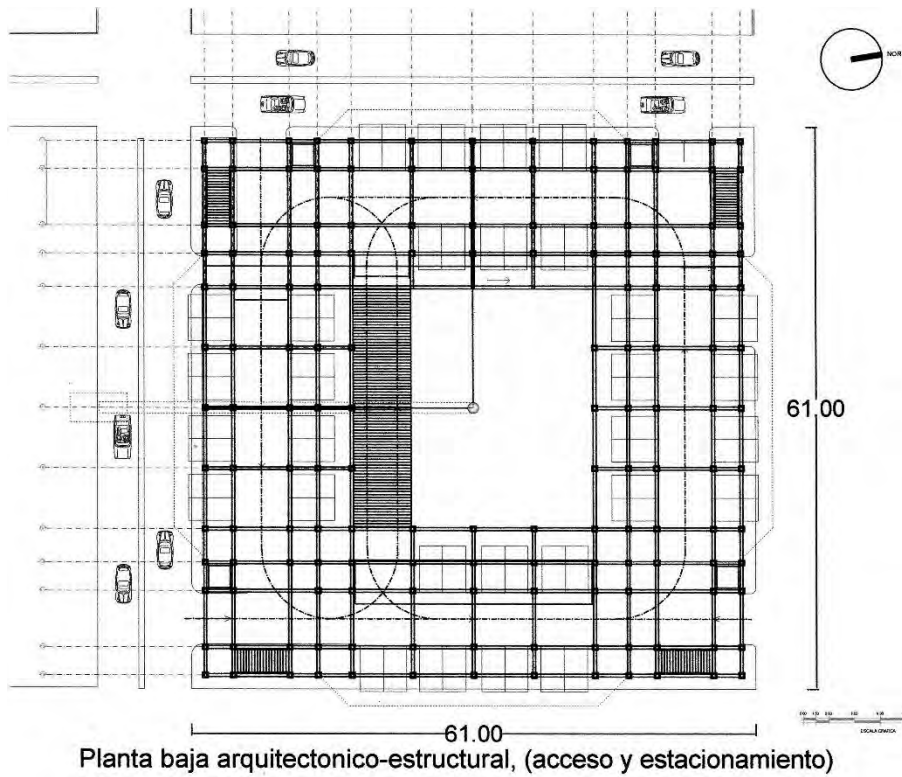
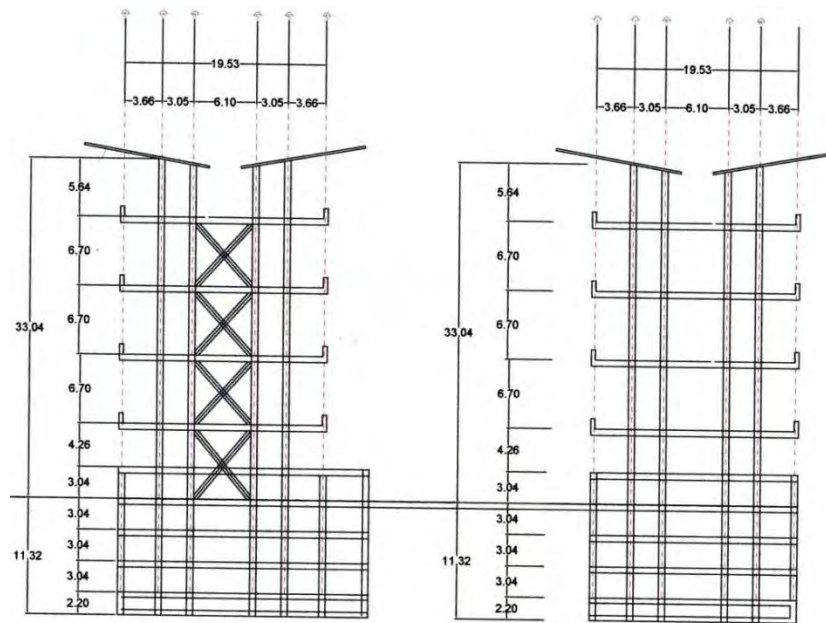


Fig. 35 Plantas baja y tipo, propuesta estructural del proyecto



Estructura en fachada

Estructura tipo Corte A-A'

Fig. 36 Alzado y corte, propuesta estructural del proyecto

El proyecto arquitectónico-estructural de investigación propuesto, considera una estructura irregular como se puede observar en las figuras 31, 32, 35 y 36 ya que no cumple con todas las condiciones que establece el capítulo 6.1 de las NTCDS, 2004 que a continuación se enumeran.

- 1) Su planta es sensiblemente simétrica con respecto a dos ejes ortogonales por lo que toca a masas, así como a muros y otros elementos resistentes. Éstos son, además, sensiblemente paralelos a los ejes ortogonales principales del edificio.
- 2) La relación de su altura a la dimensión menor de su base no pasa de 2.5. La relación de largo a ancho de la base no excede de 2.5.
- 3) En planta no tiene entrantes ni salientes cuya dimensión exceda de 20 por ciento de la dimensión de la planta medida paralelamente a la dirección que se considera del entrante o saliente.
- 4) En cada nivel tiene un sistema de techo o piso rígido y resistente. No tiene aberturas en sus sistemas de techo o piso cuya dimensión exceda de 20 por ciento de la dimensión en planta medida paralelamente a la abertura; las áreas huecas no ocasionan asimetrías significativas ni difieren en posición de un piso a otro, y el área total de aberturas no excede en ningún nivel de 20 por ciento del área de la planta.



- 5) El peso de cada nivel, incluyendo la carga viva que debe considerarse para diseño sísmico, no es mayor que 110 por ciento del correspondiente al piso inmediato inferior ni, excepción hecha del último nivel de la construcción, es menor que 70 por ciento de dicho peso.
- 6) Ningún piso tiene un área, delimitada por los paños exteriores de sus elementos resistentes verticales, mayor que 110 por ciento de la del piso inmediato inferior ni menor que 70 por ciento de ésta. Se exige de este último requisito únicamente al último piso de la construcción. Además, el área de ningún entrepiso excede en más de 50 por ciento a la menor de los pisos inferiores.
- 7) Todas las columnas están restringidas en todos los pisos en dos direcciones sensiblemente ortogonales por diafragmas horizontales y por trabes o losas planas.
- 8) Ni la rigidez ni la resistencia al corte de ningún entrepiso difieren en más de 50 por ciento de la del entrepiso inmediatamente inferior. El último entrepiso queda excluido de este requisito.
- 9) En ningún entrepiso la excentricidad torsional (e_s) calculada estáticamente, es, excede del diez por ciento de la dimensión en planta de ese entrepiso medida paralelamente a la excentricidad mencionada.

Debido a lo anterior y a contemplar módulos habitacionales móviles en el proyecto, que pueden provocar excentricidad torsional en la estructura ya que estos pueden ser instalados de forma irregular, se considera el caso extremo al existir la posibilidad de tener el mayor número de unidades habitacionales en la parte superior y quedar vacíos los niveles inferiores, lo cual podría causar la mayor deformación y riesgo, para dar solución a esto se diseñan contraventeos en las cuatro esquinas por ambos costados para dar una rigidez a toda la estructura para que trabaje de forma segura, sin importar la ubicación de los módulos, lo que se puede apreciar en la fachada estructural de la figura 36. Con respecto a la excentricidad que puede presentar la estructura debido a la posible instalación de módulos en una de las caras o fachadas y tener vacías las otras tres, se contempla un cálculo en estas condiciones como otro caso extremo para el cual también se proponen los contraventeos anteriormente mencionados en ambos lados de las 4 esquinas, teniendo que verificarse con un análisis y diseño estructural detallado. Debido a que existen aberturas de más del 20% de la dimensión donde se tiene previsto la ubicación de módulos se propone igualmente estructura de contraventeo en sentido horizontal en estos espacios huecos según figura 35, ya que los contraventeos rigidizan la estructura, distribuyendo los esfuerzos producidos por los diferentes tipos de carga y transmitiéndolos a la cimentación, siendo elementos básicos que nos permiten obtener edificios de grandes claros y alturas con diseños eficientes y económicos.



