



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA
DIVISIÓN DE INGENIERÍA CIVIL
TOPOGRÁFICA Y GEODESICA

**EL CONCRETO PREMEZCLADO, INSUMO
EFICAZ Y EFICIENTE PARA LA
CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA BÁSICA.**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A:
ALFREDO MOCTEZUMA MORALES

DIRECTOR DE TESIS:
ING. ERNESTO BERNAL VELAZCO



CIUDAD UNIVERSITARIA, MÉXICO, D.F.

2004



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.

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA
DIRECCIÓN
FING/DCTG/SEAC/UTIT/172/02

Señor
ALFREDO MOCTEZUMA MORALES
Presente

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor ING. ERNESTO BERNAL VELAZCO, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de INGENIERO CIVIL.

"EL CONCRETO PREMEZCLADO, INSUMO EFICAZ Y EFICIENTE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA BÁSICA"

- I. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES DE SECTOR DE LA VIVIENDA EN MÉXICO
- II. MATERIALES Y PROTOTIPOS QUE BENEFICIAN LA PRODUCCIÓN DE VIVIENDA
- III. COMPARATIVAS EN BENEFICIO, COSTO, TIEMPO Y MANO DE OBRA
- IV. RESULTADOS Y BENEFICIOS DEL CONCRETO PREMEZCLADO
- V. CONCLUSIONES

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

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

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPIRITU"

Cd. Universitaria a 4 Diciembre 2002
EL DIRECTOR

M.C. GERARDO FERRANDO BRAVO
GFB/GMP/mstg.

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: Alfredo
Moctezuma Morales
FECHA: 20 - ENERO - 03
FIRMA: [Firma]

A Dios, por brindarme las oportunidades y condiciones de estudio que por medio de mis padres permitieron la culminación de mis estudios profesionales.

A mis queridos padres, por su valiosa e invaluable entrega y dedicación en todo momento a la formación de mi persona, por sus grandes consejos y deseos de superación, por su gran cariño y ejemplo. Por enseñarme a aprender de los triunfos y derrotas. Simplemente por ser mis padres y modelo a seguir.

A mi querida hermana, por ser mi gran compañera y motivo de superación y entrega.

A mis grandes abuelos, por su preocupación y orgullo a lo largo de mis estudios.

A mi primo Francisco Lizárraga, por su compañerismo y ejemplo.

A mis grandes amigos, por sus valores y apoyo de cada uno de ellos:
Alberto Mendoza, por sus consejos, por compartir grandes experiencias en las buenas y en las malas. Simplemente un gran amigo.
Armando Ibarrarán, por su lealtad y vivencias.
Edgar Barreiro y Guillermo Sánchez, por su valioso apoyo.
Eugenio Gómez, por su disposición en todo momento.
Fernando López, por la compañía en los tiempos difíciles.
Fernando Rivera, gran ejemplo y confidente.
Jorge Muñoz, por su lealtad y compañerismo.
Rafael Chávez, por contar con él en todo momento.
Ricardo Rivas, alguien que sabe escuchar y dar apoyo incondicional.

A los Hermanos Maristas, por su gran formación académica y grandes valores de superación y rechazo a la mediocridad.
Por su amor a la Virgen María.

A CEMEX Concretos, por el apoyo brindado en tiempo y experiencia .

*"Si piensas que estás vencido, lo estás.
Si piensas que te gustaría ganar pero no puedes,
no lo lograrás.*

*Si piensas que estás aventajado, lo estás.
Si piensas que perderás, ya has perdido.*

*Porque muchas carreras se han perdido
antes de haberse corrido,
y muchos cobardes han fracasado,
antes de haber su trabajo empezado.*

*Piensa en grande y tus hechos crecerán.
Piensa en pequeño y quedarás atrás.
Piensa que puedes y podrás.
Todo está en el estado mental.*

*La batalla de la vida no siempre la gana
el hombre más fuerte, o el más ligero,
porque tarde o temprano, el hombre que gana,
es aquel que cree poder hacerlo.*

Rudyard Kipling

EL CONCRETO PREMEZCLADO, INSUMO EFICAZ Y EFICIENTE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA BÁSICA

Í N D I C E

1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES DEL SECTOR DE LA VIVIENDA EN MÉXICO.	1
1.1 Introducción.	1
1.2 Necesidades de vivienda en México.	1
1.3 Registro regional de la producción y demanda anual de vivienda.	8
1.4 Fortalezas y debilidades del proceso de producción de vivienda.	12
1.5 Producción porcentual de vivienda a base de block, tabique y concreto en los cinco últimos años.	13
1.6 Características del sistema tradicional de construcción.	13
1.7 Características del sistema a base de moldes.	15
1.8 Características y propiedades del concreto premezclado y del elaborado en obra.	18
2. MATERIALES Y ANÁLISIS DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO PARA LA APLICACIÓN DEL CONCRETO PEMEZCLADO.	23
2.1 Definición y propiedades del sistema constructivo tradicional.	23
2.2 Definición y propiedades del sistema de construcción basado en moldes.	33
2.3 Análisis estructural del prototipo cuádruplex.	53
2.4 Desarrollo del sistema constructivo propuesto basado en moldes.	70
2.5 Análisis de programas y tiempos de ejecución.	75
2.6 Análisis del financiamiento en la construcción a base moldes.	81
3. COMPARATIVAS EN BENEFICIO, COSTO, TIEMPO Y MANO DE OBRA	88
3.1 Concreto en cimbra tradicional y cimbra propuestas.	88
3.2 Comparativa y análisis de la mano de obra empleada.	89
3.3 Comparativa y análisis de los tiempos de ejecución de obra.	90
3.4 Costos de vivienda construida a base de concreto, block y tabique.	93
3.5 Comparativa de costos entre el sistema tradicional y sistema basado en moldes.	96
4 RESULTADOS, BENEFICIOS Y APLICACIONES DEL CONCRETO LIGERO Y PREMEZCLADO.	100
4.1 Beneficios de la aplicación del concreto en la vivienda.	100
4.2 Aplicaciones adicionales del concreto ligero (caso práctico).	104
5 CONCLUSIONES	113
6 BIBLIOGRAFÍA	115

I. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

1.1 INTRODUCCIÓN

La presente tesis tiene como objetivo general encaminar y dar a conocer los beneficios que conlleva los cambios en los procesos constructivos, muy específicamente en el sector de la vivienda. En estos tiempos de constantes cambios que alteran nuestra forma de trabajo es necesario adaptar nuevas técnicas para el aprovechamiento de mejores recursos.

“El mundo de la construcción y de los negocios se encuentra en constante movimiento –afirma Tom Peters, en un estado de caos en el cual la permanente innovación es la única estrategia para sobrevivir, tanto para los individuos como para las organizaciones.” Por ello, es necesario presentar nuevos modelos en los sistemas constructivos que generen una mejora continua tanto en el desarrollo de la ingeniería así como de la vida de una sociedad.

Con esto, presento los objetivos que guían la presente tesis:

- Analizar y demostrar con un ejemplo práctico un sistema constructivo de concreto rápido y eficiente apoyado con programas de financiamiento para su utilización en el sector de la vivienda.
- Promover un sistema constructivo de vivienda de concreto que reduzca los tiempos de ejecución, el personal empleado, los costos financieros, comparado con los sistemas tradicionales de construcción y mejor calidad.
- Análisis de las aplicaciones del concreto premezclado ligero como insumo eficaz y eficiente en otros procesos constructivos.

1.2 NECESIDADES DE VIVIENDA EN MÉXICO¹

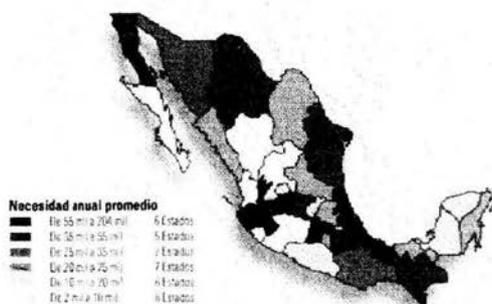
La industria de la construcción hoy actualmente requiere incorporarse de una manera más decidida a los procesos eficientes de la producción moderna, esto implica un cambio radical del planteamiento con que este sector ha enfrentado sus exigencias profesionales. En este sentido, los factores primordiales de la construcción como materiales, mano de obra, financiamiento y condiciones de venta tienen que ser operados con procedimientos del más alto rendimiento, eficacia, eficiencia y efectividad para seguir haciendo esta actividad rentable. La demanda de vivienda cada vez se incrementa, requiriéndose de una vivienda de bajo costo, durable y de alta calidad.

El análisis cuantitativo sobre la magnitud de la problemática habitacional utilizado para estimar el rezago debe complementarse con el cálculo de las necesidades de vivienda que se generarán como producto del incremento demográfico reflejado en la formación de hogares y del deterioro natural que año con año presenta el inventario de vivienda.

Las necesidades de vivienda expresan la cantidad de habitaciones requeridas que cumplen al menos, con los preceptos mínimos para que todos los habitantes del país alcancen este bienestar esencial. Este concepto debe diferenciarse del de la demanda, el cual corresponde a la cantidad de vivienda que la población puede comprar o rentar a un precio o alquiler determinado. De acuerdo con esta orientación, la política habitacional requiere atender el arribo de aquellos jóvenes en edad de formar un hogar independiente, así como evitar que el inventario habitacional se continúe deteriorando.

¹ Programa sectorial de Vivienda 2000-2006 (SEDESOL)

En el marco de la demografía actual, de mantenerse las tendencias, se estima que para el año 2010 habrá en el país alrededor de 30 millones de hogares, lo que se reflejará en una demanda anual promedio de 731 mil 584 unidades nuevas para cubrir las necesidades de crecimiento. Del mismo modo, si consideramos el año 2030, se estima que habrá 128.9 millones de mexicanos en 45 millones de hogares. Por lo que el incremento habitacional en 30 años deberá ser de 23 millones de unidades. Lo anterior representa la necesidad de edificar a partir de ahora, un promedio de 766 mil viviendas anuales. Con base en estas cifras, el Gobierno Federal se ha propuesto la meta de alcanzar un ritmo de financiamiento y construcción de vivienda de 750 mil unidades en el año 2006, cifra que deberá sostenerse al menos en ese nivel, a partir de ese año.



Características de la demanda de vivienda

La adecuada planeación del desarrollo del sector requiere cuantificar no solo el número de viviendas que el país necesita, sino las características de estas viviendas.

Con el propósito de vincular las necesidades de vivienda con los recursos de los habitantes, para determinar el tipo de demanda habitacional que se tendrá en los próximos años, se establece un análisis estadístico que relaciona a las necesidades de vivienda con la distribución nacional de la población ocupada y de los hogares por su nivel de ingreso. En este análisis se utiliza como referencia de la población ocupada la información de los resultados definitivos del XII Censo. Para los hogares, se utiliza la misma información censal, pero ajustada con los resultados de la Encuesta Nacional de Ingreso Gasto de los Hogares 2000 (ENIGH) con el propósito de evitar la desviación o sesgo en el ingreso de los hogares que se produce a partir de la sobreestimación en los primeros estratos y de la subestimación en los últimos, principalmente, por la marcada tendencia que se observa en el "no recibe ingresos" derivado del enfoque que tiene la batería de preguntas censales.

Bajo este contexto, se tiene que la tendencia observada en la estructura ocupacional muestra un redimensionamiento de las actividades económicas en forma paralela al proceso de urbanización e industrialización del país y de un cambio en la distribución del ingreso por efecto de la movilidad ocupacional. Si se analiza la población ocupada en el año 2000, se observa que 8.4 por ciento no recibía ingreso y un 60.2 por ciento adicional tenía ingresos menores a los 3 salarios mínimos.

Una adecuada planeación requiere vincular las necesidades de vivienda con los recursos de los habitantes. La demanda de vivienda para albergar a los nuevos hogares se suma a la necesidad de minimizar el deterioro natural de carácter cualitativo que ocurre en el inventario habitacional existente. Se observa que la población que no recibe ingresos creció de 1.7 millones en 1990 a 2.8 millones en el año 2000 y la que recibe menos de 3 salarios mínimos se incrementa de 16.6 millones a 20.3 millones de personas en el mismo periodo.

1.2.1 ESTIMACIÓN ESTADÍSTICA DEL TIPO DE VIVIENDA

La vivienda de interés social y la popular incluyen una amplia gama de productos destinados a satisfacer las necesidades de la población con ingresos de hasta 15 salarios mínimos. A fin de homogeneizar la definición del tipo de vivienda producida en el país, se proponen las siguientes 5 categorías de tipo de vivienda: básica, social, económica, media, media alta y residencial.

Para cuantificar estadísticamente el tipo de vivienda requerida y evitar el sesgo que da el concepto de ingreso "no especificado" que se incluye en los datos censales, tanto para la población ocupada como para la de hogares, este rubro (5.4 por ciento en población ocupada y 0.2 por ciento en hogares) se distribuye proporcionalmente entre los otros tipos de ingresos. De esta manera se concluye que, estadísticamente, con base en la distribución de ingreso por población ocupada, la demanda anual de vivienda requiere un 72.5 por ciento de viviendas tipo básico para quienes ganan hasta 3 salarios mínimos y un 14.9 por ciento de viviendas de tipo social para la población con ingresos entre 3 y menos de 5 salarios mínimos. De la misma forma, la producción del tipo de vivienda económica, para la población ocupada con ingresos de 5 a 10 salarios mínimos, requiere orientar el 8.5 por ciento de la oferta habitacional; y la población ocupada con ingresos mayores a 10 salarios mínimos demanda el 4.1 por ciento hacia aquellas viviendas de tipo medio, media alta y residencial.

Tipo de vivienda según promedio de construcción y la distribución por ingreso de la población ocupada

Tipo de vivienda	Población ocupada	%	Promedio de construcción en
Básica	24 485 035	72.5	hasta 30
Social	5 016 157	14.9	de 31 a 45
Económica	2 856 532	8.5	de 46 a 55
Media			de 56 a 100
Media Alta	1 372 046	4.1	de 101 a 200
Residencial			más de 200
Total	33 730 210	100.0	

Fuente: Dirección General de Política y Fomento a la Vivienda, SEDFSCV.

Tipo de Vivienda	% Población ocupada	Nueva	Mejoramientos	Total
Básica	72.5	531,063	289,029	820,092
Social	14.9	108,797	59,213	168,010
Económica	8.5	61,965	33,724	95,689
Medio Medio / alto Residencial	4.1	29,759	16,196	45,955
Total	100	731,584	398,162	1,129,746

Fuente: Dirección General de Política y Fomento a la Vivienda, SEDESOL

Cuadro 1.1
Demanda de vivienda con base en la distribución de ingreso por población ocupada

Tipo de Vivienda	% Hogares	Nueva	Mejoramientos	Total
Básica	40.9	299,392	162,943	462,335
Social	22.5	164,280	89,409	253,689
Económica	22.2	162,171	88,261	250,432
Medio Medio / alto Residencial	14.4	105,741	57,549	163,290
Total	100	731,584	398,162	1,129,746

Fuente: Dirección General de Política y Fomento a la Vivienda, SEDESOL

Cuadro 1.2
Demanda de vivienda con base en la distribución de ingreso por hogares

1.2.2 OFERTA DE SUELO E INSUMOS PARA VIVIENDA

El suelo con infraestructura y servicios donde construir representa el principal insumo de la vivienda. El problema en torno al suelo urbano es que su oferta ha sido insuficiente e inadecuada para la gran demanda existente. La expansión de las ciudades se ha dado, en buena medida, por medio de la invasión de terrenos de origen ejidal y, en menor grado, de terrenos de propiedad privada y del patrimonio inmobiliario de los tres órdenes de gobierno, que muchas veces son inapropiados para el uso urbano debido a sus características fisiográficas.

Actualmente en el inventario habitacional del país existen 21 millones 942 mil viviendas particulares habitadas, es decir 5 millones 907 mil más que hace diez años.

El reto a considerar es proveer de vivienda a las 731,584 familias que anualmente se incorporan a nuestra sociedad en promedio. La expansión de las ciudades se ha dado, en buena medida, por medio de la invasión de terrenos de origen ejidal inapropiados para el uso urbano debido a sus características fisiográficas.

1.2.3 CANTIDAD DE VIVIENDA REQUERIDA

Comparado con la estructura de ingresos que presentaba la población ocupada hace una década donde 7.2 por ciento no recibían ingresos y 71.1 por ciento tenían ingresos inferiores a 3 salarios mínimos se observa que la población que no recibe ingresos creció de 1.7 millones en 1990 a 2.8 millones en el año 2000 y la que recibe menos de 3 salarios mínimos se incrementó de 16.6 millones a 20.3 millones de personas en el mismo periodo. Ello significa, que no obstante que se registró un decremento relativo de casi 10 puntos porcentuales de los estratos de la población más necesitada, aquella que no tiene ningún ingreso y la que percibe menos de 3 salarios mínimos crecieron en términos absolutos 4.8 millones.

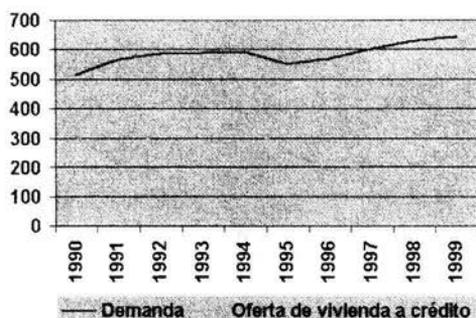
Lo anterior, permite establecer que a pesar de que se da un proceso de movilidad ocupacional y salarial importante en el país, casi un 70 por ciento de la población ocupada se mantiene con ingresos menores a 3 salarios mínimos (23 millones 152 mil 506) y continúa sin tener el suficiente poder adquisitivo para acceder a una vivienda en el mercado habitacional con sus propios medios, o a través de crédito bancario, ya que difícilmente se le considera sujeto de crédito hipotecario. Asimismo, este grupo, que representa el 68.6 por ciento de la población ocupada, estadísticamente, constituye el segmento de mayor demanda de vivienda.

Si se aplica la distribución del ingreso de la población ocupada, se estima que del promedio de 731 mil 584 unidades de oferta habitacional que México requiere producir anualmente para satisfacer las necesidades de vivienda nueva, cerca de 500 mil unidades (68.6 por ciento) se destinarían a satisfacer la demanda del segmento de población con ingresos menores a 3 salarios mínimos. Mientras que el 82.7 por ciento de la producción habitacional debe dirigirse a los estratos de población con ingresos menores a 5 salarios mínimos.

Por otra parte, si se analiza la distribución de los hogares por el nivel de ingreso, el 7.9 por ciento recibe ingresos menores a 1 salario mínimo y un 33.0 por ciento adicional reciben menos de 3 salarios mínimos. Si efectuamos el mismo cálculo para la demanda de 731 mil 584 unidades, utilizando la distribución de ingreso por hogares, resulta que aquellos con ingresos menores a 5 salarios mínimos demandarían el 63.3 por ciento de la vivienda nueva construida anualmente.

A pesar de que se da un proceso de movilidad ocupacional y salarial importante en el país, casi un 70 por ciento de la población ocupada se mantiene con ingresos menores a 3 salarios mínimos y continúa sin tener el suficiente poder adquisitivo para acceder a una vivienda en el mercado habitacional con sus propios medios.

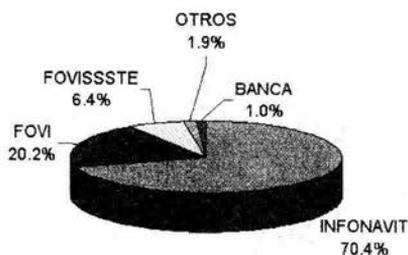
1.2.4 OFERTA DE VIVIENDA Y DEMANDA DE CRÉDITOS



Gráfica 1. Comportamiento Demanda - Oferta de vivienda a crédito
Participación de FOVI en el Financiamiento de Vivienda en México

Se puede apreciar la evolución de las necesidades de la vivienda y la oferta de crédito. Siempre nos ha consumido el hecho de que hay muchísima demanda y que no hemos sido lo suficientemente eficientes para poder tener la oferta de vivienda de crédito. Desde 1990 hasta 1999, de acuerdo con las estadísticas que se tienen, la demanda oscila por las 650,000 casas habitación mientras que la oferta representa cerca de 300,000. Se tiene ahí un déficit y esa diferencia que se ve, empieza desde 1990 hasta 1999. (Gráfica 1)

La necesidad de vivienda ha superado a la oferta. ¿Por qué? Insuficiente oferta de vivienda de bajo valor, la dificultad de las familias para ser sujetos de crédito y la insuficiente oferta de crédito. Las necesidades de vivienda y oferta por niveles de ingreso, la concentración de necesidades para familias de menores ingresos. Entre 1 y 3 salarios mínimos se concentra la necesidad y la oferta de vivienda. Realmente la oferta de vivienda que tenemos es pequeña, el 76% de este rubro es atendido por INFONAVIT.



Gráfica 2. Distribución por recursos

En la gráfica 2, se observa cuál es la distribución por recursos. En 1999 donde INFONAVIT representa el 70.4 %, la Banca 1%, FOVISSSTE el 6.4% y FOVI y Sofoles el 20.2%.

FOVI inició en 1963, cuando también se inició un programa financiero de vivienda. Ese programa financiero consistía en utilizar recursos de la banca y con esos recursos de inversión obligatoria de la captación de ahorro destinarlo a lo que es canalización de recursos financieros para la construcción y adquisición de vivienda.

En aquel entonces, de 1963 a 1970, cuando la inflación era del orden de un 6, un 7 %, el incremento del salario anual era del orden de un 8, 9%. En esta época de estabilidad, lo que sucedió fue que se pudo atender por parte de la banca a estos estratos bajos de la población mediante una inversión obligatoria de lo que captaba la banca y llegó a ser esa inversión obligatoria hasta de un 6% de todo el ahorro destinado a la canalización de recursos. Cuando hay estabilidad, cuando no hay crisis económica, se puede atender a la población de escasos recursos.

La función de FOVI fue apoyar la inversión de la banca en vivienda desde 1963. En aquella época su función únicamente era promover que la banca invirtiera en vivienda sus recursos, darle asistencia técnica para que los conjuntos habitacionales sirvieran de base para inversión obligatoria y garantizar mediante una especie de equivalencia a lo que hoy significa una garantía de incumplimiento del acreditado; además, ayudar a la banca en sus costos financieros por su intermediación. Esa era la única participación de FOVI, pero en esa época, con ese procedimiento, se llegaron a otorgar, a través del Programa Financiero de Vivienda 1,200,000 créditos. Sin embargo, a partir de 1973, ante la baja del petróleo y con la crisis, la inversión a largo plazo desapareció; no se contaba con un programa financiero a largo plazo.

La banca participaba, con más del 90% de la vivienda que se construía y se financiaba en México siendo canalizada a través de créditos de la banca. Esto es importante de resaltar debido al reto de retomar nuevamente la inversión privada de ahorro para destinarla a créditos de mediano y largo plazo en vivienda.