3.3 Propuesta instalaciones

El proyecto contempla y propone desarrollar el proyecto ejecutivo de redes de instalaciones básicas en un núcleo central registrable con un pasillo intermedio (figuras 31 y 32) donde los módulos que son fabricados incluyendo sus instalaciones independientes puedan ser conectados a redes de:

- Instalación eléctrica general: esta deberá tener una acometida por parte de Comisión federal de electricidad (CFE) al tablero del edificio como cualquier instalación común para edificio de viviendas, sin embargo la corriente eléctrica deberá tener un punto de contacto y conexión para electrificar el módulo al ser este instalado en la estructura portante.
- Instalación hidro-sanitaria: se deberá contar con red de suministro de agua potable en el núcleo centralizado y se contempla tener dos redes de desagüe una para aguas grises, las cuales serán encauzadas a una planta de tratamiento y por otra red deberán dirigirse las aguas negras al sistema de drenaje de la ciudad, a estas redes podrán ser conectados los módulos con llaves y acoplamientos diseñados e integrados específicamente para esto.
- Instalación de gas: considerando que en la zonas previstas se está realizando la instalación de redes de gas subterránea, el conjunto deberá contar con redes centrales que conduzcan el gas a los módulos que serán conectados, sin embargo se contempla tanques de gas estacionario en azotea para prever cualquier falta o deficiencia de la red subterránea, asimismo será importante considerar que se instalaran paneles solares en azotea para tener una fuente alternativa de calentamiento de agua que ayude a la sustentabilidad y aunque esto no pueda ser una solución total, si puede reducir el consumo de gas y así tener un ahorro significativo para sus habitantes y aprovechar una fuente limpia de energía como es la solar.
- Voz y datos, el conjunto deberá contar con una red de voz y datos ya que en últimas fechas este servicio se ha hecho indispensable tanto para llevar y pagar servicios de vivienda así como para gente que labora a través de medios de computación.



3.4 Integración de aspectos sustentables y bioclimáticos

Como se comentó en capítulo anterior es importante considerar aspectos de sustentabilidad y bioclimática en el proyecto que contribuyan a la preservación del medio ambiente en la ciudad de México el cual ha sido gravemente afectado en las últimas décadas, para esto se proponen el uso de heliodiseño y tecnologías como son:

Utilización de paneles solares.

El sol es la fuente de energía más potente y estable que tiene la tierra, desafortunadamente su aprovechamiento es poco utilizado y por lo mismo el campo de investigación se encuentra en desarrollo aunque desde 1950 se trabaja con celdas fotovoltaicas las cuales son capaces de absorber y almacenar energía solar para transformarla en energía eléctrica, actualmente la Comisión Federal de Electricidad incentiva el uso de esta energía, la cual puede ser un complemento de producción de energía limpia y sustentable en los edificios en el Distrito Federal, por lo que se propone la instalación de celdas o paneles solares en la azotea del proyecto. Para poder determinar el mejor aprovechamiento de estas es necesario realizar un estudio de radiación y geometría solar sobre la base del watt/m² que recibe, de acuerdo a estudios realizados se ha determinado que en el Distrito Federal la radiación solar en el solsticio de verano oscila entre los 750 a 800 watt/m² entre las 13 y 15 horas, en primavera y otoño puede ser más baja pero más constante y en invierno el 21 de diciembre es cuando las horas e intensidad de asoleamiento se reduce drásticamente otro de los puntos importantes para el aprovechamiento de la energía solar es la declinación solar la orientación óptima de las fotos celdas debe ser hacia el sur para captar la mayor parte de energía durante más horas sin embargo en junio la inclinación del sol es un poco al norte por lo que en esta época será conveniente cambiar la inclinación de las celdas del conjunto, lo único que puede tener de desventaja en estos sistemas es la inversión inicial que puede ser alta pero con el ahorro energético esta inversión puede ser recuperada en aproximadamente 2 años.

En la planta cuadrangular del conjunto se pueden colocar 64 módulos de 1.5 por 2.5 metros cada uno los cuales en condiciones óptimas producirían 75 a 80 watts cada uno podríamos tener un almacenamiento de 4,800 watt por modulo cuadrangular lo cual no resuelve en su totalidad el abastecimiento energético sin embargo puede aprovecharse para la iluminación de áreas comunes y la planta de tratamiento de aguas pluviales.



Captación y utilización de aguas pluviales.

El tratamiento de aguas es más que un proyecto una necesidad creciente, usos como riego de áreas verdes, reutilización en sanitarios y en algunos sistemas su posterior potabilización son aplicaciones que deben implementarse en todos los proyectos actuales, por lo que se integra este sistema al proyecto. Aproximadamente el gasto para una persona en una zona urbana por día es de 150 a 250 litros diarios de agua, de ella 20% es de alimentos y bebidas por lo que aproximadamente 200 litros por persona se envían y desechan por cañerías de los cuales 150 litros son aguas jabonosas y el resto es agua negra, ya que el sistema propuesto es para un proyecto nuevo se propone la realización de dos redes de drenaje en donde las aguas negras se dirijan directamente a la red de drenaje del Distrito Federal y las aguas grises se dirijan a una planta de tratamiento para su reutilización. Se propone instalar una planta de tratamiento en donde las aguas a tratar llegan a un tanque digestor primario el cual mantiene hasta por tres horas el líquido y lo procesa para sedimentar los lodos y de esta manera al pasar a los tanque de aireación el agua se trata por medio de oxigenación y así mandarla a un rehúso para riego de jardines y cultivos sin tener que utilizar el agua de la red para esto, esta forma de tratar las aguas residuales es una de las más comunes y más utilizada en el mercado de la ciudad de México.

Azoteas verdes e hidroponía

En cuanto al área de azotea se tiene pensado que puede haber cultivos hidropónicos ya que se pueden implementar invernaderos de aproximadamente 200m² por cada torre cuadrangular, dejando área libre para la instalación de tinacos de agua y tanques estacionarios de gas.

Reutilización de contenedores

El contenedor de deshecho puede ser un elemento reciclable que ayude a la sustentabilidad y protección del medio ambiente, en México y el mundo se han utilizado estos en diferentes proyectos como lo hemos visto anteriormente, por lo que puede ser un elemento importante a considerar en la actual propuesta, como hemos dicho el contenedor que nos puede ser útil es el de 20 pies, y más útiles pueden ser los denominados "Open top" que tienen como característica principal que se puede abrir la cubierta. Otro tipo es el "Flat rack", que carece de paredes laterales y a veces de paredes delantera y posteriores, este tipo de contenedores se utilizan para transportar cargas atípicas, los "Open slide" tiene la característica de poder abrirse por alguno de sus lados en lugar de la parte trasera, tres cualidades que ayudan mucho a nuestros módulos complementarios.



Asimismo los contenedores tienen piezas que rematan los vértices, estas son las que sirven para izar y mover los contenedores así como para fijarlos en las distintas plataformas de transporte y apilarlos y estibarlos unos sobre otros, lo que puede ser muy útil en el proyecto y diseñar detalles en la estructura para aprovechar estas piezas y geometrías, ya que estas piezas están sometidas a un proceso de fabricación muy estricto, debiendo superar test tanto de resistencia como de composición química del acero. También existen piezas complementarias que se usan para la fijación de los contenedores en la cubierta de los cargueros, y en las plataformas de los vehículos terrestres, estas piezas fundamentalmente de amarre y estiba de los mismos igualmente puede adaptarse al proyecto.

Los contenedores son muy resistentes ya que el material con que se fabrican es igualmente acero, en paneles de chapa plegada soldada mediante soldadura de arco de CO₂, que se realizan de forma continua y con penetración total, están diseñados y fabricados para transportar mercancías de todo tipo por mar, carretera y ferrocarril, manteniendo su integridad estructural y física en un rango de temperaturas entre -30 y 80 grados centígrados, y los fabricantes además de hacer que cumplan las normas ISO de aplicación, se acogen a otras estrictas normativas mundiales lo cual les da un alto grado de seguridad, calidad y resistencia.