1.2.5 LAS DISTORSIONES EN EL MERCADO DE VIVIENDA, LA INSUFICIENTE OFERTA DE VIVIENDA DE BAJO VALOR.

Ante la crisis financiera los costos de inmueble y suelo urbano se incrementaron. A partir de 1992, se permite la venta de terrenos ejidales. Es un proceso paulatino de titulación pero aún así, el costo de la tierra es elevado. Hoy, el costo del terreno es sumamente caro, los promotores promueven vivienda de mayor valor que va destinada a gente de 15 a 25 salarios mínimos, y la gente de ingresos menores no puede acceder a este tipo de créditos. La otra es la carencia de infraestructura de cabecera y los altos costos regulatorios por finanzas municipales débiles. Por eso, se propone un buen programa para los municipios. Los municipios carecen de financiamiento, por lo que se requiere de un programa de financiamiento de municipios vía recuperaciones quizá del predial de esas mismas viviendas que se van a construir.

En algunos estados se va a más del 7% el valor de la vivienda. Este es otro reto que se tiene; en el cual, todas estas intermediaciones como son los municipios y estados, los intermediarios financieros, así como los participantes constructores y promotores tienen que lograr: bajar costos.

1.3 REGISTRO REGIONAL DE LA PRODUCCIÓN Y DEMANDA ANUAL DE LA VIVIENDA

OFERTA DE VIVIENDA SECTORIAL Y DEMANDA DE CRÉDITOS

RESUMEN NACIONAL DE LA OFERTA DE VIVIENDA Y DEMANDA DE CRÉDITOS

ESTADO	META	CRÉDITOS CON RECURSOS AUTORIZADOS	OFERTA DE VIVIENDA SIN INICIAR	OFERTA DE VIVIENDA A ENTREGAR EN 2002	OFERTA DE VIVIENDA CALENDARIZADA PARA SU ENTREGA
Aguascalientes	4,700	4,200	788	479	5,509
Baja California	13,500	8,821	4,126	1,186	13,131
Baja California Sur	1,800	1,234	414	250	1,038
Campeche	1,500	872	394	160	852
Coahuila	13,000	9,694	2,090	3,136	12,444
Colima	3,300	2,289	919	1,154	2,319
Chiapas	3,800	1,249	508	126	3,042
Chihuahua	18,338	16,782	2,789	2,150	13,077
Distrito Federal	30,000	22,601	276	2,470	4,426
Durango	3,726	2,573	705	1,636	2,376
Guanajuato	13,500	10,182	1,270	2,908	10,517
Guerrero	2,100	999	370	204	914
Hidalgo	6,400	2,936	1,506	522	4,613
Jalisco	18,000	7,517	1,321	3,399	14,058
México	22,000	9,531	17,852	16,659	32,655
Michoacán	6,500	4,821	773	1,306	4,226
Morelos	4,200	1,951	0	387	1,885
Nayarit	2,500	1,746	367	318	1,330
Nuevo León	19,400	14,675	1,480	6,426	17,918
Oaxaca	3,000	482	0	6	595
Puebla	6,500	4,280	759	1,389	9,028
Querétaro	6,000	3,725	722	896	4,802
Quintana Roo	3,900	2,790	3,982	3,327	3,321
San Luis Potosí	6,400	5,541	880	1,672	3,848
Sinaloa	11,000	9,159	1,956	3,720	6,594
Sonora	11,536	7,790	5,065	6,148	15,139
Tabasco	3,100	1,191	163	49	1,091
Tamaulipas	13,500	13,185	2,383	7,130	14,788
Tlaxcala	2,300	1,423	72	358	565
Veracruz	10,000	5,213	1,750	2,501	5,744
Yucatán	7,000	3,834	717	1,294	1,370
Zacatecas	2,500	932	98	551	668
TOTAL	275,000	184,218	56,495	73,917	213,883

1.3.1 LOS RETOS

Satisfacer la demanda de vivienda: 700,000 créditos al año y reducir la contingencia en el sistema de ahorro para el retiro mediante un subsidio al frente que permita elevar la tasa activa de los organismos de vivienda.

- Subsidio al frente

Si se otorga un crédito a tasa nominal del 4 o 5%, en este tiempo se está otorgando un subsidio porque las tasas del mercado o las tasas pasivas son mayores. Ese es un subsidio en el largo plazo que en algún momento se tiene que soportar. Lo mejor es; otorgar un subsidio al frente para que el diferencial del crédito sea a tasa de mercado y sea ese crédito susceptible de que inversionistas lo tomen, pues son redituables. Ese es el inicio de una bursatilización de hipotecas.

¿Por qué se requiere elevar el rendimiento del fondo de ahorro?

Aquí se tiene que si no se eleva un rendimiento del ahorro implicaría un costo fiscal del "sap" muy alto. Y si esa pérdida se elimina bajo un subsidio al frente, el costo fiscal sería exactamente el mismo.

La edificación y venta de la vivienda en México genera impuestos por aproximadamente 20% de su valor. De manera que si el subsidio se concentra en las familias de menores ingresos, que comprarían viviendas de menor valor, el gobierno podría obtener de las viviendas de mas valor los ingresos necesarios para cubrir este subsidio.

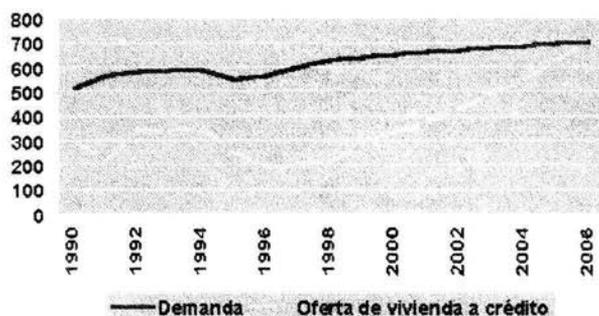
En los Municipios se podría presentar un programa de financiamiento de vivienda media, de vivienda de interés social con la captación de los prediales de todas estas viviendas, se podrían otorgar los recursos necesarios de infraestructura.

Para ello se requiere una estrategia que genere la suficiente oferta de vivienda media para producir ese flujo fiscal, así como apoyar la densificación de la vivienda de menor valor. En caso contrario se correría el riesgo de tener compradores con enganche, crédito y subsidios, sin una oferta de vivienda, o de otorgar subsidios para los que no se tienen recursos fiscales. La situación es que de todos los que intervienen en la producción de vivienda, se tiene capacidad y demanda, sin embargo el problema es financiero, y se puede atacar utilizando fuentes de financiamiento de inversiones privadas, a las cuales habría que darle un buen rendimiento. Hay que utilizar créditos con buen rendimiento y para atender a las familias de escasos recursos, otorgar un subsidio al frente.

El subsidio al frente es necesario para que el fondo de ahorro genere. Esa tasa representaría entre el 0.3% y el 0.4% del PIB para el año 2006. Como la vivienda cubre impuestos por aproximadamente 20% del valor, la edificación de 700,000 viviendas con un valor de 120 mil millones generaría esos recursos fiscales.

También se necesita abaratar el crédito, trasladar el riesgo de tasas de capitales vía la bursatilización, reducir el riesgo de crédito mediante menor "aforo" para subsidio al frente y un programa de ahorro que facilite el enganche y una cultura de pago de los deudores y apoyo de las autoridades.

La Banca como FOVI, ha establecido sistemas con los cuales los pagos anticipados o las cantidades que pueda pagar el acreditado se reciban para después aplicarlas, si se utiliza este procedimiento, para el año 2005 se puede establecer una línea de acción mezclada entre la oferta y la demanda de vivienda.



Gráfica 3. Evolución de oferta de crédito y necesidad.

En México el tipo de vivienda se puede clasificar de acuerdo a la superficie de construcción y el ingreso familiar.

Tipo de vivienda	Ingreso familiar mensual	Promedio de construcción por vivienda m ² / sq.ft	% de la Población Ocupada	% de los Hogares
Básica	hasta 370 Dlls.	hasta 30 / 323	73	41
Interés Social	370 a 620 Dlls.	31 a 45 / 323 a 484	15	23
Económica y Media	620 y 1240 Dlls.	46 a 55 / 484 a 592 56 a 100 / 602 a 1.076	8	22
Media Alta y Residencial	mayor a 1240 Dlls.	superior a 100 / 1.076	4	14

Fuente: Programa sectorial de Vivienda 2000-2006 (SEDESOL)

Durante el año 2000, considerado como uno de los mejores años para la edificación, la oferta institucional de vivienda cubrió sólo cerca del 70 por ciento de la demanda. Al final del año 2000 el rezago habitacional alcanzó los 4.3 millones de viviendas.

En los próximos 10 años, se estima que en México se requerirán edificar 8.2 millones de viviendas, de las cuales 77% serán básicas e interés social, 17% económica y media y 6% media alta y residencial.

Déficit habitacional 2000 (miles de viviendas)	
<i>Hogares sin vivienda</i>	760
<i>Viviendas al fin de vida útil</i>	1.060
Vivienda nueva	1.820
Reparaciones y adiciones	2.480
Rezaqo habitacional total	4.300

A fin de cubrir el rezago acumulado y la demanda anual de vivienda, será necesario construir 820,000 viviendas cada año. La disponibilidad y cantidad de créditos provenientes de instituciones de gobierno será el factor determinante para estas necesidades de vivienda. Dichas instituciones de crédito para la vivienda están enfocadas a los estratos sociales más bajos, y apoyan principalmente la construcción de vivienda básica y de interés social. Los créditos que se brindan incluyen: vivienda terminada, vivienda progresiva, lotes con servicios y mejoramiento de vivienda.

En el año 2001 la oferta de créditos de estas instituciones fue de aproximadamente 305,000, mientras que en el año 2004 se estima que la oferta ascenderá a 550,000.

1.3.2 Alcances y limitaciones del financiamiento: oferta-producción habitacional-demanda

El financiamiento de la vivienda sufrió un giro en 1992, cuando los ONAVIS, principalmente el INFONAVIT y el FOVISSSTE emprendieron un proceso de transformación y se convirtieron en entidades financieras, dejando de construir y orientándose al financiamiento hipotecario. Debido a lo anterior tuvieron que transformar sus programas y sus reglas de operación. La mayor debilidad de este nuevo perfil operativo ha sido el escaso impacto en el financiamiento para la producción de vivienda y la falta de atención a los grupos de población más vulnerables, tales como: madres solteras, discapacitados, habitantes de zonas marginadas, la población indígena y las familias de menores ingresos. Sin embargo, presenta la fortaleza de que promotores y constructores coloquen viviendas, de manera indistinta, entre los beneficiarios potenciales de cada organismo, caminando hacia la integración en un solo mercado de la producción y la demanda de vivienda. Otra fortaleza del nuevo perfil está en que los organismos concursan el otorgamiento de crédito para la edificación de vivienda a los promotores y constructores. Incluso en el caso del FOVI, a través de las SOFOLES, otorga créditos puente orientados a fortalecer la oferta habitacional, entregando préstamos a los constructores para que realicen la edificación de vivienda que puede ser individualizada por cualquier otro instituto.

Por su parte el INFONAVIT favorece el ritmo del tren de producción habitacional mediante convocatorias de subastas de financiamiento para la construcción de viviendas, siendo los promotores privados quienes realizan la obra.

En el financiamiento de la demanda de vivienda, estos cambios deben reflejarse aún más en que los trabajadores y empleados apliquen libremente sus créditos en adquirir la vivienda que mejor se ajuste a sus necesidades, calidad y precio. En este sentido, se debe construir a partir de las fortalezas que representan: la modificación de las reglas para el otorgamiento de créditos en los ONAVIS, porque los hace más accesibles a los usuarios; la instrumentación de esquemas financieros que combinen el ahorro con el subsidio, porque favorecen a las familias con menores ingresos; el cambio al perfil financiero que facilite un mercado primario y que pueda impulsar un mercado secundario; así como la participación de más agentes financieros especializados como las SOFOLES, porque fortalecen el esquema de otorgamientos de créditos, en especial la individualización y aquellos para la construcción de vivienda.

Con esto, la mayor debilidad de este nuevo perfil operativo ha sido el escaso impacto en el financiamiento para la producción de vivienda y la falta de atención a los grupos de población más vulnerables. En el financiamiento de la demanda de vivienda, los cambios deben reflejarse en que los trabajadores y empleados apliquen libremente sus

créditos en adquirir la vivienda que mejor se ajuste a sus necesidades, calidad y precio. De acuerdo con las proyecciones de CONAPO, el grupo de 20 a 59 años incrementará su peso relativo a 52.4 por ciento de la población total en 2006 y a 57.4 por ciento en 2025, lo que implicará que 56.1 y 71.8 millones formen parte de este amplio grupo de edad en 2006 y 2025, respectivamente. En los próximos seis años, la demanda habitacional más numerosa provendrá principalmente de las generaciones nacidas en la década de los setenta y parte de los ochenta, periodo en el cual el incremento demográfico en términos absolutos siguió siendo considerable, pese a la disminución de la tasa de crecimiento.

Las tendencias enunciadas determinan que la presión generada por la demanda de nuevos hogares seguirá siendo elevada. En cambio, es razonable estimar que en un futuro se atenúen los requerimientos de superficie edificada y el número de cuartos por vivienda, como resultado de la disminución prevista en el tamaño de los hogares.

1.4 FORTALEZAS Y DEBILIDADES DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE VIVIENDA

Las fortalezas y debilidades del proceso de producción de vivienda actualmente en el inventario habitacional del país existen 21 millones 942 mil viviendas particulares habitadas, es decir 5 millones 907 mil más que hace diez años y 9 millones 868 mil más que hace veinte, de las cuales el 69 por ciento tiene de uno a tres cuartos (sin contar la cocina) y un promedio de 4.4 habitantes por vivienda, es decir, uno menos que hace dos décadas. Sin embargo, como se describió anteriormente, aún existe un rezago habitacional importante tanto en lo que se refiere a vivienda nueva como en lo relativo al mejoramiento del parque habitacional actual, estimado en 1 millón 810 mil 930 y 2 millones 479 mil 735 respectivamente. Adicionalmente, existe el reto demográfico de proveer de vivienda a las familias que se incorporan a nuestra sociedad anualmente considerado en un promedio de 731,584 y de reparar o mejorar 398,162 unidades del inventario total de vivienda cada año.

Como parte de las fortalezas y debilidades del proceso de producción de vivienda, el principal problema en torno al suelo urbano es que su oferta ha sido insuficiente e inadecuada para satisfacer la gran demanda existente. Además, un alto porcentaje de las operaciones del mercado inmobiliario en el país se realiza al margen de las disposiciones jurídicas aplicables, en detrimento de la población de más bajos recursos primordialmente. Así mismo, se tiene el ciclo invasión-regularización que ha superado las posibilidades de planificación y la creación de nuevas reservas territoriales. Otra debilidad reside en la falta de identificación y de aseguramiento de suelo suficiente y accesible para uso habitacional en el ámbito local, así como en la escasa certeza jurídica sobre la tenencia de la tierra y en el ritmo poco dinámico de los procesos de desincorporación de terrenos del patrimonio federal y del régimen de propiedad ejidal.

Un aspecto favorable ha sido también la tenencia de la vivienda donde el porcentaje de viviendas propias se ha incrementado en veinte años; es decir, en la actualidad sólo una de cada cinco viviendas particulares habitadas no son propiedad de quien las ocupa. En forma reciente y cantidades limitadas, se comienzan a utilizar nuevos sistemas de construcción para la vivienda de interés social. Uno de estos métodos utiliza moldes metálicos para la construcción de vivienda monolítica. El block de concreto, el ladrillo de arcilla y el concreto armado son los materiales predominantes en las viviendas que se construyen. Los sistemas constructivos más comunes son intensivos en el uso de mano de obra.

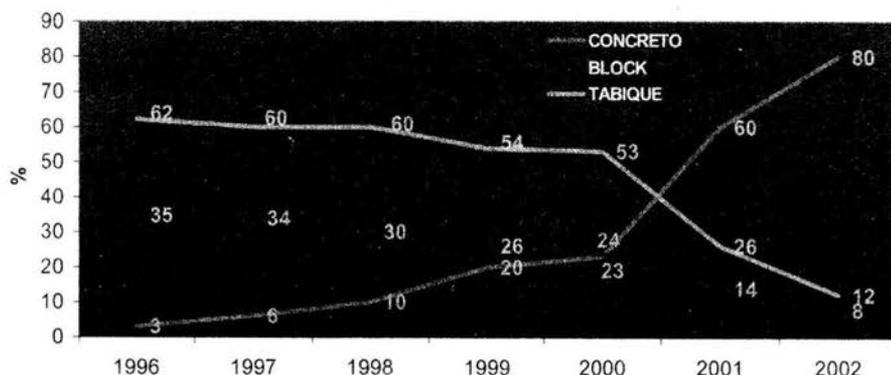
1.5 PRODUCCIÓN PORCENTUAL DE VIVIENDA A BASE DE BLOCK, TABIQUE Y CONCRETO EN LOS ÚLTIMOS AÑOS.²

La producción en serie de la vivienda de interés social comienza en el año de 1996, donde después de la crisis económica de 1994 se intenta reactivar la economía por medio de uno de los sectores más influyentes e impulsores de desarrollo en todo país, la Construcción, siendo específicamente el sector de la vivienda el que más demanda tenía en aquel momento.

El arranque del innovador sistema de construcción basado en moldes para el año 1995 y 1996 fue lento debido a la falta de créditos, sin embargo, presenta un repunte para el año de 1997 siendo que para el año de 1998 se contaba ya con una implementación del sistema de al menos del 10% del total de vivienda de interés social construida.

Para el presente año (2003) se reconoce que el sistema constructivo a base de moldes metálicos y concreto, alcanza ya un 80%. El restante se puede dividir equitativamente para el sistema tradicional a base de block y tabique recosido.

PROGRESO DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO



Gráfica 4. Progreso del Sistema Constructivo a base de moldes en los últimos 7 años

Como se observa en la gráfica, el año 2000 presenta una reacción muy considerable en el sector de la vivienda, derivado de una serie de programas y proyectos que hicieron que el novedoso sistema constructivo fuera más aplicado y con ello iniciar una decaída en el sistema constructivo tradicional.

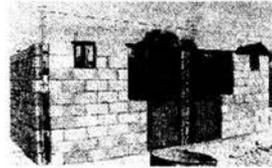
1.6 CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA TRADICIONAL DE CONSTRUCCIÓN

El block de concreto, el ladrillo de arcilla y block son los materiales predominantes en las viviendas que se construyen. Los sistemas constructivos más comunes son intensivos en el uso de mano de obra.

² Fuente GEO DF, URBI, Tectura Constracciones.



Concreto mezclado en sitio



Colocación de block de concreto en muro



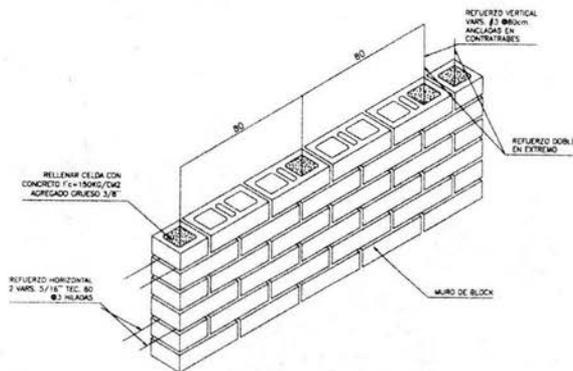
Losa de concreto armado



Construcción con ladrillo

1.6.1 Vivienda de Block y Losa de Vigueta y Bovedilla

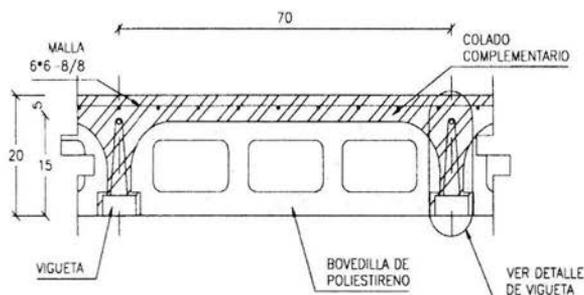
Los muros se construyen con bloc hueco y castillos ahogados a cada 80cms, el procedimiento consiste en colocar varillas a cada 80cm ahogadas o amarradas a la daia de cimentación, se dan colocando los bloques dentro de las varillas por uno de los lados huecos, al tener aproximadamente 6, se introduce concreto con agregado máximo de $\frac{3}{4}$ hasta llegar a rellenar todo el castillo.



APOYO DE VIGUETA EN MURO

1.6.2 Vivienda de Block y Losa de Vigueta y Bovedilla

La losa se construye con el sistema de vigueta y bovedilla de poliestireno, las viguetas se colocan a cada 70cm, donde se van ensamblando las bovedillas ya sean de concreto o de poliestireno, sobre la bovedilla se cuela una losa de concreto de 5cm con una malla electrosoldada 6'6 - 8'8. La bovedilla funciona como cimbra muerta así que no es necesario la utilización de cimbra.



CORTE DE LOSA

1.6.3 Desventajas de los sistemas de Construcción Tradicionales:

- a. Los costos finales, con frecuencia son distintos y mayores a los presupuestados.
- b. La dependencia de mano de obra calificada, su alto costo así como la escasez de ésta en algunas zonas de la república.
- c. Variabilidad de la calidad de los materiales tradicionales y su dificultad de control.
- d. La inestabilidad de los precios de los materiales y riesgos de desabasto.
- e. La dificultad de oferta de financiamiento de proveedores.
- f. Alto porcentaje de vicios ocultos, principalmente porque el concreto no alcanza a llenar completamente los castillos unifamiliares.
- g. La losa con el sistema de vigueta y bovedilla necesita un buen sistema de impermeabilización ya que normalmente se presentan pequeñas fisuras en la losa de azotea.
- h. Normalmente aunque se le dé un acabado a la losa en el interior de la vivienda, las bovedillas de poliestireno son frágiles y no tienen resistencia al fuego.
- i. Desperdicios muy fuertes.
- j. Genera necesidad de la cantidad de personal muy grande, siendo ésta muy escasa y de baja calidad en las zonas en donde se construye.
- k. Es mayor el número de operaciones administrativas, de control y supervisión de obra, incluyendo la cantidad de gente que interviene en los procesos constructivos, dando con ello un tiempo mayor de ejecución para llegar a un producto terminado.
- l. Variabilidad en la calidad de los materiales tradicionales.

1.7 CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE CONSTRUCCIÓN A BASE DE MOLDES

1.7.1 PROCESO CONSTRUCTIVO DEL SISTEMA DE MOLDES

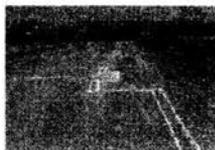
a) CIMENTACIÓN

- Plataforma

Acorde a los estudios de mecánica de suelos del lugar y después de dar el tratamiento apropiado al terreno natural, se recomienda construir la casa, sobre una plataforma, elevada y compactada de acuerdo al tipo de construcción deseada. Dado que se trata de casas en serie se recomienda extender y nivelar el material de base con motoconformadora y compactarlo con rodillo o plancha. El espesor de la capa material compactada puede ser variable. Esta capa se recomienda debe tener un mínimo de compactación 95 % prueba proctor. El espesor de la capa de material compactada, depende de los resultados del calculo estructural de cimentación.

- Plantilla

El molde incluye entre sus accesorios un patrón denominado "Plantilla de replanteo" que sirve para trazar en la plataforma los contornos de todos los muros que constituyen la vivienda. Este trazo es la guía para la excavación necesaria para la cimentación. La plantilla también se usa para determinar la ubicación y colocación sobre la losa de cimentación, de las " U de tope " que serán la guía para colocar los tableros del molde.



- Trazo

El trazo se lleva a cabo basándose en la Plantilla de replanteo.

- Excavaciones

El trazo sirve de guía para la excavación necesaria en la cimentación, la cual se lleva a cabo con herramientas manuales.

- Refuerzo

Otro accesorio muy importante es la cimbra de cimentación, que sirve como frontera para el colado de la losa de concreto. En la imagen se puede observar los sitios donde se excavó para colocar los refuerzos de acero que soportaran los muros y la malla que reforzará la losa. También se aprecian las instalaciones hidrosanitarias ya preparadas.



- Colado

El colado de la losa de cimentación se hace con concreto de tiro directo o bombeado en caso de que así se requiera. El manejo del mismo se hace bajo procedimientos estándar.



b) MUROS Y TECHOS

- Colocación de malla

Armado y preparación de la malla acerada, que se coloca en el interior de los moldes Meccano, se pueden observar las "U" de tope que servirán de guía en la colocación inmediata del molde para muros. Se incluyen los tubos para las instalaciones eléctricas y aquellos conductentes de agua, drenaje, gas, teléfono, T.V. etc.



- Montaje de Molde

Una vez terminado de colocar la malla y todas las instalaciones se procede a montar los diferentes tableros de cimbra metálica que conforman los muros del molde total.



- Losa

Finalmente se colocan los tableros de cimbra metálica para sostener el techo de la vivienda en construcción. Con este proceso se "cierra" el molde y queda listo para recibir el concreto.

- Colado

El colado de concreto se hace mediante el bombeo del mismo. Se inicia permitiendo primero el llenado de los muros y finalmente la losa del techo. El equipo humano para este procedimiento es de cuatro o cinco personas. Deben estar presentes el electricista y en algunos casos el plomero. Durante el colado es muy importante utilizar un vibrador que ayude a la distribución homogénea del concreto en el interior del molde. El vibrador se elimina con la utilización del Concreto Profesional Ligero.



c) DESCIMBRADO

El molde cuenta con piezas diseñadas y localizadas especialmente para que se inicie y facilite el proceso de descimbrado. El desmontaje en una vivienda de una sola planta es un proceso que tarda de tres a cinco horas. Durante ese mismo tiempo, los tableros que se quitan de una casa pueden irse colocando en la siguiente, para montar nuevamente el molde.



- Obra negra

En la foto podemos observar una construcción recién descimbraba. Nótese el acabado terso de la superficie del concreto, lo que facilita y reduce los materiales de recubrimiento, generando menores costos y gran velocidad en los acabados.



d) ACABADOS

El acabado terso de la superficie del concreto facilita y reduce los materiales de recubrimiento, generando menores costos y gran velocidad en los acabados. Acabados interiores sobre los muros monolíticos. Nótese como el molde acentúa la nitidez de las líneas arquitectónicas de la vivienda terminada.



1.8 CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES DEL CONCRETO PREMEZCLADO Y DEL ELABORADO EN OBRA³

Dependiendo el nivel de obra y construcción, se requerirán diferentes características de concreto. Si la supervisión de obra lo antepone, el concreto premezclado deberá ser un requisito según el Reglamento de Construcción del DF y las Normas Oficiales, permitiendo un control en la calidad y características del mismo concreto. Se recomienda el concreto elaborado en obra solamente para situaciones de algún ajuste en el suministro o detalles sin aplicaciones estructurales.

A continuación se presentan las características del concreto premezclado, mismas que son minuciosamente seguidas por el departamento de calidad de la concretera o si fuera un concreto elaborado en obra, aplicado por el supervisor de obra.

Datos técnicos del concreto:

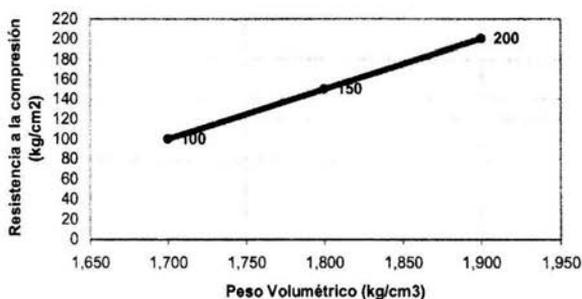
Concreto fresco

- Peso volumétrico de 1,900 kg/m³ o menor.
- Revenimientos típicos de 20 cm

Concreto endurecido

- Resistencia a la compresión a los 28 días de hasta 200 kg/cm²
- Su conductividad térmica varía de 0.5 a 0.8 kcal/mh °C.

Relación del Módulo Elástico vs. Peso Volumétrico



Gráfica 5. Relación Módulo Plástico vs Peso Volumétrico

Proporcionamiento de Mezclas de Concreto

El objetivo al diseñar una mezcla de concreto consiste en determinar la combinación más práctica y económica de los materiales con los que se dispone, para producir un concreto que satisfaga los requisitos de comportamiento bajo las condiciones particulares de uso. Para lograr tal objetivo, una mezcla de concreto bien proporcionada deberá poseer las propiedades siguientes:

- a) En el concreto fresco, trabajabilidad aceptable
- b) En el concreto endurecido, durabilidad, resistencia y presentación uniforme

³ Catálogo de fichas técnicas, CEMEX Concretos

- c) Economía
- d) Consistencia y Plasticidad

La compresión de los principios básicos del diseño de mezclas es tan importante como la realización de los cálculos mismos. Solamente con una selección adecuada de los materiales y de las características de la mezcla así como con un proporcionamiento adecuado se pueden obtener las propiedades anteriores al producir un concreto.

ELECCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA⁴

Antes de efectuar el proporcionamiento de una mezcla, se seleccionan sus características en base al uso que se propone dar al concreto, a las condiciones de exposición, al tamaño y forma de los miembros, y a las propiedades físicas del concreto (tales como la resistencia, la cual es función del grado de hidratación que alcance el cemento), que se requieran para la estructura. Una vez que estas características se han elegido, la mezcla se puede proporcionar a partir de datos de campo o de laboratorio. Como la mayor parte de las propiedades, estas dependen fundamentalmente de la calidad de la pasta de cemento.

- Resistencia

La resistencia a la compresión especificada a los 28 días (f'_c), es la resistencia que se espera sea igualada o sobrepasada por el promedio de tres ensayos de resistencia, sin que ningún ensayo individual quede debajo de más de 35 kg/cm² cuando los especímenes hayan sido curados en condiciones de laboratorio.

- Relación Agua-Cemento

La relación agua-cemento es el peso del agua, dividido entre el peso del cemento. Cuando la durabilidad no sea el factor que rija en el diseño, la relación agua -cemento deberá elegirse con base en la resistencia a compresión del concreto.

- Agregados

Existen dos características en los agregados que tienen una importante influencia sobre el proporcionamiento de las mezclas de concreto, porque afectan la trabajabilidad del concreto fresco:

1. La granulometría (tamaño de partícula y distribución)
2. La naturaleza de las partículas (forma, porosidad, textura superficial)

La granulometría es importante para lograr una mezcla económica, debido a que afecta a la cantidad determinada de cemento y agua. Los agregados gruesos deberán llegar al máximo tamaño práctico en las condiciones de trabajo. El tamaño máximo que se pueda usar depende del tamaño y forma del elemento de concreto que se vaya a colar y de la cantidad y distribución del acero de refuerzo en el mismo. El tamaño máximo de agregado grueso no debe exceder un quinto de la menor dimensión entre los lados de las cimbras.

⁴ Fuente: Diseño y control de mezclas de concreto, Steven H. Kosmatka y William C. Panareses, Fondo Editorial IMCYC

También es una buena práctica limitar el tamaño de agregado a no más de tres cuartos de la distancia libre entre el refuerzo y las cimbras. La cantidad de agua de mezclado que se requiere para producir un metro cúbico de concreto con un revenimiento dado depende del tamaño máximo, forma y cantidad de agregado grueso.

- Aire incluido

El aire incluido debe ser utilizado en todo concreto que esté expuesto a congelación y deshielo y a productos químicos descongelantes, pudiendo emplearse para mejorar la trabajabilidad aún donde no se requiera. Con este elemento se podrá lograr la elaboración de un concreto de alta resistencia y bajo peso volumétrico.

La inclusión de aire se logra empleando un cemento Pórtland inductor de aire o agregando un aditivo inductor de aire en el mezclador.

- Revenimiento

El concreto debe ser fabricado para tener siempre una trabajabilidad, consistencia y plasticidad adecuadas a las condiciones de trabajo. La trabajabilidad es una medida de lo fácil o difícil que resulta colocar, consolidar y darle acabado al concreto. La consistencia es la facultad del concreto fresco para fluir. La plasticidad determina la facilidad de moldear al concreto.

La prueba de revenimiento es una medida de la consistencia del concreto. Para determinadas proporciones de cemento y de agregados sin aditivos, entre más alto es el revenimiento más agua contiene la mezcla.

- Contenido de agua

El contenido de agua del concreto puede ser alterado por un gran número de factores: tamaño y forma del agregado, revenimiento, relación agua-cemento, contenido de aire, contenido de cemento, aditivos y condiciones ambientales. Un mayor contenido de aire y tamaño de agregado, una reducción en la relación agua-cemento y en el revenimiento, los agregados redondeados y el uso de aditivos reductores de agua o ceniza volante disminuyen la demanda de agua.

La adición de 6 Kg de agua por metro cúbico aumentará aproximadamente 2.5 cm. el revenimiento y así mismo elevará el contenido de aire.

- Contenido y tipo de cemento

El contenido de cemento se determina usualmente a partir de la relación agua-cemento y del contenido de agua elegidos, aunque frecuentemente se incluye en las especificaciones un contenido mínimo de cemento además de una relación agua-cemento máxima. Los requisitos mínimos de cemento sirven para asegurar una durabilidad y una mayor resistencia al desgaste en las losas, entre otros. Esto es importante a pesar de que los requisitos de resistencia se satisfagan con menores contenidos de cemento.

- Aditivos

Los aditivos reductores de agua se agregan al concreto para disminuir la relación agua-cemento, o para mejorar la trabajabilidad de un concreto sin cambiar la relación agua-cemento. Los aditivos reductores de agua, reducirán usualmente los contenidos de agua de un 5% a un 10% y muchos de ellos también aumentarán los contenidos de aire de $\frac{1}{2}$ a 1 punto porcentual. Los aditivos retardantes también pueden aumentar el contenido de aire. Los aditivos reductores de agua de alto rango (o aditivos superplastificantes), reducen los contenidos de agua entre 12% y 30%.

DOSIFICACIÓN

La dosificación es el proceso de pesar o medir volumétricamente e introducir al mezclador los ingredientes para una mezcla de concreto. Para producir concretos de calidad uniforme, los ingredientes deberán medirse con precisión en cada mezcla. La mayoría

Mezclado del Concreto

Todo concreto se debe mezclar completamente hasta que sea uniforme en apariencia, con todos sus ingredientes distribuidos equitativamente. Si las espas del mezclador se han desgastado o se han recubierto de concreto endurecido, la acción de mezclado será menos eficiente.

CONCRETO PREMEZCLADO

El concreto premezclado se dosifica y se mezcla fuera del sitio del proyecto y se entrega en el área de construcción en estado fresco y sin endurecer. Se puede manufacturar por cualquiera de los métodos siguientes:

1. El concreto de mezclado central se mezcla completamente en un mezclador estacionario y se entrega ya sea con un camión agitador, con un camión mezclador operando a velocidad de agitación, o con un camión especial no agitador.
2. El concreto de mezcla iniciada en planta fija y terminada en tránsito se mezcla parcialmente en un mezclador estacionario y se acaba de mezclar en un camión mezclador.
3. El concreto mezclado en camión se mezcla totalmente en el camión mezclador.

La norma ASTM C 94 señala que cuando se utiliza un camión mezclador para llevar a cabo todo el mezclado, normalmente se requieren de 70 a 100 revoluciones del tambor o de las espas a la velocidad de rotación designada por el fabricante como velocidad de mezclado para producir la uniformidad especificada en el concreto. Todas las revoluciones después de la número 100 deberán ser a la velocidad de rotación designada por el fabricante como velocidad de agitación.

La velocidad de agitación normalmente es de aproximadamente 2 a 6 rpm. y la velocidad de mezclado generalmente es de aproximadamente 6 a 18 rpm. El mezclado a altas velocidades durante periodos prolongados, de aproximadamente una o más horas, puede producir pérdidas de resistencia en el concreto. La norma también exige que el concreto sea entregado y



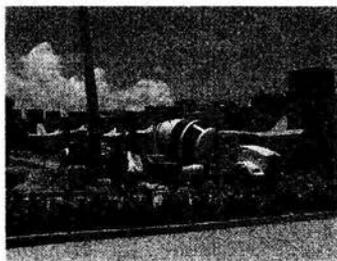
descargado en el transcurso de 1 ½ horas o antes de que el tambor haya girado 300 veces después de introducir el agua al cemento y a los agregados.

Transporte y Manejo del Concreto

Aunque no existe una forma perfecta para transportar y manejar al concreto, una planeación anticipada puede ayudar en la elección del método más adecuado evitando así la ocurrencia de problemas en insatisfacción por parte del cliente. La planeación deberá tener en consideración tres eventos que, en caso que sucedan durante el manejo y la colocación, podrían afectar seriamente la calidad del trabajo terminado:

1. Retrasos. El objetivo que se persigue al planear cualquier calendario de trabajo, es producir el trabajo con la mayor rapidez contando con la mejor fuerza laboral y con el equipo adecuado para realizarlo. Las máquinas para transportar y para manejar al concreto se han ido modernizando continuamente. Se logrará una productividad máxima si se planea el trabajo para aprovechar al máximo al personal y al equipo y si se elige el equipo de manera que se reduzca el tiempo de retraso durante la colocación del concreto.
2. Endurecimiento temprano y secado. El concreto comienza a endurecer en el momento en que se mezclan el cemento con el agua, pero el grado de endurecimiento que ocurre durante los primeros 30 minutos normalmente no presenta problemas; por lo general, el concreto que se haya mantenido en agitación se puede colocar y compactar dentro de la primera hora y media posterior al mezclado. La planeación deberá eliminar o minimizar cualquier variable que permita que el concreto endurezca hasta el grado en que no se pueda lograr una completa consolidación y se dificulte efectuar el acabado. Se dispone de menos tiempo cuando existen condiciones que aceleran el proceso de endurecimiento como ocurre en los climas cálidos y secos; con el uso de aditivos acelerantes; y con el uso de concreto calentado.

Segregación. La segregación es la tendencia que presenta el agregado grueso a separarse del mortero cemento-arena. Esto tiene como consecuencia que parte de la mezcla tenga una cantidad demasiado pequeña de agregado grueso y que el resto tenga agregado grueso en cantidades excesivas. Probablemente la primera parte se contraerá mas y se agrietará teniendo una baja resistencia a la abrasión.



II. MATERIALES Y ANÁLISIS DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO PARA LA APLICACIÓN DEL CONCRETO PREMEZCLADO

Como parte medular de la esta tesis se presenta en este capítulo a detalle las características de ambos sistemas constructivos en donde se busca definir sus principios básicos comenzando desde sus propiedades hasta el desarrollo de la parte estructural.

II.1 DEFINICIÓN Y PROPIEDADES DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO TRADICIONAL.⁵

Con la propuesta de este y otros procesos constructivos, lo que se busca es la simplificación de las distintas etapas en las que se puedan reducir tiempos y costos, logrando una optimización de recursos materiales y humanos. Con ello, se describen cada uno de los pasos en el ya conocido sistema tradicional de construcción.

1. ARREGLOS DEL TERRENO Y CIMENTACIÓN

1.1 Limpieza y desplante del terreno.

Primeramente se inicia la limpieza de rocas, basura, plantas y todo tipo de escombros existentes en el área de construcción que pudiera entorpecer las maniobras de construcción.

1.2 Trazo

El trazo consiste en medir perfectamente el terreno marcando sus límites y colindancias, así como el lugar en donde se harán las instalaciones hidráulicas y sanitarias. Para trazar el terreno, se necesitarán dos líneas de referencia: una la del costado de la casa vecina; y la otra la que de hacia el frente de la calle. Todo ello ayudándose con herramientas tales como escuadras, puentes de madera, hilo y cal. Finalizando esta parte con la distribución y trazo de las estancias y cocina.

1.3 Nivel de piso

El nivel del terreno tiene que estar más alto que el nivel de la banqueteta, cuando menos 15 cm. Y el nivel del piso de la casa 30 cm por arriba de la banqueteta, todo ello para evitar inundaciones y humedad. Para el nivelado del terreno se recurre a un nivel, teodolito o en su defecto al método de la manguera transparente con agua.

1.4 Identificación del suelo

Una vez hecho el trazo del terreno y la nivelación del piso, hay que calcular la cantidad de materiales en base a lo que se haya planeado y prevenir desperdicios de materiales. Se debe tomar en cuenta el tipo de suelo y tamaño de la casa. El ancho del cimiento depende del peso de los muros, techo y calidad del suelo; y mientras más blando sea más ancho será. El suelo blando, por lo general, es de arcilla o barro muy suave. Y en el suelo duro, se puede encontrar arena muy compacta, tepetate o roca sólida.

1.5 Excavación

Una vez hechos los trazos del terreno, se hace la excavación de las zanjas donde se construirán los cimientos. Dependiendo éstos, del peso de la estructura y como ya se había mencionado, del tipo de suelo.

1.6 Trazo del drenaje

⁵ Manual de autoconstrucción y Mejoramiento de la Vivienda, Facultad de Ingeniería UNAM-CEMEX

El trazo del drenaje debe hacerse desde el baño, cocina y registro, hasta el lugar por donde saldrá el drenaje a la calle. Algunos datos a considerar son: La línea del drenaje más cercana a un muro, no debe pasar a menos de un metro de distancia de ese muro, hay que marcar los sitios donde van a estar los registros; así como tomar en cuenta que debe haber una distancia de 10 m como máximo entre ellos, así como también ubicar un registro a 1 m de distancia entre el límite del terreno a la calle. Una vez hecho el trazo del drenaje, se hace la excavación de la zanja la cual deberá tener una pendiente del 2%. El diámetro de los tubos de drenaje de concreto es de 15 a 10 cm.

La base del registro se hace con una plantilla de tabique de 5 cm. de espesor pegada con una mezcla de cal y arena. Las medidas interiores del registro son de 60 X 40 cm., cerrándose con tapas removibles de cierre hermético a base de armazones metálicos. Es importante la colocación de un tubo ventilador de fierro galvanizado de 5 cm de diámetro en el origen del drenaje.

1.7 Cimientos

1.7.1 Cimientos de piedra

Para construir los cimientos, primero se hace una plantilla en el fondo de la zanja. La plantilla se hace de la siguiente manera:

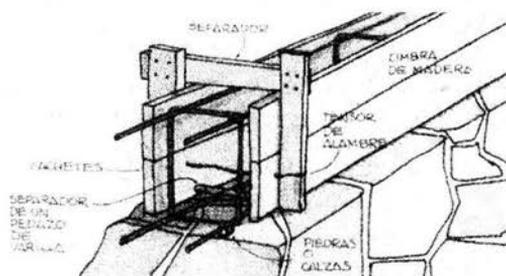
- Se compacta la tierra del fondo de la zanja con un pisón.
- Se extiende en el fondo de la zanja una mezcla de cal y arena.
- Sobre la capa de mezcla anterior se acomodan pedazos de tabique, cubriéndose con una capa de 2 o 3 cm de la misma mezcla.
- La plantilla se compacta con pisón de mano, en donde la altura final de la plantilla debe ser de aproximadamente 10 cm.

Una vez terminada la plantilla, se hacen los cimientos a base de piedra brasa.

Cuando ya se haya hecho la mampostería, se coloca una cadena de concreto armado.

Es importante que en esta fase se dejen colocados también los armados de los castillos y queden anclados en las cadenas de cimentación antes de colar. Los castillos se

levantan en los cruces de los muros o a la mitad de aquellos que tengan más de 3 m. de largo.



Para colar la cadena se hace con cimbra de tablas de madera unidas por travesaños espaciados, usándose separadores armados con alambre fijados a los laterales de la cimbra.

1.7.2 Cimientos de concreto

Existen dos tipos de cimientos de concreto: Uno que es interior, que se usa cuando no hay construcciones vecinas a nuestra casa; y el otro es el cimiento colindante, que se emplea cuando sí hay una construcción vecina.

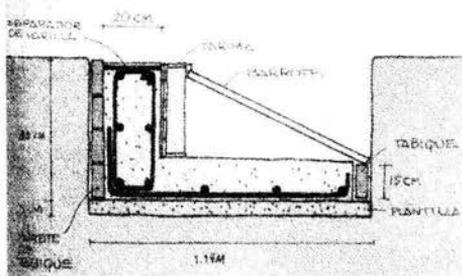
Igual que para los cimientos de piedra, en los cimientos de concreto se hace una plantilla con ancho de la base del cimiento, a todo lo largo de la excavación, dejando 7 cm de cada lado. Este cimiento tiene dos partes: la base o zapata y la trabe, que está en contacto con el muro.

La construcción del cimiento de concreto requiere tres pasos:

a) Armado del cimiento, primero la zapata y luego la trabe

b) Cimbrado: Para el cimiento colindante, del lado plano del cimiento, se construye un muro de tabique o tabicón. La zapata se asienta en la plantilla, sirviendo ésta de cimiento. A la trabe se le hace una cimbra que se apoya con barros diagonales, anteponiendo separadores de varilla para evitar que la cimbra se cierre. La cimbra para el cimiento interior se hace igual; sólo que se utiliza tarima de madera, para colar las dos caras de la trabe.

c) Colado



2. MUROS

2.1 Impermeabilización

El agua y la humedad son los peores enemigos de las construcciones, porque penetran y destruyen los materiales. Por lo que es necesario impermeabilizar con el siguiente proceso:

- Una capa de chapopote o asfalto.
- Otra capa de polietileno o cartón asfáltico.
- Después, una capa más de chapopote o asfalto.
- Y al final, una capa de arena fina.