Un contenedor contiene tanto espacio que uno solo puede albergar todo lo necesario para que una persona pueda vivir, de hecho podemos decir que la mayor parte de la humanidad viven en dimensiones tan reducidas como la de un contenedor marino y gracias a las características estructurales de estos ofrecen una mayor resistencia que cualquier construcción realizada por métodos tradicionales, y es definitivamente innegable que colocar uno sobre otro, o uno junto a otro, en las múltiples posibilidades que geoméricamente existen es construir y como en muchos proyectos ya existentes hacer Arquitectura de contenedores (AC).

En cuanto a el peso un contenedor ISO 20' tiene un peso de 1900 kg, lo que puede variar según el fabricante, lo que significa 127.86 kg/m² lo cual está a mucha distancia del peso de una construcción tradicional y si a esto se considera sus 1.025.57 kg/m² que puede soportar, también encontramos una capacidad de carga muy por encima de lo que un edificio tradicional requiere, por lo que podemos afirmar que el rendimiento estructural en los contenedores es muy alto que no puede ser comparado con un edificio tradicional. Además de que ofrecen una extraordinaria portabilidad ya que esta es su naturaleza y podemos colocarlos en sitio fijándolos en el lugar de la obra y será sumamente fácil volverlos a transportar y recolocar, por lo que los contenedores permiten una arquitectura portátil o efímera como lo pretende el proyecto.



3.6 Cumplimiento con el reglamento de construcción del Distrito Federal e Integración a régimen de condominios

Es importante hacer notar que un tipo de proyectos como este debido a sus características no se integra ni cumple con el Reglamento de construcciones del Distrito Federal en su totalidad, por lo que se tendrían que gestionar permisos especiales o fomentar que el mismo fuera actualizado para la nueva dinámica de edificios de vivienda que requiere la ciudad ya que se observa que este no es adecuado y se contrapone con otras leyes y normativas que no son resueltas ni integradas en un solo concepto.

De acuerdo al régimen de propiedad en condominio el proyecto propone como condominio vertical tener una área privativa (7) de 37.20 m² con una altura de 6.10 m que puede ser adquirida o rentada en su caso así como servicios y áreas de bien común en el proyecto que cumplen lo establecido en dicho reglamento.

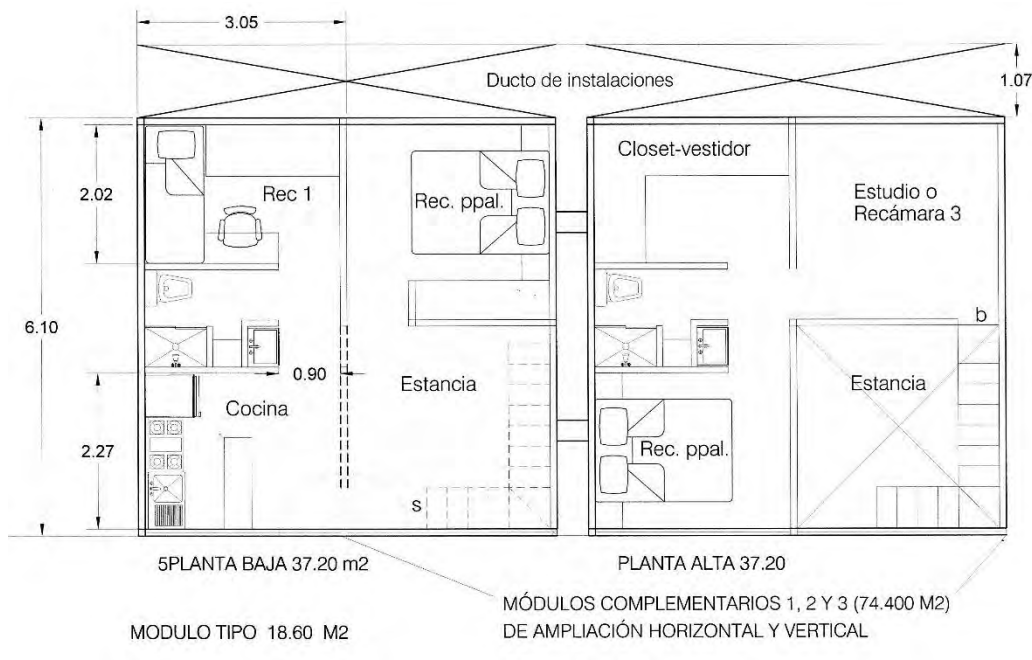


Fig. 37. Módulo básico y complementarios habitables prefabricados área total 74.40 m²

7. Es el departamento, vivienda, local, áreas, naves y elementos anexos que le correspondan, tales como estacionamiento, cuarto de servicio, jaulas de tendido, lavaderos y cualquier otro elemento que no sean áreas y bienes de uso común sobre el cual el condómino tiene un derecho de propiedad y de uso exclusivo, siempre que esté así establecido en la Escritura Constitutiva e Individual.



CONCLUSIONES

Comparativas y resultados entre los dos sistemas constructivos

En el presente trabajo uno de los puntos más importantes a considerar es la comparativa entre los dos sistemas, para esto me aboco a considerar los cuatro temas que considero más importantes como son: medio ambiente, seguridad laboral, calidad, aspectos económicos (aspecto planteado en la hipótesis) y por ultimo una comparativa final.

Medio ambiente

Desde siempre, se ha asociado construcción a contaminación. La búsqueda de un sistema constructivo que mejore en este aspecto ha llevado a realizar varios estudios y análisis en donde se comprueba que la construcción tradicional es claramente desfavorable en el aspecto ambiental siendo la construcción prefabricada en acero la más favorecida. Teniendo en cuenta que los factores de más peso en la comparativa son el consumo de materias primas y los residuos generados, se puede afirmar que la construcción tradicional es una metodología donde se consume una cantidad innecesaria de materias primas y además es un sistema donde se genera mucha cantidad de residuos que no son capaces de ser reciclados ya que es difícil llevar un control de separación de residuos en obra.

Seguridad laboral

Este aspecto de la construcción se vería beneficiado al realizar construcción industrializada, ya que la mayor parte de las obras en México son tradicionales y se realizan en concreto y mampostería, donde todavía se tienen y reportan altas tasas de siniestralidad, según reportes de la Secretaria del trabajo y previsión social, anualmente se presentan 3.21 casos por cada 100 trabajadores, siendo las construcciones donde se utiliza el concreto armado las que presentan el mayor número de accidentes, por lo que se puede concluir que al apartar los procesos y fraguado del concreto armado se pueden reducir en gran número los accidentes en obra, mejorando también los plazos de ejecución y calidad de la obra.

Calidad.

Con respecto a este punto es importante hacer notar que al tener un proceso controlado de producción se puede tener una mayor control de calidad de los productos o módulos habitacionales, los cuales pueden ser verificados en fabrica en los aspectos más importantes de materiales y funcionalidad antes de ser llevados a sitio, por lo que la construcción industrializada nos ofrece un alto nivel en este aspecto.



Aspecto económico.

Siendo este el aspecto principal que plantea la hipótesis de esta tesis se verifica al realizar una comparativa económica entre los dos sistemas que de acuerdo a lo existente en materiales y costo de mano de obra actual en el Distrito Federal, los costos directos de un tipo de vivienda modular industrializada podrían ser más costosos que la construcción tradicional, sin embargo el desembolso inicial en este tipo de vivienda puede ser mucho más bajo y en un futuro al producir módulos habitacionales en México se pudiera bajar considerablemente el costo de la vivienda industrializada y situarla en ventaja con respecto a la tradicional. Es importante hacer notar que aunque actualmente no es la mejor opción desde el punto económico con respecto al costo directo, la construcción industrializada presenta un costo indirecto considerablemente menor debido a la reducción de plazo para la realización de la obra.

Flexibilidad y adaptabilidad del proyecto.

El proyecto debido a su diseño permite flexibilidad y adaptabilidad a los cambios de vida de los usuarios, esto teniendo ciertas limitantes debido a aspectos técnicos, legales y de espacio establecido para tener una vivienda familiar.

Conclusión final

Realizar una obra de vivienda industrializada modular de grandes dimensiones como la propuesta puede reducir los costos de la misma, no tanto por el material y costos directos que se utilicen, sino por la reducción de los costos indirectos debido a la reducción del plazo en su ejecución pudiendo ofrecer mejores estándares de calidad al tener un control de verificación en fábrica y teniendo menos accidentes laborales por disminuir el trabajo en ambientes de riesgo sobre todo al utilizar el concreto armado.

De esta manera se puede ofrecer al habitante de la ciudad de México una opción más accesible para comprar y habitar en el caso de no poder adquirir un departamento tradicional, el cual puede adaptarse a sus cambios de vida siendo esta flexible y considerando además aspectos de sustentabilidad y bioclimática que ayuden a preservar el medio ambiente del Distrito Federal, por lo que mi propósito y objetivo con esta investigación es que se abra la oportunidad o el camino para realizar un proyecto ejecutivo y de ser posible un prototipo real en un futuro.



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS:

- Avelar Aguirre Jorge, (2012), Industrialización: solución la vivienda popular, Universidad Autónoma de Guadalajara, Escuela de ingeniería Civil, 2002.*
- Barón Carlos, (2012), AC: Arquitectura de contenedores, España 2012*
- Broad, (2012) <http://www.broad.com:8089/english/product/bsb/bsb.asp>, enero 2012*
- Blachère, G., (1977), Tecnologías de la construcción industrializada. Barcelona: Gustavo Gili, 1977.*
- CONAPO, (1994) Evolución de las ciudades en México 1900-1990, Consejo Nacional de Población y Fondo de Población de las Naciones Unidas, México, 1994.*
- Deschamps González Ignacio (2011), Programas y acciones de financiamiento al sector vivienda, Asociación de Bancos de México, Asociación Hipotecaria Mexicana, 2011.*
- Garza, G. (2003). La urbanización de México en el siglo XX. México: El Colegio de México.*
- García, B., y Imas, V.J. (1996). De la promoción estatal a la mitificación del mercado En: Las políticas sociales de México en los años noventa. México: Universidad Nacional Autónoma de México-Instituto de Investigaciones Sociales/Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales/Instituto de Investigaciones "José María Luis Mora"/Plaza y Valdés.*
- INEGI, (2010) <http://www.censo2010.org.mx/>*
- INEGI, (2000-2010) Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares de 2000 y 2010. Investigación que realiza sobre la magnitud de las clases sociales en México en la primera década del siglo XXI.*
- J.I Aragonés y F.J. Burillo, (1985) Introducción a la Psicología Ambiental. Editorial Alianza, Madrid, 1985.*
- Madrazo, L., Sicilia, A., (2005), "BAR_CODE HOUSING SYSTEM, a computer aided design and building system for housing blocks". The 3rd International Conference on Innovation in Architecture, Engineering and Construction (AEC 2005), Rotterdam, 2005.*
- NCDTRDF, (2004) Normas complementarias de diseño y técnicas del reglamento de construcciones para el Distrito Federal, enero 2004, Gaceta oficial del Distrito Federal, México.*
- NCTKK, (2011) <http://moleskinearquitectonico.blogspot.mx/2011/09/kurokawa-nakagin-capsule-tower.html>.*



- NTCDCEC, (2011) *Normas técnicas complementarias de diseño y construcción de estructuras y cimentaciones, febrero 2011, Gaceta Oficial del Distrito Federal, México.*
- NTCDCEM, (2004) *Normas técnicas complementarias para diseño y construcción de estructuras metálicas, Gaceta Oficial del Distrito Federal, México.*
- NTCDS, (2004) *Normas técnicas complementarias para diseño por sismo, Gaceta Oficial del Distrito Federal, México.*
- NTCI, (2011) *Normas técnicas complementarias de instalaciones, febrero 2011, Gaceta Oficial del Distrito Federal, México.*
- NTCPA, (2011) *Norma técnica complementaria para el proyecto arquitectónico, febrero 2011, Gaceta oficial del Distrito Federal, México.*
- NTCRCDF, (2004) *Normas técnicas complementarias del reglamento de construcciones para el Distrito Federal, octubre 2004, Gaceta oficial del Distrito Federal, México*
- Programa Nacional de vivienda 2007-2012, hacia un desarrollo sustentable, Comisión Nacional de Vivienda, México, Enero 2008.*
- RCDF, (2004) *Reglamento de construcciones para el Distrito Federal, enero 2004, Gaceta oficial del Distrito Federal, México.*
- Ramírez Karla, (2007), 9 julio 2007, "ELEVA INFONAVIT FINANCIAMIENTO. Los que tienen para el enganche podrán comprar una casa más cara". *Periódico Reforma, Sección Negocios, pág. 12.*
- Veblen, (1899) *La teoría de la clase ociosa, Universidad de Chicago, Estados Unidos, 1899.*
- Vite Pérez Miguel Ángel (2010), *Vivienda escasa y cara. El déficit habitacional en la Ciudad de México Fragmentos del ensayo aparecido en el semanario Etcétera.*
- Wadel Gerardo (2009), *Tesis doctoral "La sostenibilidad en la construcción industrializada", Universidad Politécnica de Cataluña, España.*
- Weave, (2012) <http://www.meridian105.com/projectweave.html>, junio 2012



ANEXOS



Anexo 1.

Esquemas de financiamiento hipotecario en México.

La adquisición de la primera vivienda de interés medio o residencial requiere de un esfuerzo importante por parte de una familia. A la fecha generalmente se demanda tener un ahorro equivalente del 5% (con apoyo INFONAVIT), que puede llegar al 40% del valor de su propiedad para cerrar el trato en caso de vivienda media o residencial, esta cantidad se le paga en calidad de enganche al propietario de la vivienda que puede ser el desarrollador o el constructor en calidad de enganche. El programa denominado Apoyo INFONAVIT es un crédito otorgado por un Banco o SOFOL usando las aportaciones subsecuentes al Instituto, para amortizar el crédito; el saldo de la Subcuenta de Vivienda, queda como garantía de pago, en caso de pérdida de empleo. Las aportaciones patronales una vez otorgado el crédito, se pueden aplicar como anticipo a capital para reducir el plazo del crédito y pagar menos intereses o para disminuir el pago mensual. La Subcuenta de Vivienda, queda como garantía en caso de incumplimiento de pago por pérdida de empleo. Con el Apoyo INFONAVIT, el comprador al combinar la hipoteca bancaria con dicho apoyo, puede acceder a una vivienda de mejor calidad que de interés social. Con el crédito COFINAVIT una parte se la presta el INFONAVIT y otra un Banco o SOFOL (Sociedad Financiera de Objeto Limitado) para comprar una vivienda en cualquier parte de la República Mexicana con un valor de hasta \$517,846.00 equivalente a 350 Veces el Salario Mínimo. A través del crédito COFINAVIT no se puede construir, remodelar o utilizar este crédito para pago de pasivos. El INFONAVIT aporta lo equivalente al saldo de la Subcuenta de Vivienda del comprador, más la cantidad que el patrón aporta cada bimestre (que normalmente se deposita en la Subcuenta). El banco o SOFOL presta una cantidad complementaria que determina el banco o SOFOL de conformidad con sus políticas. Este crédito es semejante al anterior pero varían los montos (Ramírez, 2007).

Requisitos del comprador de vivienda y características de créditos hipotecarios.

Los ingresos mínimos solicitados varían de acuerdo con el costo de la vivienda, el esquema del crédito y la zona geográfica y son, con apoyo INFONAVIT de \$9,000 a \$11,000 y sin él de \$11,000 a \$14,000 o más si la casa es residencial plus. Respecto de los ingresos, se pueden sumar los del solicitante a los del cónyuge si se requiere tener mayor capacidad de endeudamiento. La nacionalidad del solicitante puede ser mexicano o extranjero siempre que cuente con la Forma migratoria FM2. La edad requerida para tasa fija es de 21 años en adelante sin que la edad del solicitante más el plazo del crédito exceda los 75 años y con apoyo INFONAVIT de 21 años en adelante sin que la edad del solicitante más el plazo del crédito exceda los 65 años.