La impermeabilización de los muros se puede realizar de dos formas:

Una, impermeabilizando la parte de arriba de la cadena; y la otra, cubriendo el muro desde la segunda hilada; sobre todo si el terreno es muy húmedo y salitroso.

La impermeabilización de la cadena de desplante se hace de la siguiente manera:

- Sobre la cara superior de la cadena, se pone una capa gruesa de chapopote derretido o asfalto, usando una escoba o brocha
- Encima del chapopote o asfalto, se pega una capa de polietileno o de cartón asfáltico (fieltro).
- Arriba del cartón o fieltro, se aplica otra capa de chapopote o asfalto.
- Cuando todavía está fresca la última capa, encima de ella se espolvorea una capa uniforme de arena fina teniendo cuidado de cubrir completamente el chapopote.

2.2 Construcción.

Para la construcción de los muros se prosigue generalmente de la siguiente manera:

- Hay que poner un hilo de lado a lado del muro, con la finalidad de seguir una correcta alineación.
- Cuando se termina la primera fila se sube el hilo a la segunda fila y se sigue construyendo.
- Los tabiques siguientes se pegan en forma "cuatrapeada". Cuando se llega a 1.50 m de altura, se pone un andamio.

Con ello, es importante:

- Rectificar la verticalidad del muro con una plomada.
- La plomada se pone cada vez que se coloca una hilera de tabique.
- Hay que dejar los huecos donde se van a instalar las puertas y ventanas.
- En los lugares donde haya castillos, se recortan los tabiques en forma despuntada, para que la mezcla de concreto se fusione bien al muro.
- Debe haber castillos en todos los cruces de muro; o a la mitad de aquellos que tengan más de 3 m. de largo.

- En ningún caso la separación entre dos castillos en un mismo muro debe ser mayor de 3 m.

2.3 Castillos

El objetivo de los castillos es dar un mayor refuerzo a los muros que soportan el techo y mayor seguridad ante movimientos sísmicos.

Si los castillos fueran de 15 X 15 cm., el armado se hace con 4 varillas del No. 2½ . Los estribos se amarran con alambre recocado cada 20 cm. Cuando los castillos sean de más de 15 X 15 cm. se deberán usar 4 varillas del No. 3. Los castillos se amarran desde los cimientos, donde se vaya a poner un cruce de muro, así como en las esquinas del muro y cuando un muro mida más de 3m de largo, se hace un castillo a la mitad del mismo. Es importante que las varillas de los castillos sobresalgan del muro por lo menos 25 cm., para que estas puntas se amarren después con las cadenas de cerramiento y el armado del techo. La cimbra se hace con tabla de pino de tercer, que mida 10 cm. de ancho y 2.40 m. de largo.

2.4 Cerramientos

Los cerramientos son cadenas de concreto que rematan la parte superior de los huecos de las puertas y ventanas. Estos cerramientos contribuyen, junto con los castillos, a sostener el peso de la losa o pisos superiores. La medida total del cerramiento es de 1.50 m, ya que el claro de la puerta o ventana tiene 90 cm de ancho; más 30 cm de cada lado, empotrados en el muro.

Para colar el cerramiento o cadena de concreto se utilizará una cimbra de tabla, igual a la usada en la cadena de cimentación de cimientos, sólo que se le agregará en la parte inferior una tabla. Esta cimbra se apuntala en los lados del hueco para que durante el colado no se mueva.

2.5 Bloques Huecos de Concreto

El bloque de 12 cm. De ancho proporciona un espesor semejante a los muros de tabique rojo y bloque macizo de cemento y arena. En las esquinas y en las intersecciones de muros o a cada 3 metros, se colocará una varilla No. 3 en dos huecos consecutivos. Esos huecos se rellenan con mortero (1 cemento, 3 arena). Los bloques se "cuatrapean" en las esquinas y en las intersecciones.

El largo de los muros es conveniente que sea un número exacto de veces el largo de los bloques (40 cm.).

3. PISOS

3.1 Firmes

Para poner el piso de concreto, primero se rellena de tierra o tepetate toda la superficie interior de la vivienda, para darle resistencia al piso y evitar hundimientos. Luego se apisona y se mide que el nivel del relleno quede a 11 cm. por debajo de la parte alta de la cadena. Hay que construir una base de concreto, que sirva para colocar el material o acabado definitivo del piso. Para lograr una buena nivelación, se colocan 4 ó 5 tabiques, llamados "maestras", pegados con mezcla en la superficie que se va a cubrir. Luego con una regla de madera colocada de tabique a tabique se va comprobando el nivel. Si el nivel para rellenar es de 11 cm. por debajo de la parte alta de la cadena de cimentación, entonces el espesor del piso quedará de 6 cm, restando 5 cm. libres.

Cuando se haya puesto el concreto, se apisona para que se conserve macizo. Hay que tomar en cuenta que en el espacio destinado al baño y la cocina, no se ponga concreto hasta que se hagan las instalaciones de agua y drenaje.

4. TECHOS

4.1 Cimbras

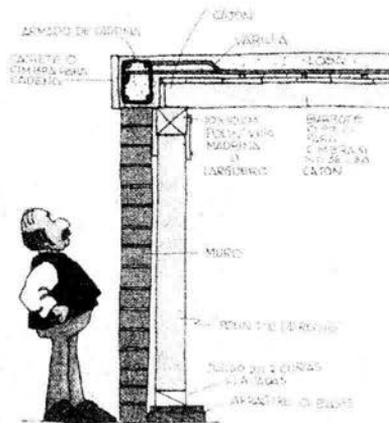
Es importante que las cadenas de remate o apoyo de la losa y la losa, se cuelen al mismo tiempo, ya que la cadena reparte el peso de la losa sobre los muros, en forma uniforme.

La colocación de la cimbra es como sigue:

Primero se instalan los pies derechos o postes de madera en los que se apoyan los largueros o "vigas madrinas" que son polines de 10 X 10 cm. Encima de los largueros se apoyan los cajones en que se vacía el concreto.

Si no se usan cajones de madera sobre los largueros se apoyan barrotes o polines y sobre los barrotes se clava la duela o tabla en que se vacía el concreto. Tanto en los pies derechos como en los largueros, se comprueba que esté nivelada la cimbra. Las cuñas y "arrastres" son muy necesarios para ajustar los pies derechos, o bien, en el momento de descimbrar.

Antes del colado, la cimbra se moja con agua y se tapan los agujeros con papel mojado, para que no se filtre el concreto. Para evitar que la cimbra se derrumbe, por falta de resistencia en los soportes, es muy importante fijarla perfectamente o colocar "contravientos". Estos se fijan a los pies derechos en diagonal, tanto por fuera como por dentro. En este tipo de cimbras para losas de concreto es conveniente tener cuidado al colocar las tablas de madera, porque si están flojas o muy apretadas, la mezcla se puede salir o deformar. Antes del colado de la losa, hay que recordar poner en la cimbra las cajas para las salidas de la instalación eléctrica, que van a quedar fraguadas en la losa. Junto con las cajas se colocan las tuberías o poliductos del cableado eléctrico.



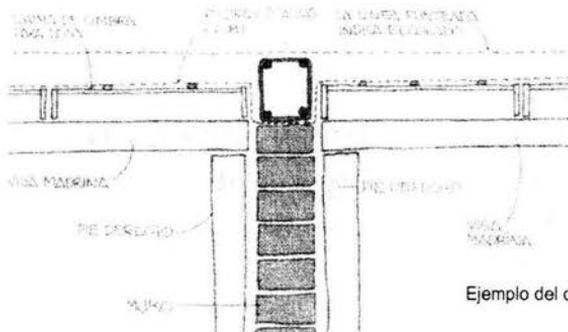
4.2 Cadenas de remate

Las cadenas de remate, al igual que los castillos, ayudan a sostener el techo y los pisos superiores, repartiéndose ese peso. Además, amarran los castillos, haciéndolos más rígidos. Deben ser de 20 cm. de altura y del ancho del muro.

Las cadenas tienen que estar a 2.35 m de altura como mínimo con respecto al piso. Y se deberán seguir tres pasos para su construcción:

- Armado: Se emplean 4 varillas del No. 3 con estribos de alambrcn de 17 por 12 cm. en sus lados. Los estribos se amarran a las varillas, con alambre recocado del No. 18, en todos sus cruces. Entre cada estribo hay una distancia de 15 cm. Este armado se coloca a todo lo largo de los muros; y se amarran a las puntas de la varilla que se dejaron en los castillos.

- b) Cimbrado: Debido a que las cadenas deben colarse junto con la losa, la cimbra que se utiliza para la cadena es la misma que para la losa. En los muros exteriores, la cimbra se completa con una tabla en la cara exterior.
- c) Colado: Se hace al mismo tiempo que el colado de la losa; y la mezcla es la misma. Es importante que el armado de la cadena esté separado del muro unos 2 cm, para que el colado de concreto o revoltura entre en ese espacio. Esto se logra poniendo pequeñas piedras o "calzas" entre el muro y el armado.



Ejemplo del cimbrado de una losa

4.3 Trabes de concreto.

Considerando que la casa habitación analizada en la presente tesis es de medidas tales a las comúnmente construidas, se tienen estipulados datos estandarizados para la conformación de las cantidades de acero para la construcción de losas y trabes, describiéndose de la siguiente manera: las habitaciones que tengan una longitud de 6 a 8 m y un ancho aproximado de 3m, requieren una trabe que cruce el ancho a la mitad del cuarto. La trabe puede servir como apoyo a uno de los muros del segundo piso, así como contribuye al sostén de la losa o techo, impidiendo futuras flechas de flexión de la losa.

Si la trabe tiene 3m. de largo o menos, deberá medir 15 cm. de ancho y 30 cm. de altura. La trabe entra en la losa y quedan 20 cm. por debajo de la losa. Para esta trabe se necesitan:

- 4 varillas del No. 3 en las esquinas, amarradas con estribos del No. 2
- Y dentro del armado, 2 varillas del No. 4 y 2 varillas del No. 3, amarradas a los estribos.
- Es necesario colocar los estribos a cada 10 cm.
- Para el colado se necesita hacer un cajón de madera armado con barrotes, el cual será apoyado en polines.
- El armado será acomodado dentro del cajón, dejando 10 cm. fuera del cajón.
- La trabe no se cuela en forma aislada, se cuela al mismo tiempo que la losa.

4.4 Losas de concreto

Las losas de concreto armado se apoyan sobre muros o trabes. El armado se hace con varilla del No. 2½ ó 3. El armado se hace igual que para cualquier tamaño de losa; lo que varía es la cantidad de varilla y la separación de éstas, que es de acuerdo al tamaño del cuarto.

El armado de la losa se hace con el siguiente proceso:

- a. En el lado corto de la losa se ponen varillas del No. 3, rectas; a éstas se les llaman varillas cortas; se ponen cada 20 cm. Las del lado largo se llaman varillas largas y también se colocan cada 20 cm con varilla del No. 3
- b. En las orillas de todas las varillas se hace un doblez de 45°, llamado columpio. Los columpios del lado largo de las varillas se hacen de 60 cm; y los del lado de las carotas, a 45 cm.
- c. Después de colocar las varillas cortas y largas con sus columpios, se ponen los bastones, que son pedazos de varilla intercalados entre las varillas rectas largas y cortas, cuyo tamaño es de 1.15 m, doblando sus puntas hacia abajo.
- d. En caso que una varilla no alcance y haya dos pedazos, se unen tramos de cuando menos 40 cm, amarradas con alambre.
- e. Antes de colar, la cimbra se aceita; y si tiene huecos, se tapan con papel mojado. Las varillas se calzan con piedras o pedazos de tabique para que entre bien el concreto, dejando cuando menos 2 cm. entre la cimbra y las varillas. Luego se colocan las cajas y tuberías de salida eléctrica y sus registros.
- f. Después de vaciado el concreto para su colado, un día después es necesario "curar" la losa tres veces al día durante una semana, para evitar grietas. La cimbra se quita dos semanas después del colado.

La losa requiere cuatro apoyos o muros de sostén. En una casa de varios cuartos se puede colar una sola losa para toda la casa, pero si no se pudiera debido a que se va a construir cuarto por cuarto, es recomendable hacer individualmente la losa de cada cuarto, dejando las barbas de varilla para amarrar con el nuevo armado y cuidando de limpiar muy bien antes de hacer el nuevo colado.

4.5 Rampas de escalera

Para construir la escalera que lleva al segundo piso, primero, hay que tomar en cuenta la huella, es decir, el lugar del escalón donde se apoya el pie, el cual debe tener como medida estándar 30 cm; y el peralte, o sea, la altura del escalón debe medir entre 15 18 cm. Luego se hace la proyección en la pared de la escalera.

A la distancia de 5 cm de todos los ángulos de los escalones dibujados, se traza una línea inclinada. Después, se traza otra línea paralela a 10 cm. de profundidad en el muro, donde se va a empotrar la escalera, así como la excavación para apoyar en un cimienta la rampa de la escalera. La escalera se debe apoyar sobre una trabe o losa, por lo que es conveniente que al colar la losa, queden unas varillas sueltas para amarrar la escalera.

La cimbra de la rampa se coloca siguiendo la línea trazada donde se hizo la perforación de 5 cm a lo largo del muro. Esta cimbra se hace con cajones de 1 m X 50 cm, apoyados con polines cargadores que corren a todo el largo de la rampa. Una vez colocados los cajones de la cimbra, por le lado de afuera, se pone un polín lateral sobre los cajones de la cimbra.

Considerando un tamaño estándar y siguiendo las características típicas de la casa en estudio, se considera el armado siguiente:

Se arma con 10 varillas del No. 4, de las cuales a 5 de estas varillas se les hace un columpio de 1 m en cada extremo de acuerdo a la medida que tenga la escalera desde el piso terminado hasta la losa donde se apoya. Las otras 5 varillas son rectas y también se ponen a todo lo largo de la escalera; cada una de estas varillas rectas, llevan un bastón de 1.25 m.

El armado debe hacerse colocando en forma alternada a todo lo ancho de la escalera una varilla recta con bastón y una con columpio hasta completar las 10 varillas. Para completar el armado, se colocan varillas del No. 2½ a cada 25 cm, en sentido transversal a todo lo largo de la escalera. Posteriormente se amarran las varillas con alambre recocado.

Antes del colado, se colocan las calzas, con el fin de que la mezcla entre 2 cm. en ese espacio. Ya elaborado el colado, se pica la mezcla con una varilla para llenarlos huecos, La rampa se riega durante 7 días y luego se puede quitar la cimbra a las dos semanas de colado.

5. INSTALACIONES HIDRÁULICA Y SANITARIA

Para hacer la instalación de agua, primero hay que conocer los materiales, muebles y accesorios necesarios.

- Tinacos: existen diferentes tipos, los cuales deben tener una llave con flotador, y usa los siguientes accesorios: codos, tes, niples. Los diámetros de tubería más comunes son: de la toma de agua municipal al tinaco: 13 mm; salida del tinaco: 19 o 25 mm; ramales: 19 mm; y alimentación de muebles 13 mm.
- Fregaderos, Lavaderos, Excusados, Lavabos, entre otros.

5.1 Instalación Hidráulica

La instalación hidráulica es la tubería que conduce el agua del exterior hasta las instalaciones del interior de la casa. Para hacer la instalación hidráulica se sigue el siguiente procedimiento:

- a. El baño y la cocina deben estar cercanos entre sí para que toda la tubería corra en el mismo muro, evitando mayores gastos.
 - b. En la tubería de la toma de agua al tinaco, debe usarse tubo de fierro galvanizado de 13 mm. Este tubo debe correr cuando menos a 1 m de distancia de las líneas del drenaje.
 - c. Después de la toma de la red municipal, más adelante del medidor, deben instalarse una llave de globo y otra de nariz.
 - d. El tinaco debe colocarse a 50 cm. del piso de la azotea y cuando menos a 2 m de alto de la regadera, para obtener una buena presión en todas las salidas de agua.
 - e. La salida del tinaco debe tener 19 mm de diámetro, provista de un tapón para su limpieza, así como de una llave de globo.
 - f. Antes de usar la tubería, hay que desinfectarla con cloro.
 - g. Es importante considerar la altura de los tubos desde el piso hasta cada mueble:
 - Lavabo: 79 cm
 - Excusado: 38 cm
 - Laves de la regadera: 1.37 m
 - Salida de regadera: 2 m.
 - Lavadero: 90 cm.
 - h. Las salidas del agua caliente siempre se colocan del lado izquierdo
 - i. El calentador de gas o de combustible debe instalarse en un lugar abierto, nunca dentro de la casa. Además debe tener una válvula de seguridad o jarro de aire.
 - j. Las tuberías de agua fría y caliente deben tener una separación mínima de 15 cm.
- 5.2 Instalación sanitaria. Para hacer la instalación sanitaria:
- Los tubos de salida de los muebles de baño o cocina, tienen que ser del mismo diámetro
 - La tubería puede ser de fierro galvanizado, de fierro fundido o de PVC
 - La tubería horizontal debe tener una pendiente del 2%
 - La tubería con dirección al drenaje nunca debe tener pendientes en sentido contrario.
 - Los recorridos de la tubería deben ser rectos; en caso de cambiar la dirección de la tubería, es necesario poner un céspol o coladera.

6. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Es fundamental que en una buena instalación se elijan los tamaños adecuados de cables. A estos tamaños se les clasifica con números, y éstos representan el calibre del alambre; así, un alambre calibre 10 será un alambre grueso; y uno calibre 22 es un alambre muy delgado.

En la instalación de la casa se usarán básicamente tres calibres de alambre:

- Cable calibre 10: se usa para la red principal, o sea, los tramos que van del interruptor a la primera salida.
- Cable calibre 12: para la red de derivación, o sea, los tramos que van del foco a los apagadores y enchufes.
- Cable calibre 14: es el cable auxiliar que va del apagador al foco.

Es muy importante que cada contacto, apagador y lámpara, se instalen de manera individual, y tengan sus propios cables, y tubos independientes, y no hacer las conexiones en serie para evitar cortos circuitos.

7. ACABADOS

- Puertas y Ventanas
- Pisos de concreto o de mosaico
- Aplanado de yeso en muros: Para su aplicación se colocan "maestras" a cada 1.50 m, que sirvan de apoyo a la regla y hacer que la superficie quede uniforme.
- Aplanados de mezcla: Los aplanados de mezcla son los recubrimientos que se aplican en los muros, a base de una revoltura de mortero, arena y agua. El espesor de este recubrimiento es de aproximadamente 1 cm. Primero se hace el repellido, que consiste en poner la mezcla, y luego se coloca el aplanado. Este, se hace con una llana de madera, efectuando movimientos circulares.
- Lambrines.
- Recubrimientos interiores de techos.
- Terminación de azotea: Los pretiles, que son la prolongación de los muros de la casa sobre la parte superior de la losa, se construyen de 30 o 70 cm de altura. En el relleno se emplea tepetate ligero o tezontle que se tiende, nivela y compacta, haciendo pendientes desde los extremos de la azotea. Una vez hecho el relleno, se le extiende encima una capa de revoltura, compuesta de cemento, cal y arena; dicho relleno sirve de base para el enladrillado. Terminado el enladrillado y los chaflanes se extiende una lechada de cemento para finalmente impermeabilizar.

II.2 DEFINICIÓN Y PROPIEDADES DEL SISTEMA DE CONSTRUCCIÓN A BASE DE MOLDES

II.2.1. PROPIEDADES DEL CONCRETO LIGERO²

1. Introducción

El concreto ligero se define como un concreto que contiene células estables de aire uniformemente distribuidas en la mezcla. En general los concretos ligeros podrán incluir agregados de peso ligero que pueden ser naturales o artificiales. Las células de aire son comúnmente adicionadas durante el mezclado en forma de espuma preformada estable medida desde una boquilla calibrada y posteriormente mezclada con los demás materiales. Las células de aire también pueden ser formadas mecánicamente mediante aire atrapado durante un mezclado a alta velocidad de los materiales. Las células de aire del concreto celular son predominantemente burbujas

² Fuente: Compendio estructural de Vivienda Cuádruplex, Instituto de Ingeniería UNAM

macroscópicas en contraste con las predominantemente burbujas microscópicas del concreto con inductor de aire.

Los concretos ligeros tienen aplicación tanto en rellenos como en elementos estructurales debido al control de su peso volumétrico, el cual a su vez afecta otras propiedades, tales como la resistencia, el módulo de elasticidad, la conductividad térmica, entre otros. Ejemplos de aplicaciones se tienen los rellenos para aislamiento térmico y acústico de pisos, muros y cubiertas; colados in-situ de muros, pisos y cubiertas; paneles precolados para muros y losas.

2. Programa de pruebas

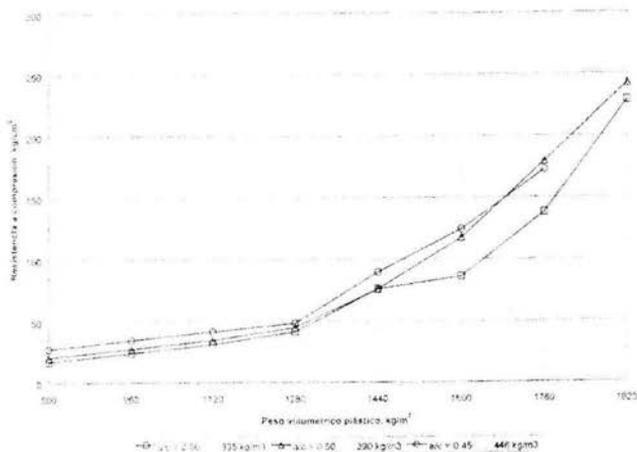
Con la finalidad de ampliar el conocimiento del comportamiento del concreto ligero tanto en estado plástico, concerniente con el estudio de su comportamiento mecánico; como en estado endurecido, concerniente con el estudio de su comportamiento térmico, se plantearon cuatro concretos diferentes con rangos de peso volumétrico entre 1600 kg/m^3 , y con rangos de resistencia a compresión esperada a 28 días entre 60 kg/cm^2 y 150 kg/cm^2 . De dichas mezclas se obtuvieron sus propiedades en estado plástico: revenimiento, peso volumétrico y contenido de aire. Así mismo se tomaron muestras para determinar sus propiedades mecánicas en estado endurecido: resistencia a compresión, resistencia a tensión y módulo de elasticidad. A continuación se programaron una serie de ensayos en modelos estructurales para la determinación de la adherencia con varillas de refuerzo grado 42 y malla electrosoldada, determinación del comportamiento en vigas sujetas a flexión y a esfuerzo cortante, así como también la determinación de longitudes de traslape de malla electrosoldada en losas.

Posteriormente dichas mezclas fueron reproducidas y analizadas para la determinación de sus propiedades térmicas: conductividad térmica, calor específico y coeficiente de expansión térmica. Con los datos anteriores se efectuó una simulación térmica analítica para estimar el comportamiento térmico de una vivienda construida con concreto ligero, comparándose contra un caso típico de vivienda de block.

3. Propiedades Mecánicas

Resistencia a compresión.

La resistencia a compresión de los concretos ligeros está influenciada por varios factores tales como el peso volumétrico, el contenido de cemento, la relación agua-cemento, las propiedades de los agregados y el curado. La curva de la Figura 1 indica como la resistencia a compresión de los concretos ligeros se ve influenciada por la relación agua-cemento y el contenido de cemento.



Gráfica 6 . Resistencia a compresión vs peso volumétrico plástico

En esta figura, las resistencias están relacionadas al peso volumétrico de la mezcla en estado fresco (peso volumétrico plástico) en lugar del usual peso volumétrico seco a 28 días, de tal manera que dicha información pueda ser usada por personal de campo quien conoce el peso volumétrico plástico como un medio de control durante la colocación.

Los resultados de los ensayos a compresión en cilindros de 15 X 30 cm. se muestran en la siguiente tabla:

Edad, días	Identificación de Mezcla			
	ECC-01	ECC-02	ECC-03	ECC-04
1	22	31	43	50
3	48	78	88	101
7	56	78	90	112
14	61	85	115	121
28	62	90	119	152

Puede observarse que la mayor ganancia de resistencia se alcanza en los primeros tres días, obteniéndose a esa edad en promedio una resistencia a compresión de 76% de la resistencia a compresión a 28 días. De acuerdo con lo anterior, se vuelve extremadamente importante llevar a cabo un curado adecuado en este intervalo de tiempo.

$$f'_c(3d) = 0.76f'_c(28d)$$

Resistencia a tensión.

Las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto del Departamento del Distrito Federal establecen en su inciso 1.4.1 c, una resistencia a tensión para concreto clase 2 igual a:

$$f'_t = 1.20\sqrt{f'_c}$$

Módulo de elasticidad.

Expresión de las NTC-Concreto, inciso 1.4.1 d:

$$E_c = 10000\sqrt{f'_c}$$

4. PROPIEDADES TÉRMICAS

4.1 Coeficiente lineal de expansión térmica

Los coeficientes de expansión térmica fueron determinados de acuerdo con la norma ASTM E-228 (Standard Test Method for Linear Thermal Expansion of Solid Materials Using a Vitreous Silica Dilatometer) en barras de 7 cm de largo y 6 mm de diámetro. Las muestras son calentadas desde los 25°C hasta los 120°C y posteriormente son enfriadas a partir de los 173°C hasta los 24°C. Los cambios de longitud son medidos usando galgas de deformación. Se obtuvo así, el siguiente coeficiente de expansión térmica promedio:

$$\alpha = 4.52 \times 10^{-6} \text{ cm/cm/}^\circ\text{C}$$

4.2 Calor específico

El calor específico fue determinado de acuerdo con la técnica del gradiente calorimétrico. Los valores de calor específico para los concretos de peso normal, con resistencia a la compresión normal y en secado normal generalmente andan en el rango de 796 a 1005 J/kg °C. Los concretos investigados dieron valores de 1055 J/kg °C en promedio y están situados en el límite superior del rango de valores para concretos de peso normal.

4.3 Conductividad térmica

La conductividad térmica es una propiedad específica de un gas, líquido o sólido. El coeficiente de conductividad térmica k_c es una medida de la velocidad a la cual el calor (energía) pasa perpendicularmente a través de un área unitaria de material homogéneo y de espesor unitario cuando se establece una diferencia de temperatura de un grado.

Se constató que la conductividad térmica del concreto está fuertemente asociada al valor de su peso volumétrico, ω .

Expresión que se propone para determinar el valor de conductividad térmica del concreto k_c a partir de su peso volumétrico ω , en donde en unidades del Sistema Internacional k_c puede ser expresada en W/m °C.

$$k_c = 0.072e^{0.00125\omega}$$

En la siguiente tabla se captura la relación de algunos materiales con su respectivo Peso Volumétrico y conductividad térmica.

Material	Peso volumétrico Kg/m ³	Conductividad térmica	
		W/m °C	BTU/hr ft °F
Concreto de peso normal	2469	1.54	0.89
Block de concreto f'm = 50 kg/cm ²	2200	1.20	0.69
Concreto celular f'c = 200 kg/cm ²	1900	0.88	0.51
Concreto celular f'c = 30 kg/cm ²	800	0.20	0.11
Tablque rojo recocido f'm = 35 kg/cm ²	1500	0.80	0.46
Muro Hebel f'c = 24 kg/cm ²	600	0.21	0.12

4.4 Resistividad térmica

La transmitibilidad térmica, U , de un muro es el recíproco de la suma de las resistividades térmicas, R , de los componentes del muro, incluyendo las resistividades de superficie exterior e interior del muro. Los valores de U son una medida del flujo de calor a través de un área unitaria de un muro cuando se presenta una diferencia de un grado de temperatura del aire en las superficies interior y exterior.

El valor de U es una propiedad de la construcción y empleando las unidades del Sistema Internacional puede ser expresada en $W/m^2 \text{ } ^\circ C$ y en unidades del Sistema Americano en $Btu/hr \text{ ft}^2 \text{ } ^\circ F$, ($=U$ en unidades del Sistema Internacional multiplicadas por 0.1761). Para un muro simple de material homogéneo, de conductividad térmica, k_c y espesor x con conductancias de superficie f_i y f_o , U es igual a:

$$U = \frac{1}{R_i} \quad U = \frac{1}{\frac{1}{f_i} + \frac{1}{f_o} + \frac{x}{k_c}}$$

Los subíndices i y o denotan las conductancias de superficie interior y exterior, respectivamente. Los valores típicos son $f_i = 1.46$ para aire en calma y $f_o = 6.0$ para viento con velocidades de 15 millas/hr.

$$U = \frac{1}{0.85 + \frac{x}{k_c}}$$

Por lo tanto, la resistividad del material sólido del muro en sí es igual a su espesor dividido entre su conductividad térmica. Los valores de resistividad térmica para muros de diferente espesor y diferente peso volumétrico hechos de concreto celular, pueden apreciarse en la tabla siguiente:

PESO VOLUMÉTRICO Kg/m ³	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA W / m ² °C	ESPESOR cm	RESISTIVIDAD TÉRMICA	
			m ² °C / W	R ² hr °F / BTU
400	0.118	10.00	0.85	4.81
		12.50	1.06	6.01
		15.00	1.27	7.22
		17.50	1.48	8.42
		20.00	1.69	9.62
		25.00	2.12	12.03
		30.00	2.54	14.44
500	0.134	10.00	0.75	4.24
		12.50	0.93	5.30
		15.00	1.12	6.36
		17.50	1.30	7.42
		20.00	1.49	8.47
		25.00	1.86	10.59
		30.00	2.24	12.71
600	0.152	10.00	0.66	3.73
		12.50	0.82	4.67
		15.00	0.99	5.60
		17.50	1.15	6.54
		20.00	1.31	7.47
		25.00	1.64	9.34
		30.00	1.97	11.21
800	0.196	10.00	0.61	2.90
		12.50	0.64	3.62
		15.00	0.76	4.34
		17.50	0.89	5.07
		20.00	1.02	5.79
		25.00	1.27	7.24
		30.00	1.63	8.69
1,000	0.251	10.00	0.40	2.26
		12.50	0.60	2.83
		15.00	0.80	3.39
		17.50	0.70	3.96
		20.00	0.80	4.52
		25.00	1.00	5.65
		30.00	1.19	6.79

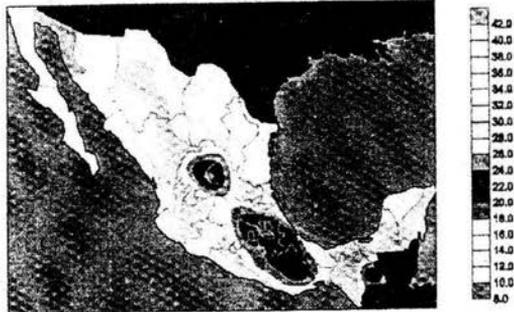
Tabla de las propiedades térmicas del concreto ligero

5. Simulación Térmica

5.1 Generalidades

Las zonas áridas de la región noroeste de la República Mexicana, al igual que las zonas extremadamente húmedas del Golfo de México, la Península de Yucatán y la costa del Pacífico, deben ser consideradas como zonas a las cuales la vivienda debe favorecer al ser humano en dos aspectos primordiales: a) cumplir su premisa de diseño que es darle alojamiento y protegerlo de las condiciones del medio ambiente de manera segura, y b) brindarle la comodidad y el confort para desarrollar la actividad más importante, "el descanso y el esparcimiento". Así, se debe entonces buscar que la vivienda sea confortable y que le proporcione un gasto mínimo para obtener confort.

Temperatura Máxima registrada el 10 de agosto del 2000



Temperaturas máximas regionales de la República Mexicana

Temperatura Mínima registrada el 07 de diciembre del 2000



Temperaturas mínimas regionales de la República Mexicana

Así, el interés por preservar los recursos energéticos ha llevado en todos los campos de la ingeniería a desarrollar sistemas capaces de ahorrar energía, que contribuyan por un lado a la preservación del medio ambiente y por otro lado a coadyuvar a la economía familiar cada vez más deteriorada. Lo anterior se puede lograr mediante sistemas que reduzcan los costos de operación de los equipos de aire acondicionado.

Es indispensable para el tipo de vivienda de interés básico cumplir de manera cabal con los aspectos de funcionalidad térmica, factibilidad económica y viabilidad social; para ello es necesario seguir con una búsqueda constante de materiales alternativos y de nuevos productos en donde se pueda desarrollar y comercializar la tecnología del concreto ligero con la finalidad de satisfacer las necesidades anteriormente mencionadas.

El objetivo del presente capítulo es presentar los resultados de una simulación térmica analítica efectuada para estimar el comportamiento térmico de una vivienda construida con concreto ligero, como una alternativa social al consumo y el ahorro de energía en la vivienda, comparándose contra un caso típico de vivienda de block que por un lado ha venido satisfaciendo una necesidad social de espacio, pero no una necesidad social económica y de confort térmico del individuo en las zonas geográficas de la República Mexicana.

5.2 Descripción del prototipo analizado

- ⇒ Vivienda tipo: Interés social con una superficie de 58 m²
- ⇒ Localización: Mexicali, Baja California
- ⇒ Opciones constructivas:
 - Opción 1.- Vivienda con muros de concreto ligero de 10 cm de espesor
 - Opción 2.- Vivienda con muros de block de concreto de 12 X 20 X 40 cm.
- ⇒ Losa (cubierta) de vigueta – bovedilla de 17 cm de espesor.

5.3 Datos

- ⇒ Zona de estudio: Ciudad de Mexicali, Baja California Norte
- ⇒ Área de construcción: 58m²
- ⇒ Época analizada: Verano (mes de Mayo a Octubre)
- ⇒ Carga de iluminación: 450W, aproximadamente 6 bombillas de 75W
- ⇒ Carga de equipo: 1175W, equivalente al uso cotidiano de:
 - 1 refrigerador
 - 1 lavadora
 - 2 televisores
 - 1 horno de microondas
 - 1 tostador
 - 1 licuadora
 - 1 cafetera
- ⇒ Patrón de uso: Se simula el uso de una familia compuesta por dos adultos y un menor, considerando que los adultos trabajan y no se encuentran en la vivienda de las 7:00 a las 16:00 horas y durante el fin de semana toda la familia abandona la vivienda a las 14:00 horas regresando a las 19:00 horas.

- ⇒ Tarifa de energía eléctrica.
- ⇒ Temperatura extrema promedio: 45.7°C
- ⇒ Temperatura de confort: 25°C
- ⇒ Metodología ASHRAE
- ⇒ Concreto ligero: Peso volumétrico: 1650 kg/m³
Conductividad térmica 0.57 W/m°C
- ⇒ Block de concreto 12X20X40cm : Peso volumétrico: 2200 kg/m³
Conductividad térmica 1.20 W/m°C

5.4 Resultados

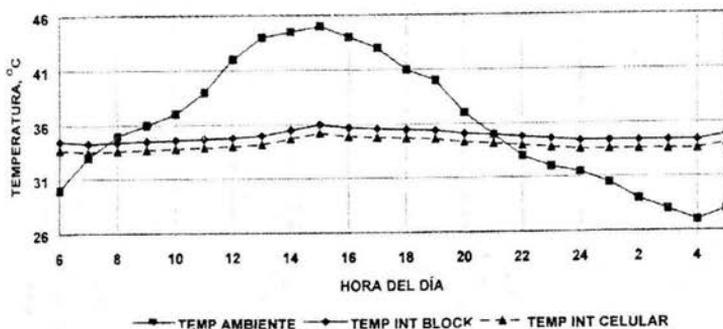
Temperaturas Internas y ambiente

La gráfica de temperaturas interiores que se presenta a continuación muestra la temperatura alcanzada en el interior de cada una de las viviendas simuladas, la gráfica muestra que en ninguno de los casos se alcanzan en el interior temperaturas que estén en el rango de confort, esto era de esperarse debido a las condiciones adversas del clima que prevalecen en esa región.

El block de concreto presentó temperaturas más altas que el concreto ligero. Durante las horas de temperaturas mínimas en el día, entre las 6:00 y las 9:00 hrs., el block registró temperaturas de 33 °C mientras que el concreto ligero registró 32 °C. En el periodo de mayor calentamiento en el día, entre las 15:00 y las 19:00 hrs., el block registró un rango de temperaturas de 36 °C a 37°C y para el concreto celular se registró un rango de 35°C a 36°C. De esta manera se observa que el decremento de temperatura se da más en el concreto celular que en el block.

Así mismo se observa que a las horas de menor calentamiento la curva de temperaturas para el concreto celular se separa más de la de block de concreto debido a que el calentamiento en el block es más rápido que en el concreto celular. Este fenómeno es importante debido a que se pueden inferir dos cosas: a) al calentarse más rápido el block de concreto las temperaturas se elevarán más rápido y por lo tanto el uso de compresor en el sistema de block será antes que en el sistema de concreto celular, b) si se considera que para el enfriamiento sufrirá el mismo fenómeno, entonces se puede decir que el uso de compresor terminará antes en el sistema celular que en el de block.

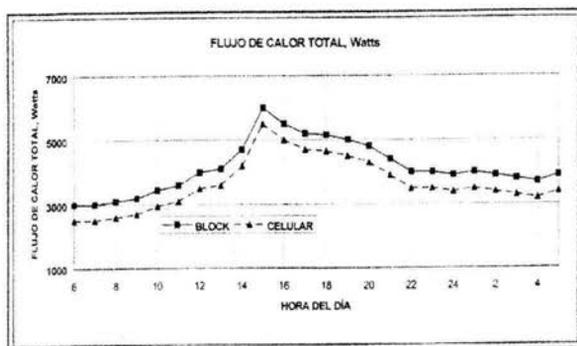
TEMPERATURAS INTERNAS Y AMBIENTE



Gráfica 7. Temperaturas internas y ambiente

Flujo de Calor

Según lo estimado por el simulador, se observa que con respecto al flujo de calor o ganancia térmica total, el concreto ligero tiene un comportamiento mejor, ya que a la hora de carga mínima registra una diferencia favorable de 0.9 kw; y en el periodo de mayor calentamiento y mayor ganancia térmica se tuvo una diferencia también favorable de 1.2 kw.



Gráfica 8. flujo del Calor Total

Por medio de este mismo análisis, fue posible determinar la energía total que había que retirar del sistema para que en ambas viviendas se tuviera la condición de confort.

Para el caso de la vivienda de concreto ligero, se requiere una carga máxima de enfriamiento de 7.198 kw que corresponde a un equipo de aire acondicionado de 2.0 ton. de refrigeración instalada. Mientras que para el caso de la vivienda de block, se requiere una carga máxima de enfriamiento de 8.042 kw, que corresponden a un equipo de aire acondicionado de 2.25 ton. de refrigeración instalada. Si bien, los resultados anteriores no representan una diferencia significativa en aparatos comerciales, si los es en el tiempo y energía que estos consumen en su operación.

Pasando estas cargas de enfriamiento a capacidad comercial instalada y teniendo en cuenta la estructura tarifaria para Mexicali de 1999, se tiene en la siguiente tabla, una estimación de consumos de energía eléctrica por concepto de aire acondicionado durante los 5 meses que abarca el periodo de verano (Mayo, Junio, Julio, Agosto y Septiembre).

Vivienda	Carga de refrigeración (ton.)	Facturación eléctrica (\$)
BLOCK	2.50	3,469.00
CONCRETO LIGERO	2.00	2,929.00

Se aprecia que con la opción concreto ligero se tiene un ahorro en costos de operación de \$540.00, que representa un ahorro del 15%. Es importante mencionar que en los costos anteriores no se incluye el costo por inversión inicial en equipos, ductos e instalaciones.

6. Conclusiones

- Los contenidos de aire esperados (en el orden del 20%) fueron logrados manteniendo fijo el tiempo de espumado en 20 segundos, con lo cual además se logró una buena maleabilidad con valores de 18 cm de revenimiento en promedio.
- No se apreció colapso de la mezcla en estado fresco.

- Es importante recalcar la importancia que tiene un adecuado curado durante los primeros 7 días para poder alcanzar las resistencias de proyecto.
- La resistencia a compresión a 3 días se puede aproximar mediante la expresión:

$$f'_c(3d) = 0.76f'_c(28d)$$

- La resistencia a tensión obtenida mediante la prueba brasileña se encuentra 15% por de bajo del valor obtenido con la expresión propuesta por las NTC-Concreto para concreto clase 2,

$$f'_t = 1.02\sqrt{f'_c}$$

- Sin embargo, los valores reportados de módulo de elasticidad cumplen cabalmente con la expresión propuesta por las NTC-Concreto para concreto clase 2.

$$E_c = 10000\sqrt{f'_c}$$

- El concreto en muchas de sus aplicaciones, se encuentra sometido a cambios volumétricos de temperatura, y la magnitud de las deformaciones están fuertemente relacionadas con el valor del coeficiente de expansión térmica. Se han determinado algunos coeficientes térmicos que oscilan entre 7×10^{-6} y 11×10^{-6} para concreto de peso normal ($2,200 \text{ kg/m}^3$). Para los concretos desarrollados en esta investigación se obtuvo un coeficiente térmico de 4.52×10^{-6} .
- Se constató que la conductividad térmica del concreto esta fuertemente asociada al valor de su peso volumétrico. Así, en un trabajo publicado en Febrero de 1980 surge la expresión propuesta por Rudolph C. Valore Jr., para determinar el valor de la conductividad térmica del concreto (k_c) a partir de su peso volumétrico (w).

$$k_c = 0.072e^{0.00125w}$$

- Se ha encontrado que en la vivienda de concreto ligero es más fácil lograr la temperatura de confort debido a su mejor capacidad de disipar el calor.
- Los muros de block contribuyen en un mayor porcentaje a la carga térmica de toda la vivienda que lo que contribuyen los muros de concreto ligero.
- De acuerdo con los resultados de la simulación térmica analítica desarrollada en este estudio el concreto ligero.
- Es importante mencionar que los resultados de este estudio corresponden únicamente a las bases de cálculo y al prototipo descrito anteriormente. Si se emplean otras bases de cálculo u otro prototipo, podría ser necesario evaluar algunas de las conclusiones anteriores.

II.2.1. ANÁLISIS Y PROPIEDADES TÉRMICAS

1.Descripción del proyecto.

Como parte de del estudio y análisis del sistema constructivo a base de moldes metálicos se presenta una de las investigaciones hechas con el objetivo de determinar el comportamiento térmico de una vivienda de concreto ligero de tipo interés social así como establecer las ventajas en cuanto a confort térmico, ahorros en consumo de energía y ahorros en costos de facturación eléctrica, comparándose contra un caso típico de vivienda de block que por un lado ha venido satisfaciendo una necesidad social de espacio, mas no una necesidad social económica y de confort térmico del usuario final en las zonas de clima cálido seco de la República Mexicana. Para cumplir con dicho objetivo se planteo la realización del monitoreo térmico experimental en dos periodos, es decir, en dos ciclos completos de dos días.

Se efectuaron mediciones a cada hora de las temperaturas superficiales interiores y exteriores en los cuatro muros y en la losa del techo empleando para ello termopares de superficie conectados a un transductor de doble canal; así mismo, se registró la temperatura radiante en la sala y en la recamara, la cual equivale a la temperatura que registra la piel de un ser humano.

2. Monitoreo Térmico

2.1 Descripción del prototipo analizado

- ⇒ Vivienda tipo: Interés social con una superficie de 34 m² (pie de casa)
- ⇒ Localización: Hermosillo, Sonora.
- ⇒ Sistema constructivo: Vivienda con muros de concreto ligero de 10 cm de espesor y peso volumétrico en estado fresco de 1850 kg/m³
- ⇒ La losa de techo es de 12 cm de espesor total, aligerada con caseton de poliestireno de 8 cm y capa de compresión de 4 cm. de concreto de peso normal.
- ⇒ Los muros cuentan con acabado interior y exterior a base de pasta rayada en color blanco. La losa de techo cuenta con acabado interior a base de tirol rustico en color blanco previa aplicación de yeso y acabado exterior con pintura reflejarte color plata la cual forma parte del sistema de impermeabilización.
- ⇒ Las dimensiones de las ventanas son de 90 X 100 cm. con cristal claro de 3 mm.