La vivienda puede ser nueva o usada, siempre y cuando esté terminada la construcción. La banca favorece los préstamos sobre viviendas nuevas por sobre las viviendas usadas. Su valor con Apoyo INFONAVIT desde \$250,000.00 hasta \$889,200.00 y sin apoyo INFONAVIT desde \$350,000.00 hasta lo equivalente a \$3'000,000.00. Puede estar ubicada en cualquier ciudad de la República Mexicana exista la disponibilidad del servicio, es decir, dónde el banco en cuestión tenga sucursales. En el caso de los extranjeros la Ley marca que la vivienda que desea adquirirse no tiene que estar en una franja de 100 Km. a lo largo de la frontera o a 50 Km. de las costas mexicanas; en caso de la vivienda residencial turística, que no cumple este requisito, la escrituración se efectúa por medio de un fideicomiso.

Actualmente casi todos los créditos hipotecarios se pactan a tasa fija, es decir el mismo tipo de interés y con pago mensual igual durante toda la vida del crédito. Si es con tasa fija con apoyo INFONAVIT, además de las características anteriores, tiene como ventaja que las contribuciones que hace el patrón al INFONAVIT se aplican para la amortización del crédito como prepago. La tasa de interés: con apoyo INFONAVIT va del 11.10% (HSBC) al 14.5% (COFINAVT de BANAMEX) y sin apoyo INFONAVIT del 11.80% (HSBC) al 14.50% (HSBC, para Remodelación o Liquidez). Como porcentaje máximo de financiamiento, la banca establece el 95% con apoyo INFONAVIT (BVA-BANCOMER) y del 80% el resto de los bancos, para tasa fija del valor del avalúo que el mismo banco elabora. En estas condiciones, el avalúo bancario es generalmente más bajo que el valor comercial de la propiedad con lo que el banco queda más protegido. El crédito puede contratarse con plazos de 10, 15 ó 20 años. En algunos bancos se puede hacer pagos anticipados de cualquier monto los cuales se aplicarán al capital, con ello se reducirá el plazo y liquidará el préstamo más rápido. Algunos bancos no penalizan el prepago, pero esto no es criterio general. La banca comercial exige hacer algunos desembolsos a la apertura del crédito. Hay un pago inicial de investigación socioeconómica que puede ser aproximadamente de \$500 pesos, comisión por apertura del 1% con apoyo INFONAVIT y del 2.0% (SCOTIA BANK-INVERLAT) al 3.5% (BVA-BANCOMER) sin apoyo INFONAVIT, avalúo bancario con base en los m² de construcción del inmueble más los honorarios notariales e impuestos que varían del 4% al 10% del valor de la propiedad ⁽⁶⁾.

6. Los datos anteriores fueron obtenidos de la investigación de campo realizada y aparecen en la información publicada por los bancos para fines informativos de los solicitantes. Dado que hay variaciones tanto entre la información recopilada como en los requisitos a los clientes por parte de los bancos, se enumeran y describen los más usuales y el rango de los costos que se tendrían que pagar. www.crediasesoría.com/cofinavit. En julio de 2007, 1 UDI = 3.820571 (8/07/2007). www.bancodemexico.org.mx



Anexo 2. Costo de módulos industrializados

El manejo de los recursos económicos para la producción industrializada parte de una perfecta planeación para todo el proceso de fabricación, pues una vez iniciada la línea de producción todo el abastecimiento de materiales y la definición de las tareas deben seguir la secuencia establecida, se habla de que en la línea de producción todo debe llegar justo a tiempo para realizar las operaciones precisas. Finalmente este proceso planificado, donde cada tarea se analiza por sus tiempos y movimientos constituye lo que conocemos como la producción en serie, que implica la división del trabajo por tareas especializadas, la aplicación de maquinaria instalada de manera que cada operación equivalga a una estación de trabajo. La planta fabril se divide por secciones, las principales son el almacén de materia prima; el área para habilitación del material que básicamente cuenta con maquinaria para cortes rectos; las estaciones para formado, recorte preciso del material y los procesos para doblar o en general, cambiar la forma del material; las estaciones de unión y ensamble permanente; las estaciones de pre acabado, limpieza del material y pintura horneada por ejemplo; estaciones de ensambles mecánicos de conjuntos y componentes; estaciones de acabado final; estaciones de empaquetado; almacén de producto terminado; andén de carga.

Como puede verse, la inversión para iniciar la fabricación industrial de cualquier producto implica erogaciones cuantiosas, toda la materia prima se compra por adelantado, se tiene que contar con operarios calificados para cada tarea, y la infraestructura fabril que incluye la línea de producción con su maquinaria, escantillones, plantillas, moldes, etc. además de lo necesario para las labores de oficina y administrativas de la empresa. Estos tres aspectos constituyen un renglón de costos que un buen diseño, una buena planeación y un acertado manejo de los proveedores deben reducirse al máximo para posibilitar el gasto en otros aspectos que aseguran el éxito del proyecto, primeramente el desarrollo del producto, labores que implican el diseño del producto y el desarrollo de tecnologías necesarias para optimizar la producción; otro será el costo de ventas del producto, mismo que incluye todo esfuerzo para promover y colocar al producto en el mercado; finalmente el aspecto que constituye la razón de ser de la empresa: el rango de la utilidad y beneficio económico que debe dejar cada trabajo.

De manera que tenemos tres costos básicos: Materia Prima, Mano de Obra e Infraestructura Industrial. Dos inversiones: Desarrollo del Producto y Fuerza de Ventas. Y la Ganancia o Utilidad.

En la industria el cálculo de cifras para estas erogaciones o costes, se realiza a partir de considerar al 100% como el precio de venta en fábrica del producto. Cualquier empresario sabe que su utilidad por proyecto no puede ser menor al 35%, de otra manera sería más aconsejable otro tipo de inversión financiera.



En la industria se busca el lanzamiento de productos competitivos, de manera que su costo corresponda a la realidad del mercado. La manera de calcular los costos varía en cada tipo de empresa, de tecnología y de la experiencia propia. Por lo general se toma como base el costo del total de lo que será la materia prima, calculando costos de mayoreo y a concurso entre proveedores, este costo, en una industria de pailería, como podríamos considerar a la que fabricará estos componentes habitacionales, se estima como alrededor de un 20% a 25% del total, si tomamos en cuenta el peso del componente de 1750 kg y de esto el 60% del material que rige es el acero, al que consideramos con un precio de \$13.00/kg, tendremos un costo total de materia prima para el módulo de \$22,750.00 y que corresponderán al 22% del costo total del módulo y que incluye los costos como sigue:

Materia prima	22.00%	\$ 22,750.00
Mano de obra	10.00%	\$ 10,340.90
Infraestructura	15.00%	\$ 15,511.36
Ventas	13.00%	\$ 13,443.18
Diseño y desarrollo producto	5.00%	\$ 5,170.45
Utilidad	<u>35.00%</u>	<u>\$ 36,193.18</u>
COSTO TOTAL	100.00%	\$ 103,409.09

Esto cálculo muestra que el costo del módulo básico no varía mucho de lo que actualmente podemos encontrar en el mercado (\$ 100,000.00) a pesar de que los existentes son de importación, sin embargo la industria del diseño industrial y fabricación de productos es muy diferente a la industria de la construcción ya que el costo de un producto se puede y debe definir en un principio y con esto establecer nuestro proceso productivo definiendo materiales, procesos de fabricación y cantidades necesarias para cumplir con el costo definido, por lo que si somos conservadores podemos establecer un costo menor del 75 hasta el 50% en estos módulos.



Anexo 3.

Instrumento de medición y tablas de resultados de encuesta.

Instrumento de medición

El Instrumento utilizado es un cuestionario elaborado a base de 10 preguntas de las cuales las primeras nos dan datos generales de la persona como son nombre, género, edad y estudios o profesión, posteriormente se pasa a la investigación de datos económicos relacionados con la vivienda, ingreso y créditos, y las últimas preguntas están realizadas y enfocadas a investigar y analizar la aceptación que pudiera tener la vivienda industrializada modular, según el siguiente cuestionario:

Cuestionario para proyecto de vivienda media en el Distrito Federal.