2.2 Bases de cálculo

- ⇒ Época analizada: Verano
- ⇒ Condiciones: Ganancias de calor del ambiente exterior por conducción y radiación; carga interna, solo un usuario, sin equipo de iluminación y electrodomésticos. Además de presentar soleamiento en las fachadas Norte, Sur y Oeste, en menor cantidad en el Este
- ⇒ Proceso: Se realizó el monitoreo en dos periodos (ciclos completos de dos días)
- ⇒ Tarifa de energía eléctrica: 1E
- ⇒ Temperatura extrema promedio: 40°C
- ⇒ Temperatura de confort: 27°C

Propiedades térmicas de los materiales

- ⇒ Concreto ligero:

Peso volumétrico: 1850 kg/m³
Conductividad térmica: 0.72 W/m°C

⇒ Block de concreto 12X20X40cm:
Peso volumétrico: 2200 kg/m³
Conductividad térmica: 1.20 W/m°C

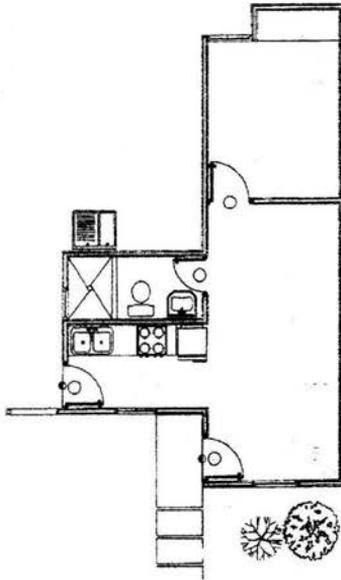


Figura 1 Planta arquitectónica principal

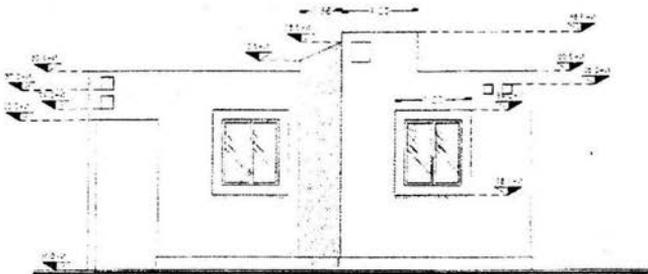


Figura 2 Fachada principal orientada al norte

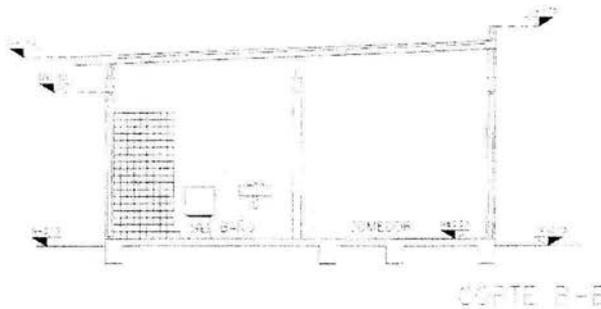
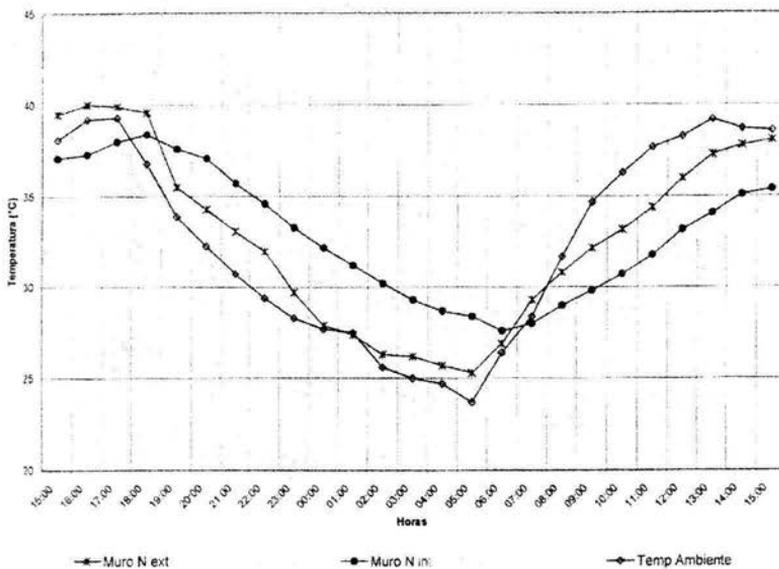


Figura 3 Corte esquemático

2.3 Resultados

Temperaturas superficiales interiores y exteriores en los muros y en el techo. Vivienda concreto ligero.

Se presentan las temperaturas superficiales interiores y exteriores en los muros Norte, Sur, Este, y Oeste construidos con concreto ligero así como en el Techo construido con concreto de peso normal.



Gráfica 9. Temperaturas Superficiales en el muro Norte

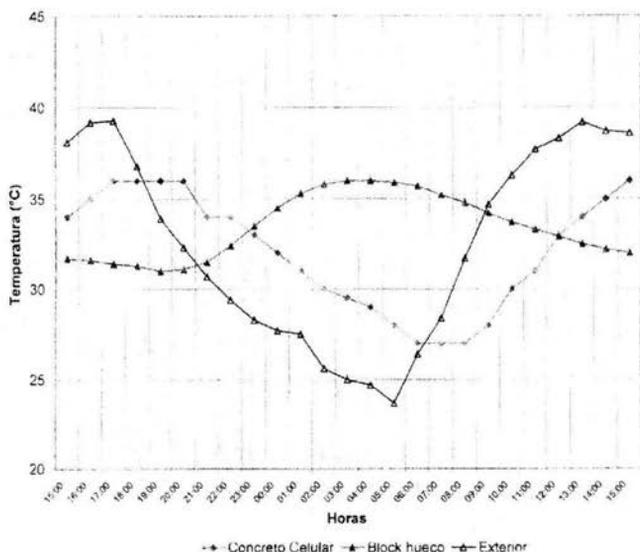
-Temperaturas radiantes en la Sala y en la Recamara.

Un parámetro para medir las condiciones de comodidad térmica de los habitantes de un edificio es la temperatura radiante, la cual depende del calor que emite el techo, muros y cristales de las ventanas al ser calentados por el calor por radiación y la temperatura exterior. Las temperaturas radiantes se midieron en la sala y en la recámara de la vivienda.

-Temperaturas internas y ambiente. Vivienda de concreto ligero vs Vivienda de block hueco

En el momento del monitoreo térmico de la vivienda de concreto ligero, se hizo lo mismo con una vivienda construida con muros de block hueco, en este caso, los muros son de 12 cm de espesor formados por piezas de mampostería de dimensiones 12 X 20 X 40 cm, disponibles en la región; en ambos casos la losa del techo es de las mismas características, es decir, losa de 12 cm de espesor total, aligerada con casetón de poliestireno de 8 cm y capa de compresión de 4 cm de concreto de peso normal.

La orientación de ambas casas es fachada principal al Norte. En el caso de la vivienda de block hueco las fachadas Este y Oeste, permanecen sombreadas la mayor parte del tiempo, a diferencia de la vivienda de concreto celular, la cual recibe radiación durante toda la tarde en la fachada Oeste.



Gráfica 10. Temperaturas Internas y ambiente

La gráfica de temperaturas interiores (Gráfica 8) muestra la temperatura alcanzada en el interior de cada una de las viviendas, observándose que en el caso de la vivienda de concreto ligero se alcanzan en el interior temperaturas que están en el rango de confort aún con las condiciones tan adversas del clima que prevalecen en esa región, caso contrario le sucede a la vivienda de block hueco.

La vivienda de block hueco y la vivienda de concreto ligero tuvieron el mismo comportamiento en cuanto a las temperaturas máximas registradas (36 °C), aunque la hora a la que se presentan difiere sustancialmente. En la vivienda de block hueco la temperatura máxima se registra entre las 02:00 y las 06:00 hrs., mientras que en la vivienda de concreto ligero la temperatura máxima se registra entre las 17:00 y las 20:00 hrs.

Durante las horas de temperatura mínima en el día, entre las 01:00 y las 06:00 hrs., la vivienda de block hueco registró una temperatura de 35.5°C en promedio mientras que la vivienda de concreto ligero registró una temperatura máxima de 31°C y una temperatura mínima de 27°C. Durante las horas de temperatura máxima en el día, es decir, en el periodo de mayor calentamiento del día, entre las 11:00 y las 18:00 hrs., la vivienda de block hueco registró una temperatura máxima de 33°C y una temperatura mínima de 31°C y la vivienda de concreto ligero registró una temperatura máxima de 36°C y una temperatura mínima de 31°C. de esta manera se observa que el decremento de temperatura se da más rápido en el concreto ligero que en el block hueco.

Así mismo, de la gráfica 8 se puede apreciar que la vivienda de concreto ligero muestra un retraso térmico de 2 a 3 hrs. aproximadamente, mientras que la vivienda de block hueco muestra un retraso térmico de entre 12 y 14 hrs. Lo anterior quiere decir que el muro de block hueco almacena el calor adquirido durante las horas del día de mayor calentamiento y no logra liberarlo con la misma rapidez con la que lo hace el muro de concreto ligero, representado ello una gran desventaja puesto que cuando en el exterior el ambiente esta más fresco, en el interior el ambiente se vuelve más caliente. Por otro lado, el concreto ligero pierde el calor ganado cuando en el exterior baja la temperatura. Este fenómeno es importante debido a que nos puede llevar a inferir dos cosas:

- a) Al conservarse durante más tiempo el calor en el sistema de block hueco, el compresor del equipo de aire acondicionado estará en uso durante más tiempo que en el sistema de concreto ligero.
- b) Si se considera que para el enfriamiento sufrirá el mismo fenómeno, entonces se puede decir que el compresor del equipo de aire acondicionado terminará su uso antes en el sistema de concreto ligero que en el de block hueco.

Por medio de este mismo análisis, fue posible determinar la energía total que había que retirar del sistema para que en ambas viviendas se tuviera la condición de confort.

Para el caso de la vivienda de block hueco, se requiere una carga máxima de enfriamiento de 7.032 Kw. que corresponde a un equipo de aire acondicionado de 2.0 toneladas de refrigeración instalada. Mientras que para el caso de la vivienda de concreto ligero, se requiere una carga máxima de enfriamiento de 5.274 Kw., que corresponden a un equipo de aire acondicionado de 1.5 toneladas de refrigeración instalada. Si bien, los resultados anteriores no representan una diferencia significativa en aparatos comerciales, si lo es en el tiempo y energía que estos consumen en su operación.

Pasando estas cargas de enfriamiento a capacidad comercial instalada y teniendo en cuenta la estructura tarifaria para la zona en el año correspondiente, se tiene en la Tabla 1, una estimación de consumos de energía eléctrica por concepto de aire acondicionado durante los 5 meses que abarca el periodo de verano.

Vivienda	Carga de refrigeración (ton)	Facturación eléctrica (\$)
Block Hueco	2.00	13,850.45
Concreto Ligero	1.50	5,781.53

Tabla 2.1. Resultados del cálculo térmico global mensual

Se aprecia que con la opción concreto ligero se tienen un ahorro en costos de operación de \$8,068.92, que representa un ahorro del 58%. Es importante mencionar que en los costos anteriores no se incluye el costo por inversión inicial en equipos, ductos e instalaciones.

El ahorro de energía es igual a 28 kWh., lo cual equivale a dejar de emitir 19.6 kg. de CO₂ (bióxido de carbono) al medio ambiente.

3. Conclusiones

- De acuerdo con los resultados del monitoreo térmico experimental desarrollado en esta investigación, la vivienda de concreto ligero tiene un mejor comportamiento térmico y económico comparado con la vivienda de block hueco, lográndose un ahorro durante los meses de verano de \$8,068.92 equivalente a un 58%.
- En los meses menos críticos de calor la diferencia entre ambos sistemas es mínima, pero aún así continua estando a favor del concreto ligero.
- Se ha encontrado que en la vivienda de concreto ligero es más fácil lograr la temperatura de confort debido a su mejor capacidad de disipar el calor.
- Los muros de block contribuyen en un mayor porcentaje a la carga térmica de toda la vivienda que lo que contribuyen los muros de concreto ligero.

II.2.2. ANÁLISIS Y PROPIEDADES ESTRUCTURALES

DISEÑO ESTRUCTURAL

1. Antecedentes

Se trata de una vivienda de tipo interés social, que formará parte de una Unidad Habitacional ubicada en la ciudad de Matamoros, Tamps. Dicha vivienda cuenta con una superficie de 52 m².

2. Objetivo

El objetivo del presente proyecto es proponer una solución racional y económica desde el punto de vista constructivo y de servicio, tomando en cuenta el aspecto térmico.

3. Características de la vivienda

Se presentan las características arquitectónicas y del sistema estructural de la vivienda. Se describe le proceso constructivo propuesto.

La vivienda tiene 5.90 m de frente (medido a centro de muros) por 890 m de fondo. Es de una sola planta en la cual se localizan la estancia, comedor, cocina, un baño completo y dos recamaras con closet. El área total construida es de 52 m². La azotea tiene una losa plana y la pendiente hacia la fachada posterior de la casa se logra con un mortero de cemento-arena.

El sistema estructural propuesto consiste de muros de carga y de losas de concreto ligero tipo celular. El concreto ligero está hecho a base de agregado grueso de peso normal, arena, cemento Pórtland y agua. Se emplea un aditivo que incluye aire para disminuir el peso volumétrico del concreto fraguado, y plastificante para mejorar la maleabilidad de la mezcla.

Para cimentar la vivienda se prepara un terraplén de 30 cm. de espesor, ya sea con el terreno natural compactado o con relleno fluido de 20 cm de espesor. Sobre el terraplén, se desplanta la losa de cimentación de 10 cm de espesor. La losa se refuerza con malla electrosoldada.

Los muros, de 10 cm de espesor, se desplantan sobre la poligonal. Los muros están reforzados con malla electrosoldada. Antes de cimbrar los muros, se colocan las tuberías para las instalaciones hidráulica, sanitaria y eléctrica, las cuales quedarán ahogadas en los muros. La cimbra para muros y losa está hecha a base de paneles metálicos con una superficie de contacto metálica o de triplay, con la cual se proporciona una superficie lisa que facilita la obtención de buen acabado en muros y losa.

La losa tiene un espesor de 10 cm y está reforzada con malla electrosoldada.

En la conexión de un muro con la losa de cimentación se colocan dos varillas de 5/16 pulg. a cada 50 cm, que se anclan 30 cm. en el muro y 30 cm. en la losa de cimentación mediante un gancho a 90° (por tanto, las varillas tienen una longitud total de 70 cm.). De igual forma se logra la conexión entre los muros y la losa de azotea.

4. Evaluación de la vivienda

4.1 General

En este capítulo se presenta la revisión del diseño estructural de la vivienda. Para la revisión por cargas verticales y laterales se emplean las resistencias a la compresión y a la tensión del concreto ligero propuesto. El cálculo se hace siguiendo los requerimientos aplicables de las Refs.2,3 4 y 5.

4.2 Revisión del diseño estructural: Estado limite de resistencia.

Los catos empleados en la revisión son:

- Muros y Losas: Peso volumétrico = 1600kg/m³

$$f'_c = 85 \text{ kg / cm}^2$$

$$f'_t = 8 \text{ kg / cm}^2$$

- Datos: Área de la losa, 52m²

Altura libre de entrepiso, 2.7m.

- Cargas:

➤ Azotea:

Peso propio de la losa	=	160 kg/m ²
Relleno, impermeabilización y enladrillado	=	150 kg/m ²
Carga viva para diseño por cargas verticales (pend. < 5%)	=	100 kg/m ²
Carga viva para diseño por sismo	=	70 kg/m ²

➤ Muros:

Peso de muro	=	160 kg/m ²
Aplanado de yeso	=	30 kg/m ²
Peso por metro lineal de muro	=	513 kg.
Longitud total de muros	=	33.5 m.

➤ Carga total en muros de planta baja:

Peso losa de azotea	=	21,350 kg.
Peso muros planta baja	=	17,200 kg.

Total W = 38,550 kg.

➤ Carga total para sismo W_s:

Peso losa de azotea	=	19,800 kg.
Peso muros planta baja	=	17,200 kg.

Total W_s = 37,000 kg.

4.2.1 Cargas Verticales

Para determinar la carga vertical sobre cada muro, se hizo una ajada de cargas por áreas tributarias. La tabla 4.1 contiene los valores de dichas áreas y la carga vertical P que corresponde a cada muro de la planta baja.

La carga axial que resiste cada muro se determinó como (Art. 9.2, Ref. 3)

$$P_R = 0.7 F_R f_c^* \left[1 - \left(\frac{H'}{32h} \right)^2 \right] A$$

donde:

P_R = carga vertical total resistente de diseño
F_R = factor de reducción de resistencia, igual a 0.65
f_c^{*} = 0.8 f_c
f_c = 85 kg/cm²
H' = altura efectiva de los muros, igual a 240 cm.
h = espesor del muro.

4.2.1.1 Revisión de la seguridad a cargas verticales

Para cada muro deberá comprobarse que la carga vertical actualmente multiplicada por el factor de carga de 1.4, P_u, no excede de la carga vertical resistente, P_R, (Ref. 2). Los valores de la carga última actuante P_u, la carga resistente P_R y el cociente de ambos

aparecen en la Tabla 2. Todos los muros tienen una resistencia adecuada; el cociente P_R / P_u promedio es igual a 5.5

Muro	Longitud m	Área Tributaria m ²	P ton	P _u ton	P _R ton	P _R /P _u
1	1.64	2.02	1.67	2.34	14.62	6.25
2	1.85	2.32	1.90	2.66	16.49	6.20
3	1.99	4.04	2.68	3.75	17.74	4.73
4	2.20	4.41	2.94	4.11	19.61	4.77
5	3.05	2.79	2.71	3.79	27.19	7.17
6	0.87	1.04	0.87	1.22	7.75	6.35
7	0.88	1.04	0.88	1.23	7.84	6.38
8	8.91	9.63	8.52	11.93	79.42	6.66
9	3.82	7.48	5.03	7.04	34.05	4.84
10	0.95	5.40	2.70	3.78	8.47	2.24
11	1.77	5.40	3.12	4.37	15.78	3.61
12	3.82	4.07	3.63	5.08	34.05	6.70
13	1.77	2.45	1.91	2.68	15.78	5.89

Tabla 2 Revisión de muros individuales por Carga Vertical

4.2.2 Revisión ante cargas sísmicas

4.2.2.1 Análisis sísmico

Se aplicará el método simplificado (sección 4.1.3, ref. 5) puesto que se verifica que:

- I. Más de 75% de las cargas verticales están soportadas por muros ligados por una losa monolítica.
- II. La Distribución de muros es sensiblemente simétrica con respecto a los ejes ortogonales principales.
- III. La relación longitud a ancho de la planta no excede de dos (es igual a 1.51).
- IV. La relación altura a dimensión mínima de la base es $2.7/5.89 = 0.46 < 1.5$.
- V. La altura (2.7 m) es menor de 13m.

Se empleará el coeficiente sísmico para zona III correspondiente a la zona de estudio (Ref. 6)

$$c = 0.20$$

La fuerza cortante basal en cada dirección será, por tanto:

$$V_x = V_y = c W_s = 0.20 \times 37.0 \text{ ton} = 7.4 \text{ ton}$$

No se requiere análisis para determinar momentos flexionantes o efectos de torsión en los muros (Ref. 5). Según el método simplificado basta revisar que la suma de las resistencias en cortante de los muros en cada dirección sea superior a la fuerza cortante actuante.

4.2.2.2 Fuerza cortante resistente

Según la Ref. 3 (Art. 4.5.2.c) la contribución del concreto a la resistencia al cortante de un muro se calcula como:

$$V_{CR} = 0.85 F_R \sqrt{f^* c} L t$$

donde:

V_{CR} = cortante resistente

F_R = factor de reducción de resistencia igual a 0.8,

$f^* c = 0.8 f' c$

t = espesor del muro

L = longitud del muro

Debido a su peso volumétrico, según el apartado 10.1 de la Ref. 3, al considerarse concreto ligero se debe sustituir $\sqrt{f^* c}$ por $0.5 f^* t$, en donde:

$f^* t = 0.75 f'_t$. Sustituyendo valores para $f'_t = 8 \text{ kg/cm}^2$ y para $F_R = 0.8$.

$$V_{CR} = 0.85 \times 0.8 \times 0.5 \times 0.75 \times 8 \times L t$$

$$V_{CR} = 2.04 L t$$

Según la sección 4.1.3 de la Ref. 4, la resistencia de los muros cuya relación H/L excede de 1.33 (donde H es la altura libre de entrepiso y L la longitud) se reducirá multiplicándola por el factor:

$$F_t = (1.33 L/H)^2 \leq 1.0$$

En la Tabla 2 se consigna para la dirección X, paralela al frente de la vivienda, la longitud del muro, y el factor F_t correspondiente que se aplica como una corrección del área transversal, obteniendo un área equivalente de muro (A_{eq}) para resistencia a sismo. Los valores para la dirección Y (dirección larga de la vivienda) se encuentran en la Tabla 3. Se considera que el ancho de los muros es igual a 10 cm.

Muro	Longitud, en cm	$F_t = (1.33 L/H)^2 < 1.0$	A_{eq} , en cm^2
1	164	0.65	1070
2	185	0.83	1536
3	199	0.96	1912
4	220	1.00	2200
5	305	1.00	3050
6	87	0.18	160
7	88	0.19	165
Total			10094

Tabla 3 Áreas equivalentes de muros para resistir el sismo en la dirección X

Muro	Longitud, en cm	$F_t = (1.33 L/H)^2 < 1.0$	A_{eq} , en cm^2
8	891	1.00	8910
9	382	1.00	3820
10	95	0.22	208
11	177	0.76	1346
12	382	1.00	3820
13	177	0.76	1346
Total			19449

Tabla 4 Áreas equivalentes de muros para resistir el sismo en la dirección Y

Los cortantes resistentes en las direcciones X y Y, respectivamente son

$$V_{CR,X} = 2.04 \times 10094 = 20592 \text{ kg} = 20.5 \text{ ton}$$

$$V_{CR,Y} = 2.04 \times 19449 = 39675 \text{ kg} = 39.6 \text{ ton}$$

4.2.2.3 Revisión de la seguridad por sismo

Se debe comprobar que en cada dirección la fuerza cortante actuante en los muros de planta baja, multiplicada por el factor de carga (1.1 para acciones accidentales) no exceda la fuerza cortante resistente.

$$V_U = 1.1 \times 7.4 \text{ ton} = 8.1 \text{ ton}$$

Se observa que la fuerza cortante resistente en ambas direcciones es mayor que la fuerza cortante actuante por sismo. El cociente de la fuerza cortante resistente y la carga última es 2.5 y 4.8 para las direcciones X y Y, respectivamente.

II.3 ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL PROTOTIPO CUÁDRUPLEX

MEMORIA DESCRIPTIVA.

Como parte de mi propuesta estructural para el sistema constructivo a base de moldes metálicos describiré el proceso estructural en una casa de interés social de tipo cuádruples, debido a que es el formato de vivienda más común, formado por cuatro casas de dos niveles con una superficie de 35 m² por cada casa. En la presente memoria se presenta la opción de estructuración a base de concreto premezclado-reforzado y ligero construido a base de moldes y un sistema de piso a base de loza maciza de concreto, aunque en su momento se presenta el diseño de una zapata corrida por ser el caso mas presentado en la construcción de este tipo de vivienda utilizando una capacidad de carga del terreno de 8 Ton/m² de acuerdo al Reglamento para las Construcciones del Distrito Federal.

Para todas las alternativas se utilizó concreto con resistencia de 200 kg/cm². Para el uso del muro de block de concreto para las futuras ampliaciones, este deberá cumplir con las siguientes características:

- Resistencia mínima a la compresión $f^*p = 50 \text{ kg/cm}^2$, determinada de acuerdo a la norma NOM C36.
- Resistencia mínima a cortante $v^* = 3.5 \text{ kg/cm}^2$, para asegurar dicha resistencia se aceptará el ensaye de muretes con una longitud de al menos una vez y media la máxima dimensión de la pieza, con el número de hiladas necesaria para que la altura sea aproximadamente igual a la longitud.
- El mortero que se utilizará para juntear las piezas deberá ser del tipo I, con el siguiente proporcionamiento:
 - 1 Parte de cemento Pórtland
 - De 0 a 1 / 4 partes de cal.
 - Arena, no menos de 2.25 ni más de 3 veces la suma de cementantes en volumen
 - Obteniéndose un valor nominal a la compresión de 125 kg/cm²

ANÁLISIS DE CARGAS.