1. Anota tu nombre o puedes dejar este espacio en blanco si lo deseas
2. Contesta las preguntas iniciales de datos y las siguientes según tu situación y preferencia.

Nombre	Q.1
(Opcional)	
<input type="text"/>	
Género *	Q.2
<input type="radio"/> Masculino	
<input type="radio"/> Femenino	
Edad *	Q.3
<input type="text"/>	
¿Que estudios o profesión tienes? *	Q.4
<input type="text"/>	
¿Tienes un trabajo remunerado actualmente? *	Q.5
<input type="radio"/> Si	
<input type="radio"/> No	



¿Cuanto consideras que podrías pagar por una casa o departamento en el Distrito Federal? * Q.6

- No podría adquirirla por el momento
- Hasta \$600,000.00
- De \$600,000.00 a \$1,400,000.00
- Más de \$1,400,000.00

¿Eres sujeto de crédito para adquirir un inmueble en el distrito federal? * Q.7

- Si
- No
- No se

¿Has tenido o piensas que tendrías que cambiar de casa o departamento por alguna razón en un futuro? * Q.8

Si es así, ¿Por que situación?



Revisa el croquis y explicación anexo ¿Estarías dispuesto a Q.9
habitar en este tipo de vivienda industrializada modular?, y si no es
así ¿Por qué razón? *

Diseño modular e industrialización de la vivienda media vertical en el Distrito Federal

La mayor parte de los habitantes de la ciudad de México no pueden adquirir una vivienda por un desequilibrio entre costo y salario, y si lo hacen, esta no se adapta a sus cambios de vida.

Para dar solución a esta problemática se propone el diseño modular y construcción industrializada de vivienda media vertical en el Distrito Federal, rompiendo con los sistemas tradicionales, para volverla más económica accesible y versátil, usando tecnología bioclimática y sustentable que ayude al ambiente y equilibrio ecológico.

A través de investigación y estudios de propuestas similares en otros países, se elabora el proyecto para la realización de un prototipo.

Fuente: Imágenes Google

Considerando que este tipo de vivienda industrializada Q.10
modular puede costar hasta 50% menos que una construcción
tradicional, ¿Estarías interesado en adquirirla? *

Ejemplo. Un departamento de 75m² en el Distrito Federal con un costo de \$1'400,000.00 (Un millón cuatrocientos mil pesos 00/100 m.n.) podría ser adquirido por \$700,000.00 (Setecientos mil pesos 00/100 m.n.), hay que considerar que se tendría que pagar un renta mensual en la torre de servicios equivalente al mantenimiento de una vivienda media de \$ 2,000.00 (Dos mil pesos 00/100 m.n.)

- Sí
- No

Procedimiento

Las encuestas fueron realizadas a través de medios de internet y en entrevista directa a la personas, en el primer caso se aplicó el instrumento a personas que cumplen el perfil de la muestra y asimismo se les solicitó que la envíen a personas conocidas con las mismas características para tener una relación indirecta y así una mayor veracidad en las respuesta, fue necesario y útil también aplicar el cuestionario de forma directa a los habitantes en parques y plazas públicas de colonias de nivel económico medio, como lo es la colonia del valle, en este caso se pidió la colaboración de las personas que cumplen con el perfil de responder al cuestionarios para lo cual se les dio una breve explicación del tipo de vivienda, en estos casos se notó una mayor cooperación sin embargo también hubo muchas



personas que no quisieron llenar el cuestionario, hubo varios casos de personas que quedaron fuera del rango de edad establecido, sin embargo su respuesta en muchos casos fue favorable para la aceptación de este tipo de vivienda modular industrializada por lo que al poder ser consideradas por su edad a un crédito hipotecario según los requisitos establecidos por la banca, fue importante considerarlas dentro de la encuesta realizada.

Lugares y fechas de realización de encuestas.



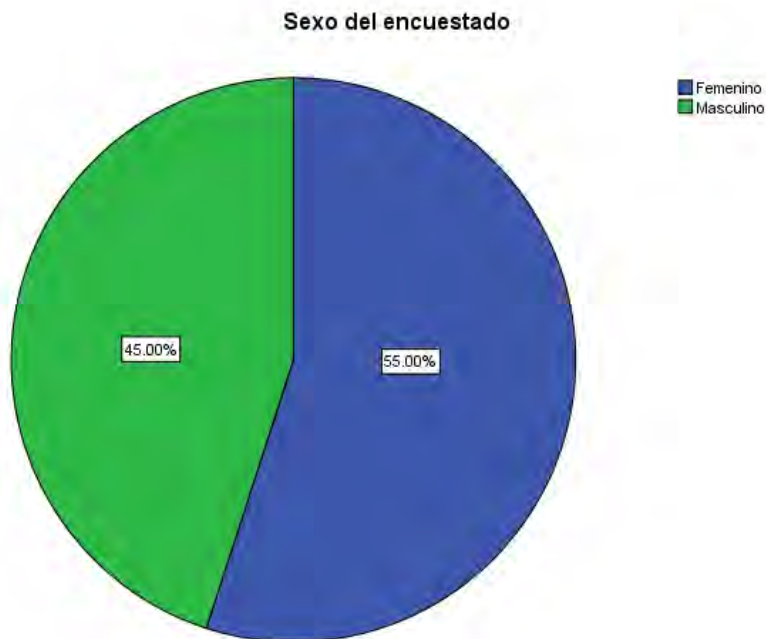
- Encuestas realizadas por Internet a través del portal Polldaddy a entre el 21 y 27 de Abril 2012
- Encuestas realizadas en Congreso ANES en Cuernavaca Morelos de fecha 5 de Octubre 2012
- Encuestas realizadas en exposición del 31 de Octubre 2012 realizada en UNAM.
- Encuestas realizadas en parques y plazas comerciales de la Colonia del Valle como Plaza Universidad y Coyoacán durante los fines de semana del mes de Octubre.
- Encuestas realizadas en feria y exposición de vivienda del 9 al 11 de Noviembre en sala de exposiciones del WTC en México D.F.



Tabla 1A

Sexo del encuestado

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje valido	Porcentaje Acumulado
Femenino	55	55.0	55.0	55.0
Masculino	45	45.0	45.0	100.0
Total	100	100.0	100.0	



Gráfica 1

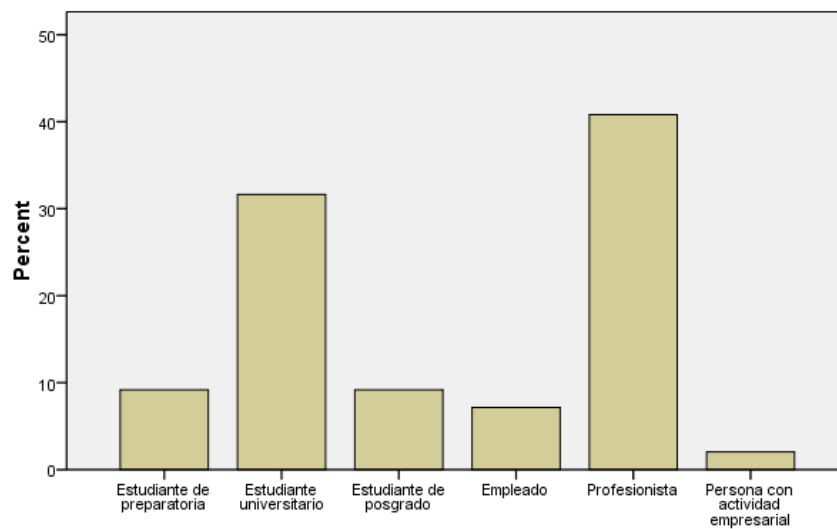


Tabla 1A

Actividad del encuestado

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje valido	Porcentaje acumulado
Estudiante de preparatoria	9	9.0	9.2	9.2
Estudiante universitario	31	31.0	31.6	40.8
Estudiante de posgrado	9	9.0	9.2	50.0
Empleado	7	7.0	7.1	57.1
Profesionista	40	40.0	40.8	98.0
Persona con actividad empresarial	2	2.0	2.0	100.0
Total	98	98.0	100.0	
No contesto	2	2.0		
Total	100	100.0		

Actividad del encuestado



Actividad del encuestado

Gráfica 2

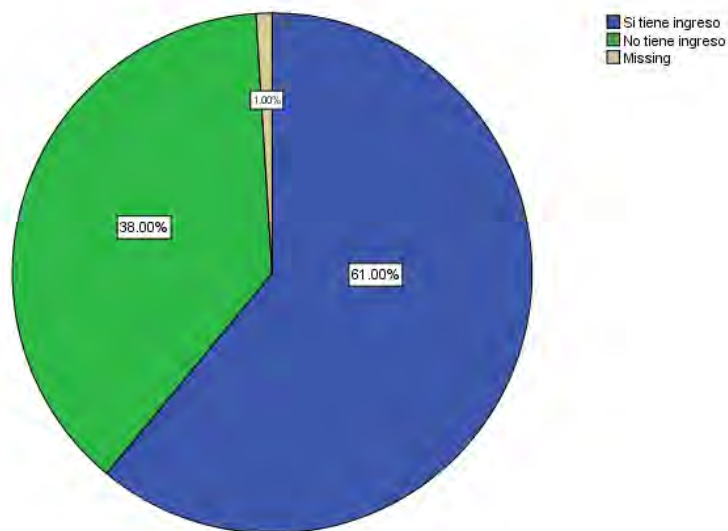


Tabla 3A

Ingreso del encuestado

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje valido	Porcentaje acumulativo
Si tiene ingreso	61	61.0	61.6	61.6
No tiene ingreso	38	38.0	38.4	100.0
Total	99	99.0	100.0	
No Contestaron	1	1.0		
Total	100	100.0		

Ingreso del encuestado



Gráfica 3

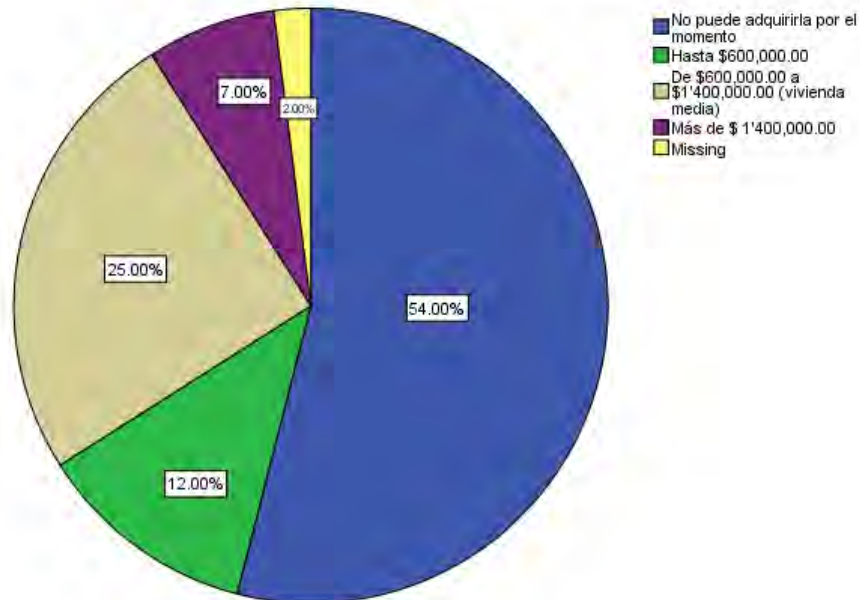


Tabla 4A

Capacidad de pago para vivienda del encuestado

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje valido	Porcentaje acumulativo
No puede adquirirla por el momento	54	54.0	55.1	55.1
Hasta \$600,000.00	12	12.0	12.2	67.3
De \$600,000.00 a \$1'400,000.00 (vivienda media)	25	25.0	25.5	92.9
Más de \$ 1'400,000.00	7	7.0	7.1	100.0
Total	98	98.0	100.0	
No contestaron	2	2.0		
Total	100	100.0		

Capacidad de pago para vivienda del encuestado



Gráfica 4

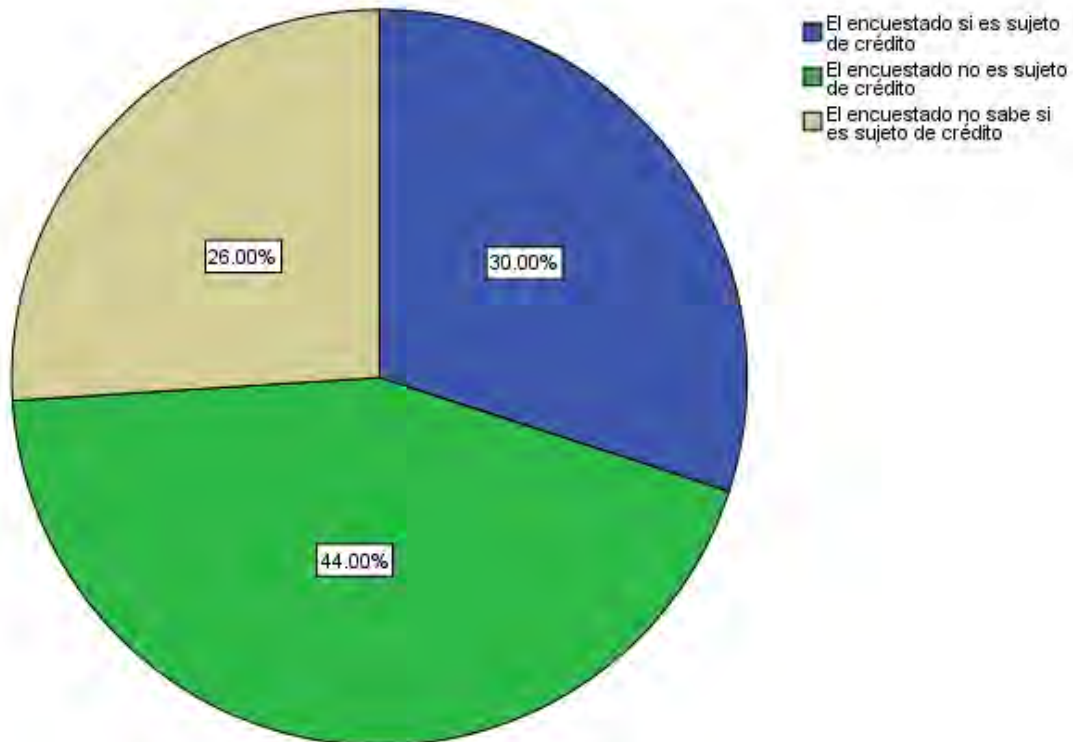


Tabla 5A

Situación crediticia del encuestado

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje valido	Porcentaje acumulativo
El encuestado si es sujeto de crédito	30	30.0	30.0	30.0
El encuestado no es sujeto de crédito	44	44.0	44.0	74.0
El encuestado no sabe si es sujeto de crédito	26	26.0	26.0	100.0
Total	100	100.0	100.0	