Las cargas consideradas para este proyecto se tomaron con estricto apego al Reglamento para las Construcciones del Distrito Federal, las cuales se presentan más adelante.

ANÁLISIS SÍSMICO.

Par realizar el análisis sísmico se utilizó el método simplificado de acuerdo al Reglamento para las Construcciones del Distrito Federal considerando las siguientes características: Terreno tipo II, Coeficiente sísmico $c = 0.16$

a) Cargas Muertas:

Artículo 196.- Se considerarán como cargas muertas los pesos de todos los elementos constructivos, de los acabados y de todos los elementos que ocupan una posición permanente.

Para la evaluación de las cargas muertas se emplearán las dimensiones especificadas de los elementos constructivos y los pesos unitarios de los materiales. Para estos últimos se utilizarán valores mínimos probables cuando sea más desfavorable, para la estabilidad de la estructura, considerar una carga muerta menor, como en el caso de volteo, lastre producida por viento.

Artículo 197.- El peso muerto calculado de las losas de concreto de peso normal coladas en el lugar se incrementará en 20 kg/cm^2 . Cuando sobre una losa colada en el lugar o precolada se coloque una capa de mortero de peso normal, el peso calculado de esta capa se incrementará también en 20 kg/cm^2 , de manera que el incremento total será de 40 kg/cm^2 . Tratándose de losas y morteros que posean pesos volumétricos. Estos aumentos no se aplicarán cuando el efecto de la carga muerta sea favorable a la estabilidad de la estructura.

b) Cargas Vivas

Artículo 198.- Se considerarán cargas vivas las fuerzas que se producen por el uso y ocupación de las construcciones y que no tienen carácter permanente. Los valores aceptados deberán justificarse en la memoria de cálculo e indicarse en los planos estructurales.

Artículo 199.- Para la aplicación de las cargas vivas unitarias se deberá tomar en consideración las siguientes disposiciones:

- I. La carga viva máxima W_m se deberá emplear para el diseño estructural por fuerzas gravitacionales y para calcular asentamientos inmediatos en suelos, así como en el diseño estructural de los cimientos ante cargas gravitacionales;
- II. La carga instantánea W_a se deberá usar para diseño sísmico y por viento y cuando se revisen distribuciones de carga más desfavorables que la uniformemente repartida sobre toda el área;
- III. La carga media se deberá emplear en el cálculo de asentamientos diferidos y para el cálculo de flechas diferidas;
- IV. Cuando el efecto de la carga viva sea favorable para la estabilidad de la estructura, como en el caso de problemas de flotación, volteo y de succión por viento, su intensidad se considerará nula sobre toda el área, a menos que pueda justificarse otro valor acorde con la definición del artículo 187 de este reglamento.

Artículo 200.- Durante el proceso de construcción deberán considerarse las cargas vivas transitorias que puedan producirse; éstas incluirán el peso de los materiales que se almacenen temporalmente, el de los vehículos y equipo, el de colado de plantas superiores que se apoyen en la planta que se analiza y del personal necesario, no siendo éste último peso menor que 150 kg/m². Se considerará, además una concentración de 150 kg en el lugar más desfavorable que las del diseño aprobado.

Nota: Para elementos con área tributaria menor de 36 m², Wm (carga viva máxima) podrá reducirse, tomándola igual a 100+420 A-1/2 (A es el área tributaria en m²). Cuando sea más desfavorable se considerará en lugar de Wm, una carga de 500 kg aplicada sobre un área de 50 x 50 cm en la posición más crítica. Para elementos con área tributaria mayor de 36 m², Wm podrá reducirse, tomándola igual a 180+420 A-1/2. Cuando sea más desfavorable se considerará en lugar de Wm, una carga de 1000 kg.

ANÁLISIS DE CARGAS

Cargas muertas

1.- CON VIGUETA Y BOVEDILLA

NIVEL TIPO

Losa vigueta y bovedilla	170 kg/m ²
Acabados	50 kg/m ²
Sobrecarga Reglamento	40 kg/m ²
Instalaciones y Plafond	10 kg/m ²
Total =	270 kg/m ²

AZOTEA

Losa vigueta y bovedilla	170 kg/m ²
Impermeabilizante	5 kg/m ²
Relleno para dar pendientes	65 kg/m ²
Acabados	50 kg/m ²
Sobrecarga Reglamento	40 kg/m ²
Instalaciones y Plafond	10 kg/m ²
Total =	340 kg/m ²

2.- CON LOSA MACIZA

NIVEL TIPO

Losa maciza h=10 cm	240 kg/m ²
Acabados	50 kg/m ²
Sobrecarga Reglamento	40 kg/m ²
Instalaciones y Plafond	10 kg/m ²
Total =	340 kg/m ²

AZOTEA

Losa maciza	240 kg/m ²
Impermeabilizante	5 kg/m ²
Relleno para dar pendientes	65 kg/m ²
Acabados	50 kg/m ²
Sobrecarga Reglamento	40 kg/m ²
Instalaciones y Plafond	10 kg/m ²
Total =	410 kg/m ²

NOTA:

El peso de los muros se considera en cada uno de los análisis sísmicos realizados que se presentan adelante.

Cargas vivas

Carga viva máxima	170 kg/m ²
Carga viva reducida	90 kg/m ²

Análisis Sísmico⁵

Este método es aplicable a estructuras en que la rigidez y resistencia a cargas laterales son proporcionadas por muros y en que las torsiones no son importantes. El RCDF limita su aplicación a edificios de baja altura (menor de 13 m) con losas continuas en todos los pisos y en que existen muros largos paralelos en los extremos, que absorben las posibles torsiones. Los coeficientes de la tabla, que más adelante se muestra, representan la ordenada espectral reducida por ductilidad; por tanto, multiplicados por el peso total de la construcción proporcionan la fuerza sísmica en otros niveles.

I) Bajada de Cargas**a) Conceptos de Cargas****Azotea**

Losa Maciza	240	kg/m ²
Relleno de tezontle	110	kg/m ²
Firme (3cm) 2400*.03	72	kg/m ²
Acabados	35	kg/m ²
Instalaciones	5	kg/m ²
Sobrecarga	40	kg/m ²
Carga Muerta	502	kg/m ²
Carga viva max	100	kg/m ²
Carga viva inst.	70	kg/m ²
Wmuerta+Wviva max	602	kg/m ²
Wmuerta+Wviva inst	572	kg/m ²
Para Entrepiso		
Losa maciza	240	kg/m ²
Firme (3cm) 2400*.03	72	kg/m ²
Acabados	35	kg/m ²
Instalaciones	5	kg/m ²
Sobrecarga	40	kg/m ²
Carga muerta	392	kg/m ²
Carga viva max	170	kg/m ²
Carga viva media	100	kg/m ²
Wmuerta+Wviva max	562	kg/m ²
Wmuerta+Wviva med	492	kg/m ²

II) Obtención de peso de muros

Sentido Y Planta Baja

Altura(m)	Longitud (m)	Esp(m)	Material	Mortero	Peso (ton)
2.45	9.21	0.12	Concreto	0.00	6.50
2.45	9.21	0.12	Concreto	0.00	6.50
2.45	9.21	0.12	Concreto	0.00	6.50
2.45	9.21	0.12	Concreto	0.00	6.50
2.45	9.21	0.12	Concreto	0.00	6.50
Total					32.49

En esta parte el peso total se obtiene de la sumatoria de cada uno de los muros presentes en la PB, esto es: $P = \text{Alt} * \text{long} * \text{esp}$

Nivel 1

Altura(m)	Longitud (m)	Esp(m)	Material	Mortero	Peso (ton)
2.45	9.21	0.12	Concreto	0.00	6.50
2.45	9.21	0.12	Concreto	0.00	6.50
2.45	9.21	0.12	Concreto	0.00	6.50
2.45	9.21	0.12	Concreto	0.00	6.50
2.45	9.21	0.12	Concreto	0.00	6.50
					0.00
Total					32.49

Sentido X Planta Baja

Altura(m)	Longitud (m)	Esp(m)	Material	Mortero	Peso (ton)
2.45	3.8	0.12	Concreto	0.00	2.68
2.45	3.8	0.12	Concreto	0.00	2.68
2.45	16.8	0.12	Concreto	0.00	11.85
2.45	6.8	0.12	Concreto	0.00	4.80
Total					22.01

Para determinar el peso: $\text{Peso} = 2.4 * \text{altura muro} * \text{longitud} * \text{espesor}$

Azotea

Altura(m)	Longitud (m)	Esp(m)	Material	Mortero	Peso (ton)
2.45	11.4	0.12	Concreto	0.00	8.04
2.45	8.6	0.12	Concreto	0.00	6.07
2.45	8	0.12	Concreto	0.00	5.64
2.45	8.6	0.12	Concreto	0.00	6.07
6.6	6.6	0.12	Concreto	0.00	12.55
Total					38.37

⁵ Propuesta de Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo, Abril 2001

Obtención de Pesos Primera Etapa

Nivel	Area	Area Esc	W Cm+cvj	W esc.	W muro Y	W muro X	Equipo	Total	
PB	56.89	0	32.5	0.0	32.49	22.01	0.6	87.6	Ton
								88	Ton

Obtención de pesos Análisis Sísmico

Nivel	Area	Area Esc	W Cm+cvj	W esc.	W muro Y	W muro X	Equipo	Total	
PB	98.91	10.69	57	3.1	32.49	22.01		114.2	Ton
PA	98.91	10.69	48.7	3.1	32.49	38.37	0.6	123.2	Ton
								237	Ton

Obtención de pesos Cimentación

Nivel	Area	Area Esc	W Cm+cvj	W esc.	W muro Y	W muro X	Equipo	Total	
PB	98.91	10.69	60	3.1	32.49	22.01		117.1	Ton
PA	98.91	10.69	55.6	3.1	32.49	38.37	0.75	130.3	Ton
								247	Ton

Coefficientes⁶

	Zona sísmica	Tipo de Terreno	Muros de piezas macizas			Muros de piezas huecas		
			H<4	4<H<7	7<h<13	H<4	4<H<7	7<h<13
AI	A	I	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05
AII	A	II	0.06	0.07	0.08	0.07	0.09	0.11
AIII	A	III	0.07	0.08	0.1	0.08	0.1	0.13
BI	B	I	0.06	0.07	0.07	0.08	0.09	0.09
BII	B	II	0.13	0.15	0.18	0.15	0.18	0.22
BIII	B	III	0.13	0.16	0.19	0.15	0.19	0.23
CI	C	I	0.18	0.18	0.18	0.24	0.24	0.24
CII	C	II	0.32	0.32	0.32	0.43	0.43	0.43
CIII	C	III	0.32	0.32	0.32	0.43	0.43	0.43
DI	D	I	0.25	0.25	0.25	0.33	0.33	0.33
DII	D	II	0.43	0.43	0.43	0.57	0.57	0.57
DIII	D	III	0.43	0.43	0.43	0.57	0.57	0.57

Zona sísmica	Muros de piezas macizas			Muros de piezas huecas		
	H<4	4<H<7	7<h<13	H<4	4<H<7	7<h<13
I	0.07	0.08	0.08	0.1	0.11	0.11
II	0.13	0.16	0.19	0.15	0.19	0.24
III	0.13	0.16	0.19	0.15	0.19	0.24

⁶ Fuente: Manual CFE (Referencia 6.13)

Análisis Sísmico Simplificado

Muros de Pieza Maciza

Reglamento	CFE
Zona Sísmica	B
Tipo de Terreno	II
Estructura Tipo	B
Altura	5.5
C	0.15

Fuerzas actuantes

$$\alpha = (\sum W_n / (W_n \times h_n)) \times C$$

$$P_n = \alpha \times W_n \times h_n$$

W_n (ton)	h_n (mts)	$W \times h$	α	P_n
87.6	2.5	214.7	0.0435	9.34
123.2	4.9	603.7	0.0435	26.26
237.4		818.4		35.61

Fuerzas resistentes

v^*r	5	kg/cm ²
Espesor muros	10	cm
Fr	1	
$v_r = v^*r \times 0.7 \times Fr$	3.5	kg/cm ²

En el método simplificado se supone que la fuerza sísmica actuante se distribuye de manera uniforme entre cada muro alineado en la dirección en que actúa el sismo; por tanto, debe compararse con la fuerza cortante resistente a sismo que es la suma de las contribuciones individuales de cada muro alineado en la dirección en estudio. La fuerza resistente resulta:

$$V_r = \sum V_i \cdot t_i / L_i$$

Sentido OX

Muro	h	l	h/l	$v_r^{(*1)}$	$At^{(*2)}$	$V_r^{(*3)}$
A	2.45	0.7	3.500	0.216327	700	151.429
B	2.45	0.7	3.500	0.216327	700	151.429
C	2.45	4.2	0.583	3.5	4200	14700
D	2.45	4.2	0.583	3.5	4200	14700
E	2.45	4.2	0.583	3.5	4200	14700
F	2.45	4.2	0.583	3.5	4200	14700
G	2.45	1.7	1.441	1.275885	1700	2169

61271.9 como $v_r > v_a$ ok

$At^{(*2)} = l \cdot 100 \cdot \text{esp. muros}$

$V_r^{(*1)} : V_r = 3.5$ si $h/l < 1.33$, $V_r = 2.65 \cdot (l/h)^2$ si $h/l > 1.33$

$V_r^{(*3)} = V_r^{(*1)} \cdot At^{(*2)}$

Sentido OY

Muro	h	l	h/l	vr(*1)	At *(2)	Vr (*3)
A	2.45	9.21	0.266	5	11052	55260
B	2.45	9.21	0.266	5	11052	55260
C	2.45	9.21	0.266	5	11052	55260
D	2.45	9.21	0.266	5	11052	55260
E	2.45	9.21	0.266	5	11052	55260
E					0	0

276300 como $vr > va$ ok

Notas:

(*1) Para $h/l < 1.33$ la vr será la del material; en caso de no cumplir se calcula: $vcr = 2.65 \times (l/h)^2$

(*2) El área (At) será el largo del muro (l) por el espesor del mismo

(*3) La fuerza resistente Vr se obtiene al multiplicar vr por el área (At)

Azotea			Entrepiso		
Cm	Cv	Cvr	Cm	Cv	Cvr
502	100	70	392	170	100

	Area	Long	Azotea			Entrepiso		
			Cm	Cv	Cvr	Cm	Cv	Cvr
1	3.07	2.95	522.42	104.07	72.85	407.95	176.92	104.07
2	2.87	3.42	421.27	83.92	58.74	328.96	142.66	83.92
3	5.74	3.42	842.54	167.84	117.49	657.92	285.32	167.84
4	3.84	2.95	653.45	130.17	91.12	510.26	221.29	130.17
5	0.58	1.52	191.55	38.16	26.71	149.58	64.87	38.16
6	1.16	1.52	383.11	76.32	53.42	299.16	129.74	76.32
7	3.46	2.95	588.79	117.29	82.10	459.77	199.39	117.29
8	0.74	1.72	215.98	43.02	30.12	168.65	73.14	43.02
9	1.48	1.72	431.95	86.05	60.23	337.30	146.28	86.05
10	3.89	2.95	661.96	131.86	92.31	516.91	224.17	131.86
11	1.38	2.35	294.79	58.72	41.11	230.20	99.83	58.72
12	2.76	2.35	589.58	117.45	82.21	460.39	199.66	117.45
13	3.01	2.95	512.21	102.03	71.42	399.97	173.46	102.03
14	0.20	1.35	75.30	15.00	10.50	58.80	25.50	15.00
15	0.72	1.60	225.90	45.00	31.50	176.40	76.50	45.00
16	0.41	1.35	150.60	30.00	21.00	117.60	51.00	30.00
17	0.48	1.60	150.60	30.00	21.00	117.60	51.00	30.00

DISEÑO DE ZAPATA

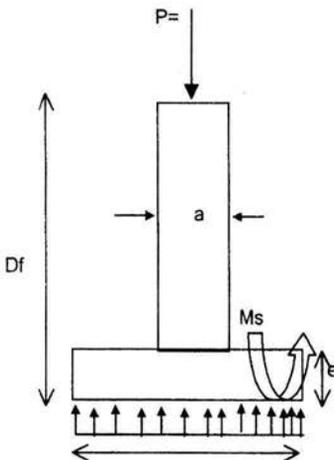
1. Bajada de Cargas

Muros

Material	Altura (m)	Esp (m)	w (ton/m)	No niv.
Concreto	5.55	0.12	1.60	1.00

Cargas	w (t/m ²)	A trib	w (ton/m)	No niv.	w cim
Carga Muerta	0.92	3.60	3.32	1.00	3.32
Carga Viva	0.27	3.60	0.97	1.00	0.97
Total					5.89

2. Geometría de la Zapata



$P=$	5.89	t/m	
$D_f=$	0.90	m	
$q=$	10.00	t/m ²	capacidad de carga
$b_1=$	0.59	m	
$b=$	0.60	m	
e	0.20	m	
$q_{act}=$	9.82	t/m	$q=P/b$
$a=$	0.12	m	
$M_s=$	0.28	tm	$M_s=((b/2-a/2)^2)/2 * q_{act}$
$V_s=$	2.36	t	$V= (b/2-a/2) * q_{act}$

M_s = momento bajo las cargas de servicio

2.1 Revisión por Flexión

Mr	28,284	kgcm	
Fc=	1.1		Factor de carga
Fr	0.9		
b	100	cm	
h	20	cm	$h=e/100$
rec	5	cm	
d	15	cm	$d=h-rec$
f _c	200	kg/cm ²	
f' _c =	160		$f'_c=0.8*f_c$
f'' _c	136	kg/cm ²	$f''_c=0.85*f'_c$
f _y	4.200	kg/cm ²	

Resultados

qv	0.0103	$qv = Mr / (Fr * bd^2 * f'_c)$
q	0.0103	$q = 1 - (1 - (2 * qv)^{1/2})$
pmin	0.0024	$pmin = (0.7 * f'_c^{1/2}) / f_y$
ρ	0.0003	$\rho = (q * f'_c) / f_y$
pmax	0.0114	$pmax = [f'_c / f_y * (4800 / 6000 + f_y)] * 0.75$
	0.0024	
p cons	0.0024	
As=	3.54	$As = b * d * pmin$

Lo cual corresponde según anexo de diámetros a 5 barras de 3/8 de diámetro.

2.3 Revisión por Cortante

$$\text{si } p \leq 0.01 \quad V_{cr} = F_r * b * d * x * (0.2 + 30p) * (f'_c)^{1/2}$$

$$\text{si } p > 0.01 \quad V_{cr} = 0.5 F_r * b * d * (f'_c)^{1/2}$$

Si se cumple como elemento ancho

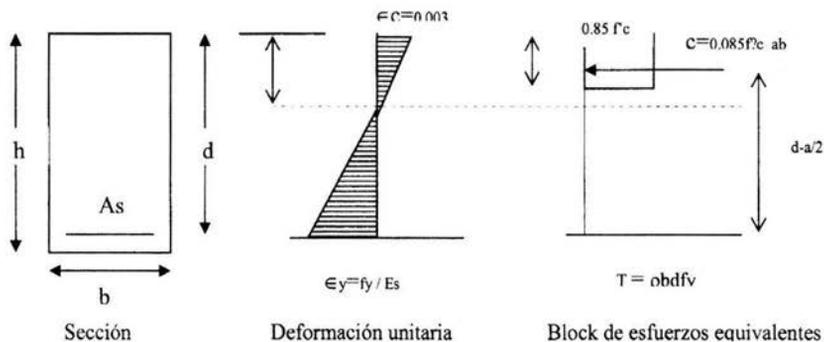
$$V_{cr} = 0.5 F_r * b * d * (f'_c)^{1/2}$$

V _s =	2,143	V _s (1000)= Kg
Fr=	1.4	
V _u =	3,000	V _u =V _s *Fr
F _r =	0.8	
p	0.0024	p=As/bd
	4,109	Si p>0.01, $(0.5 * Fr * rec * b * (f'_c^{1/2}), Fr * rec * b * (0.2 + 30p) * (f'_c^{1/2})$
	7,589	Si b>(4rec), $(Ms / Vs * (rec / 100)), (0.5 * Fr * b * rec * (f'_c^{1/2}), 0$
V _{cr} =	7,589	pasa Si 7,589>0

OBTENCIÓN DEL ACERO DE REFUERZO EN VIGAS CONTINUAS

Requisitos de resistencia para elementos sujetos a flexión.

Dada la siguiente sección:



El porcentaje de refuerzo correspondiente a la condición de falla balanceada, falla simultánea del concreto en compresión y del refuerzo en tensión, se determina como sigue:

De la figura anterior, por relación de triángulos semejantes se tiene que:

$$\frac{c}{0.003} = \frac{d}{0.003 + \epsilon_y} \quad \text{ó} \quad c = \frac{0.003}{0.003 + f_y / E} * d$$

sustituyendo valores $c = \frac{6000}{6000 + f_y / E} * d$

Por la condición de equilibrio $\Sigma F_H = 0$, entonces: $T=C$, o bien $\rho b d f_y = 0.085 f' c$
ab

Sustituyendo c en la expresión anterior resulta que el porcentaje balanceado está dado por:

$$\rho b * \frac{0.85 f' c}{f_y} * \beta_1 \frac{6000}{6000 + f_y}$$

donde $\beta_1 = 0.85$ para $f' c \leq 280 \text{ kg/cm}^2$, y se disminuirá en 0.05 por cada 70 kg/cm^2 en exceso de 280 kg/cm^2 ; sin embargo deberá cumplirse que $\beta_1 \geq 0.65$

En base al resultado anterior puede afirmarse que:

- Siempre que $r > r_b$ la sección estará sobrerreforzada y ocurrirá una falla frágil en compresión por aislamiento del concreto.
- Siempre que $r=r_b$ la sección fallará simultáneamente por aplastamiento del concreto y la falla a tensión del refuerzo (falla balanceada).
- Siempre que $r < r_b$ la sección estará subreforzada y exhibirá una falla dúctil debido a la fluencia del refuerzo.