Situación crediticia del encuestado



Gráfica 5

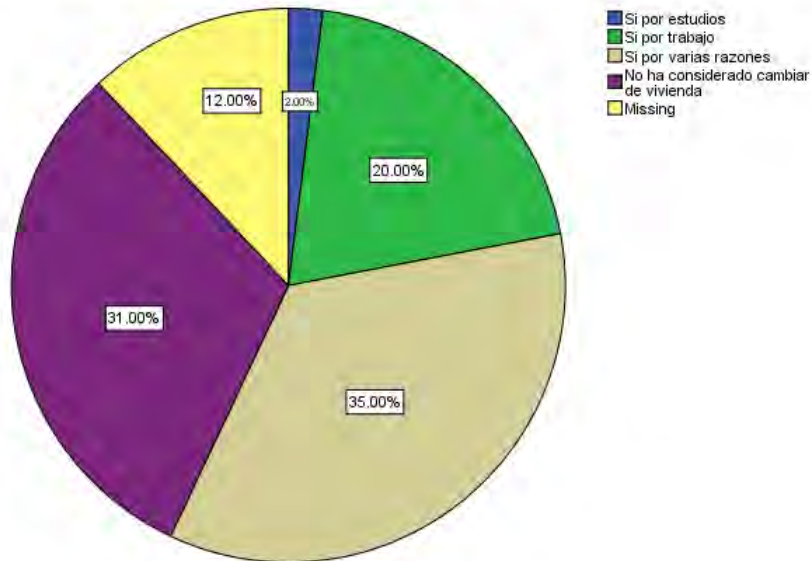


Tabla 6A

El encuestado ha considerado cambiar de vivienda por diferentes motivos

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje valido	Porcentaje acumulativo
Si por estudios	2	2.0	2.3	2.3
Si por trabajo	20	20.0	22.7	25.0
Si por varias razones	35	35.0	39.8	64.8
No ha considerado cambiar de vivienda	31	31.0	35.2	100.0
Total	88	88.0	100.0	
No contestaron	12	12.0		
Total	100	100.0		

El encuestado ha considerado cambiar de vivienda por diferentes motivos



Gráfica 6

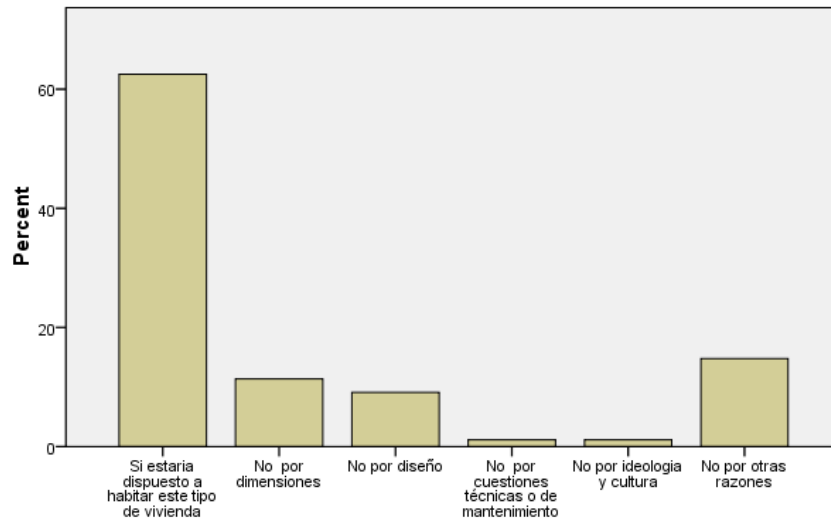


Tabla 7A

Aceptación de habitabilidad

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje valido	Porcentaje acumulativo
Si estaría dispuesto a habitar este tipo de vivienda	55	55.0	62.5	62.5
No por dimensiones	10	10.0	11.4	73.9
No por diseño	8	8.0	9.1	83.0
No por cuestiones técnicas o de mantenimiento	1	1.0	1.1	84.1
No por ideología y cultura	1	1.0	1.1	85.2
No por otras razones	13	13.0	14.8	100.0
Total	88	88.0	100.0	
No contestaron	12	12.0		
Total	100	100.0		

Aceptacion de habitabilidad



Aceptacion de habitabilidad

Gráfica 7

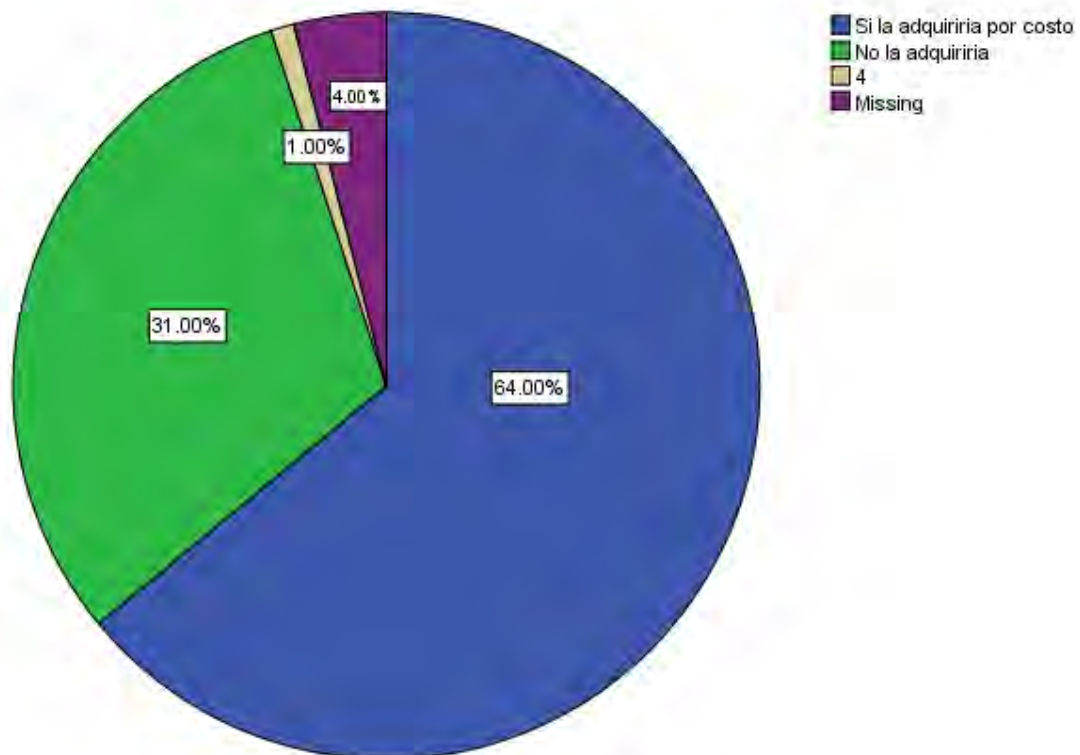


Tabla 8A

Aceptación de la vivienda por costo

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje valido	Porcentaje acumulativo
Si la adquiriría por costo	64	64.0	66.7	66.7
No la adquiriría	31	31.0	32.3	99.0
4	1	1.0	1.0	100.0
Total	96	96.0	100.0	
No contestaron	4	4.0		
Total	100	100.0		

Aceptación de la vivienda por costo



Gráfica 8



Tabla 9A

Cruce de variables

Sexo del encuestado * Aceptacion de habitabilidad Crosstabulation

Sexo del encuestado	Femenino	Count	Aceptacion de habitabilidad						Total
			Si estaria dispuesto a habitar este tipo de vivienda	No por dimensiones	No por diseño	No por cuestiones técnicas o de mantenimiento	No por ideología y cultura	No por otras razones	
		31	6	6	6	0	0	9	52
		59.6%	11.5%	11.5%	11.5%	.0%	.0%	17.3%	100.0%
		% within Sexo del encuestado							
		56.4%	60.0%	75.0%	.0%	.0%	.0%	69.2%	59.1%
		% within Aceptacion de habitabilidad							
		35.2%	6.8%	6.8%	.0%	.0%	.0%	10.2%	59.1%
		% of Total							
	Masculino	24	4	2	1	1	1	4	36
		66.7%	11.1%	5.6%	2.8%	2.8%	2.8%	11.1%	100.0%
		% within Sexo del encuestado							
		43.6%	40.0%	25.0%	100.0%	100.0%	100.0%	30.8%	40.9%
		% within Aceptacion de habitabilidad							
		27.3%	4.5%	2.3%	1.1%	1.1%	1.1%	4.5%	40.9%
		% of Total							
Total		55	10	8	1	1	1	13	88
		62.5%	11.4%	9.1%	1.1%	1.1%	1.1%	14.8%	100.0%
		% within Sexo del encuestado							
		100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
		% within Aceptacion de habitabilidad							
		62.5%	11.4%	9.1%	1.1%	1.1%	1.1%	14.8%	100.0%
		% of Total							



Anexo 4.

Planos arquitectónicos y prototipo