Dado que las fallas súbitas o frágiles son siempre indeseables, el ACI 318-89 recomienda lo siguiente:

- El porcentaje de refuerzo máximo a usar en un elemento sujeto a flexión será $r_{m\acute{a}x}=0.75r_b$
- El porcentaje de refuerzo mínimo a usar en un elemento sujeto a flexión será $r_{m\acute{i}n}=14/f_y$ adicionalmente
- El refuerzo mínimo en vigas, en caso de que el r_{cal} requerido sea menor que $r_{m\acute{i}n,r}$, estará dado por el valor que resulte menor de $1.33 r_{calc}$ ó $r_{m\acute{i}n}$.
- El refuerzo mínimo en fosas, en caso de que el r_{calc} requerido sea menor que $r_{m\acute{i}n,r}$, estará dado por el valor que resulte mayor de $1.33 r_{cal}$ ó $Temp.. = 0.0018$

Para propósitos de diseño, el momento flexionante se calculará para la siguiente carga última

$$W_u = 1.4 W_{muerta} + 1.7 W_{viva}$$

Los factores de carga para cualquier otra combinación de cargas deberán obtenerse del reglamento ACI 318-89

Cuando se esté diseñando una sección para soportar un momento último conocido, una vez propuestas sus dimensiones b y d , el porcentaje de refuerzo requerido podrá calcularse como se indica en la siguiente tabla:

Resistencia a momento $\frac{M_u}{\phi b d^2 f_c}$ o $\frac{M_n}{b d^2 f_c}$
de secciones rectangulares

con refuerzo a tensión únicamente*

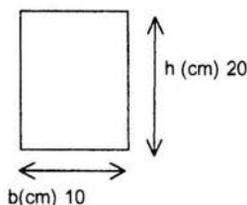
ω	.000	.001	.002	.003	.004	.005	.006	.007	.008	.009
0.0	0	0010	0020	0030	0040	0050	0060	0070	0080	0090
0.01	0099	0109	0119	0129	0139	0149	0159	0168	0178	0188
0.02	0197	0207	0217	0226	0236	0246	0256	0266	0275	0285
0.03	0295	0304	0314	0324	0333	0346	0352	0362	0372	0381
0.04	0391	0400	0410	0420	0429	0438	0448	0457	0467	0476
0.05	0485	0495	0504	0513	0523	0532	0541	0551	0560	0569
0.06	0579	0588	0597	0607	0616	0625	0624	0643	0653	0662
0.07	0671	0680	0689	0699	0708	0717	0726	0725	0744	0753
0.08	0762	0771	0780	0789	0798	0807	0816	0825	0834	0843
0.09	0852	0861	0870	0879	0888	0897	0906	0915	0923	0932
0.10	0941	0950	0959	0967	0976	0985	0994	1002	1011	1020
0.11	1029	1037	1046	1055	1063	1072	1081	1089	1098	1106
0.12	1115	1124	1133	1141	1149	1158	1166	1175	1183	1192
0.13	1200	1209	1217	1226	1234	1243	1251	1259	1268	1276
0.14	1284	1293	1301	1309	1318	1326	1334	1342	1351	1359
0.15	1367	1375	1384	1392	1400	1408	1416	1425	1433	1441
0.16	1449	1457	1465	1473	1481	1489	1497	1506	1514	1522
0.17	1529	1537	1545	1553	1561	1569	1577	1585	1593	1601
0.18	1609	1617	1624	1632	1640	1648	1656	1664	1671	1679
0.19	1687	1695	1703	1710	1718	1726	1733	1741	1749	1756
0.20	1764	1772	1779	1787	1794	1802	1810	1817	1825	1832
0.21	1840	1847	1855	1862	1870	1877	1885	1892	1900	1907
0.22	1914	1922	1929	1937	1944	1951	1959	1966	1973	1981
0.23	1988	1995	2002	2010	2017	2024	2031	2039	2046	2053
0.24	2060	2067	2075	2082	2089	2096	2103	2110	2117	2124
0.25	2131	2138	2145	2152	2159	2166	2173	2180	2187	2194
0.26	2201	2208	2215	2222	2229	2236	2243	2249	2256	2263
0.27	2270	2277	2284	2290	2297	2304	2311	2317	2324	2331
0.28	2337	2344	2351	2357	2364	2371	2377	2384	2391	2397
0.29	2404	2410	2417	2423	2430	2437	2443	2450	2456	2463
0.30	2469	2475	2482	2488	2495	2501	2508	2514	2520	2527
0.31	2533	2539	2546	2552	2558	2565	2571	2577	2583	2590
0.32	2596	2602	2608	2614	2621	2627	2633	2639	2645	2651
0.33	2657	2664	2670	2676	2682	2688	2694	2700	2706	2712
0.34	2718	2724	2730	2736	2742	2748	2754	2760	2766	2771
0.35	2777	2783	2789	2795	2801	2807	2812	2818	2824	2830
0.36	2835	2841	2847	2853	2858	2864	2870	2875	2881	2887
0.37	2892	2898	2904	2909	2915	2920	2926	2931	2937	2943
0.38	2948	2954	2959	2965	2970	2975	2981	2986	2992	2997
0.39	3003	3008	3013	3019	3024	3029	3035	3040	3045	3051

$$\frac{M_n}{b d^2 f_c} = \omega (1 - 0.59\omega), \text{ donde } \omega = \rho \frac{f_y}{f_c}$$

Diseño: usando el momento factonado M_u se entra a la tabla con $\frac{M_u}{\phi b d^2 f_c}$, se encuentra ω y se calcula el porcentaje de acero ρ a partir de $\rho = \omega f_c / f_y$

Revisión: Entrar a la tabla con ω a partir de $\omega = \rho f_y / f_c$, encuentrese el valor de $M_n / f_c b d^2$ y después revuélvase la resistencia a momento nominal, M_n .

DATOS DE LA SECCIÓN



Revisión por flexión (momento positivo)

Ms=	34,000	kgcm	
Mr	34,000	kgcm	Mr=Ms*F
F=	1		
Fr	0.9		
b	10	cm	
h	20	cm	
rec	5	cm	d=h-rec
d	15	cm	$0.5q^2 - q = \frac{Mr}{Frbd^2f''c}$
f'c	250	kg/cm ²	
f''c	170	kg/cm ²	
fy	4,200	kg/cm ²	

Resultados

qv	0.0988	$qv = Mr / (Fr * b * (d^2) * (f''c))$
q	0.1042	$q = 1 - ((1 - (2 * qv)^{1/2})) / 2$
pmin	0.0026	$pmin = (0.7 * (f'c^{1/2})) / fy$
p	0.0042	$p = (q * f''c) / fy$
Asmin	0.3953	cm ² Asmin = pmin * b * d
As	0.63	cm ² As = p * b * d
As max	2.86	cm ² = (f'c/fy) * (4800/fy + 60000) * b * d
As a cons.	0.63	cm ² As > Asmin, As, Asmin

Var No	No var	As
3	2	1.42
6	0	0.00
		1.42

Si 1.42 < Asmax --- pasa
Si 1.42 > As a cons.-- revisar
pasa

Revisión por Flexión (momento negativo)

Ms=	21,500	kgcm	
Mr	21,500	kgcm	Mr= Ms*F
F=	1		
Fr	0.9		
b	10	cm	
h	20	cm	
rec	3	cm	
d	17	cm	$0.5q^2 - q = \frac{Mr}{Frbd^2f''c}$
f'c	200	kg/cm ²	
f''c	136	kg/cm ²	
fy	4,200	kg/cm ²	

Resultados

qv	0.0608	
q	0.0627	
pmin	0.0024	
p	0.0020	
Asmin	0.4007	cm ²
As	0.35	cm ²
Asmax	2.86	cm ²
As a cons.	0.40	cm ²

Var No	No var	As
3	2	1.42
6	0	0.00
		1.42

pasa

Revisión por Cortante

F _r	0.8		
rec	3	cm.	
d	17	cm.	si h<70,h/b<6,y p<0.01
F'c	200	kg/cm ²	Vcr=F_rxbxd(0.2+30p)x(f'c)^{0.5}
f'c	160	kg/cm ²	
f'c	136	kg/cm ²	si h<70,h/b<6,y p>0.01
p	0.0084	p=As/bd=1.42/10*17	Vcr=0.5x F_rxbxdx(f'c)^{0.5}

Si no cumple las condiciones, reducir el 30% de cada condición no cumplida.

Vcr=	0.775	Ton	Suma Vcr
Vs=	1.4	Ton	
Vu=	1.400	Ton	Vu= 1.4*F
h/b	2		

Refuerzo por tensión diagonal Si Vu<Vcr, d/2,ver condición 2
S= **ver condición 2** _

Condición 2

Si $(1.5F_{rbd}(f'c)^{0.5}) \leq Vu < Vcr$; S=d/2 2.27684 3.035787
S= **8** cm d/2=15/2
2.27>Vu,Vu>Vcr),d/2,"ver condición 3"

Condición 3

Si $(1.5F_{rbd}(f'c)^{0.5}) \leq Vu$; S=d/4
S= **0** _
Si(S2="ver condición 3"),0.25*d,0

En ningún caso se permitira que:
Vu>2frbd(f'c)^{0.5} **correcto**

Cálculo de separación

	Est	No	As	No ramas	Av
	2.5	2	0.49	2	0.98
S ₁ =	90	cm	SI(Vcr>Vu,0,(Fr*Av*d*fy)/((Vs*1000)-(Vcr*1000)))		As*No ramas
S ₂ =	94	cm	SI(Vcr>Vu,0,(Fr*Av*fy)/3.5/b)		

tomar S

Revisión por deflexiones:

El Reglamento del Distrito Federal [11.32] establece limitaciones de deformación iguales para todos los materiales de construcción. La deflexión máxima de vigas y losas, incluyendo los efectos a largo plazo, se fija en 0.5 cm más el claro entre 240. Si la deformación de la viga o losa puede perjudicar a elementos no estructurales, la deflexión que pueda presentarse después de la colocación de dichos elementos se limita a 0.3 cm más el claro entre 480.

Es=	2,100,000	kg/cm ²			
f _c =	200	kg/cm ²			
E _c =	113,137	kg/cm ²	SI(f _c >249,17000*(f _c ^{0.5}),8000*(f _c ^{0.5}))		
n=	18.56		n=Es/Ec		
b=	10	cm			
h=	20	cm			
e=	5	cm			
As inf	1.42	cm ²			
As sup	1.42	cm ²			
d=	15	cm	d=h-e		
\bar{N} =	24.937	(n-1)*As inf		26.3574053	n(As sup)
A= 5.00		B= 51	C= -527.15		
x ₁ =	6.35	((-1*B)+((B ²)+(-4*A*C)) ^{0.5})/(2*C)			
I=	2,435	cm ⁴	((b*e ³)/3)+((\bar{N} *e) ²)+((\bar{N} *(d-6.35)) ²)		
			Para deflexión diferida		
Mc	34,000	kgcm	Mc	5,800	kgcm
Mi	0	kgcm	Mi	0	kgcm
Md	0	kgcm	Md	0	kgcm
p=	0.0095	As inf/bd			
L	295	cm			
a	1.12	cm	((5*(L ²))/(48*Ec ⁱ))*(Mc-(0.1*(Mi+Md)))		
	1.36	(2/(1+50*p))	0.19	((5*L ²))/(48*Ec ⁱ))*(Mc-(0.1*(Mc+Md)))	
Dd	0.26	= 1.36-0.19			
Dt	1.38	= Dd+a			
Dp	1.73	= (L/240)+0.5			
PASA	SI(Dt>Dp,"NO PASA","PASA")				

Nota: Las deflexiones diferidas son las deflexiones bajo cargas de servicio de larga duración.

Formulas

$$a = (5x l^2) / (48 x E x I) x (Mc - (0.1 * 8Md + Mi))$$

$$Dd = (5x l^2) / (48 x E x I) x (Mc - (0.1 * 8Md + Mi)) x (4 / (1 + 50p))^*$$

* El numerador puede ser 2 en caso de que el concreto sea clase 1

1) Bajada de Cargas

1) Obtención del Peso de la nervadura

W = 2400 * b * d	40.8	kg/m
17 cm		
10 cm		

Considerando el área de la recámara

l	2.95	m
h	2.6	m
A = l * h	7.67	m ²

Peso de la Nervadura

Wn = W * l	120.36	Kg
Separacion	0.6	m
Nº nerv	4	
Wtotal	481.44	Kg
W(kg/m ²)	62.77	

2) Conceptos de Cargas

Para entrepiso

Nervaduras (anterior)	63	kg/m ²
Firme (5cm)	2400 * .05	120 kg/m ²
Firme yeso	1300 * .05	65 kg/m ²
Loseta	30	kg/m ²
Reglamento	40	kg/m ²
Instalaciones	10	kg/m ²
Carga Muerta	328	kg/m ²
Carga viva max	170	kg/m ²
Carga viva inst.	90	kg/m ²
Wmuerta + Wviva max	498	kg/m ²
Wmuerta + Wviva inst	418	kg/m ²
sep/nervadura	0.7	292.438462

Para Azotea

Nervaduras (anterior)	63	kg/m ²
Firme (5cm)	2400 * .05	120 kg/m ²
Firme yeso	1300 * .05	65 kg/m ²
Impermeabilizante	20	kg/m ²
Reglamento	20	kg/m ²
Instalaciones	10	kg/m ²
Carga Muerta	298	kg/m ²
Carga viva max	100	kg/m ²
Carga viva media	70	kg/m ²
Wmuerta + Wviva max	398	kg/m ²
Wmuerta + Wviva med	368	kg/m ²

II.4 DESARROLLO DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO A BASE DE MOLDES

El molde para la construcción de vivienda es un sistema de cimbras metálicas que, ensambladas entre sí, conforman moldes completos que encofran totalmente una vivienda. Se complementa con un conjunto de accesorios de acero, 100 % recuperables. Su diseño computarizado en tableros, permiten desarmar y ensamblar un molde diariamente. No requieren de maquinaria de ningún tipo para ser operados.

A continuación se presenta una tabla en la que se relaciona el molde sencillo (MS) o molde dúplex (MD) con el determinado elemento a colar.

RELACION ENTRE M² DE CONSTRUCCION Y SUPERFICIE DE CONTACTO

MOLDE/VIVIENDA	M ² MURO	M ² PRETIL	M ² ESCAL.	M ² LOSA	M ² TOTALES	FACTOR
M.S.P/B 2R-54	113.22		8.68	23.97	145.87	6.09
M.S.P/A 2R-54	132.45			23.47	155.92	6.64
M.S. TIPO 3R-56	252.11	17.54		54.37	324.02	5.96
M.S. TIPO 2R-55	226.22	7.06		55.77	289.05	5.18
M.S. TIPO 2R-54	232.52	25.74		48.96	307.22	6.27
M.S. TIPO 2R-55	237.84	14.50		51.40	303.74	5.91
M.D. TIPO 3R-56	437.85			132.09	569.94	4.31
M.S.TIPO 3R-55	228.87			67.80	296.67	4.38
M.D. P/B 3R-66	262.90		22.32	63.26	348.46	5.51
M.D. P/A 3R-66	317.54			76.31	393.85	5.16
M.S. P/B 3R-70	121.03		9.27	38.14	168.44	4.42
M.S.P/A 3R-70	226.61			40.39	267.00	6.61
M.S. TIPO 3R-48	213.34	3.08		45.16	261.58	5.79
M.D. P/B 3R-66	290.77	6.84	18.71	73.49	389.81	5.30
M.D. P/A 3R-66	265.35			51.64	316.99	6.14
M.S. TIPO 2R-45	197.94	7.66		45.94	251.54	5.48
M.S. P/B 2R-62	109.98		8.94	28.04	146.96	5.24
M.S. P/A 2R-62	154.26			29.16	183.42	6.29

Fuente: Compendio Estructural de Vivienda Cuádruplex Instituto de Ingeniería UNAM, México 2000

⇒ Componentes del molde:

- Planos de diseño
- Cimbra de cimentación
- Plantilla de replanteo
- Cimbra para muros
- Cimbra para techos
- Cimbra para escaleras

⇒ Accesorios del molde:

- Apuntalamiento
- Sujeción
- Alineamiento

- Rigidización

El siguiente cuadro muestra una relación de horas-hombre utilizado en cada una de las etapas del proceso constructivo de una casa de interés básico o social a base de moldes metálicos.

PERSONAL REQUERIDO P/OBRA NEGRA
MOLDE, DUPLEX PLANTA BAJA 3R-66 348 M2 CIMBRA
PROYECTO: (DUPLEX) DOS CASAS DE DOS PISOS DE 66 M2 CADA UNA
 SUPERFICIE DE CONTACTO 348
 RENDIMIENTO/PERSONA 26.8 24.9

	OFICIAL	AYUDANTE	TOTAL PERSONAS	TOTAL JORNAL	TOTAL HS/Hom
MUROS/LOSA					
MOLDE	1	13	14	14	112
ACERO	1	2	3	3	24
INST. HID/SAN	1	2	3	3	24
INST. ELECT.	1	2	3	3	24
SUBTOTAL	4	19	23	23	184
CIMENTACIÓN					
TRAZO EXCAVACION ACERO INST. HID/SAN. CIMBRA FRONTERA COLADO AFINADO SUPERFICIE	ESTE ES UN CONTRATO QUE COMUNMENTE SE MANEJA EN PAQUETE CON UN CONTRATISTA QUE REALIZA TODOS LOS EVENTOS DESCRITOS AGRUPANDO PERSONAL DE VARIAS ESPECIALIDADES. HACEN DOS CIMENTACIONES EN UN JORNAL.				
SUB TOTAL	1	6	7	3	24
TOTAL	5	25	30	26	208

Fuente: Compendio Estructural de Vivienda Cuádruplex Instituto de Ingeniería UNAM, México 2000

- ⇒ En la construcción de la vivienda se presentan cuatro grandes líneas de producción:
- Cimbra estándar
 - Accesorios
 - Trazo, Corte, Tapas y Piezas especiales
 - Montaje
- ⇒ Operación del Molde. El recurso humano.
- Personal no calificado.
 - Rápido aprendizaje en operación de molde.
 - Aprenden produciendo.
 - Reducido grupo de operarios.
 - Retribución por operación concluida.

El análisis contable básico que conlleva el control de costos y gastos empleados en la implementación del molde para el colado se muestra en el siguiente cuadro:

COMPONENTES DEL COSTO		
Conceptos		Conceptos
Equipo		
Mano de Obra		
Materiales		
Imprevistos		
1 COSTO DIRECTO		3 Gastos Financieros
		(1+2 X tiempo X tasa)
Gastos de Obra		4 COSTO TOTAL
Supervision de Obra		(1+2+3)
Gastos Administrativos		5 PRECIO DE VENTA
Gastos de Venta		
2 COSTO INDIRECTO		6 UTILIDAD
		(5 - 4)

Se han visto y analizado las ventajas que conlleva el sistema constructivo colado con cimbra metálica, donde entre otras características se tiene la facilidad de instalación a base de un método totalmente simplificado haciendo de la construcción de la vivienda un proceso rápido y económico, dicho proceso se muestra a continuación:

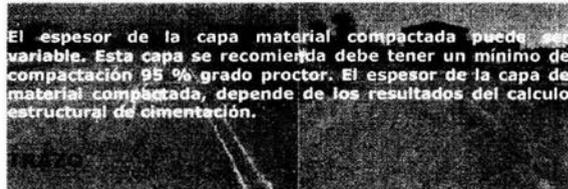
PLANTILLA

El molde incluye entre sus accesorios un patrón denominado "Plantilla de replanteo" que sirve para trazar en la plataforma los contornos de todos los muros que constituyen la vivienda. Este trazo es la guía para la excavación necesaria para la cimentación. La plantilla también se usa para determinar la ubicación y colocación sobre la losa de cimentación de las "U de tope" que serán la guía para los tableros del molde.



PLATAFORMA

El espesor de la capa material compactada puede ser variable. Esta capa se recomienda que debe tener un mínimo de compactación 95 % grado proctor. El espesor de la capa de material compactada, depende de los resultados del cálculo estructural de cimentación.

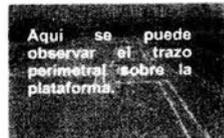


COLADO

El colado de la losa de cimentación se hace con concreto de alto flujo. El manejo del mismo se hace bajo procedimientos estándar.

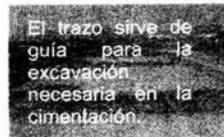


Aquí se puede observar el trazo perimetral sobre la plataforma.



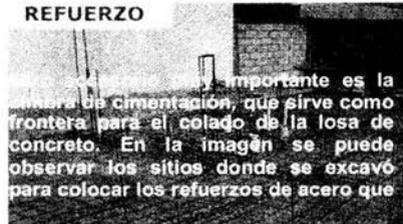
EXCAVACIONES

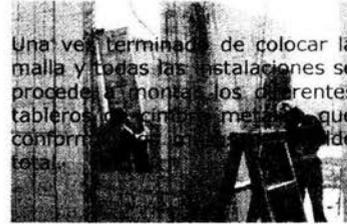
El trazo sirve de guía para la excavación necesaria en la cimentación.



REFUERZO

Una parte muy importante es la frontera de cimentación, que sirve como frontera para el colado de la losa de concreto. En la imagen se puede observar los sitios donde se excavó para colocar los refuerzos de acero que



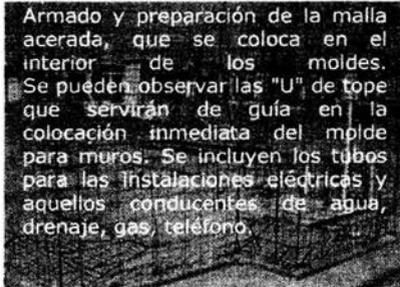


Una vez terminado de colocar la malla y todas las instalaciones se procede a montar los diferentes tableros de cimbrado metálico que conforman el molde de losa.



Finalmente se montan los tableros de aluminio metálico para sostener el techo de la vivienda en construcción. Con este proceso se conforma el molde y queda listo para recibir el concreto.

COLOCACIÓN DE MALLA

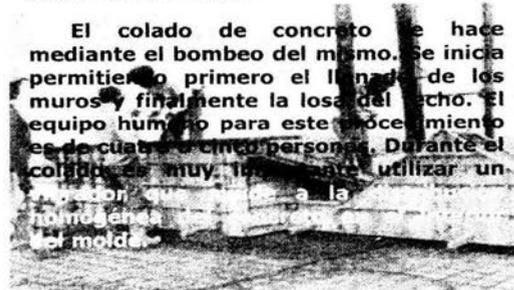


Armado y preparación de la malla acerada, que se coloca en el interior de los moldes. Se pueden observar las "U" de tope que servirán de guía en la colocación inmediata del molde para muros. Se incluyen los tubos para las instalaciones eléctricas y aquellos conductores de agua, drenaje, gas, teléfono.

DESCIMBRADO



COLADO DE LA LOSA



El colado de concreto se hace mediante el bombeo del mismo. Se inicia permitiendo primero el llenado de los muros y finalmente la losa del techo. El equipo humano para este procedimiento es de cuatro o cinco personas. Durante el colado es muy importante utilizar un vibrador que ayude a la homogeneización del concreto en el molde.

OBRA NEGRA



ACABADOS



Como se puede observar, el sistema constructivo a base de moldes metálicos presenta en sus pasos o etapas una posibilidad real de automatización que permite llevar a cabo una llamada "producción en serie" la cual nos permitirá acelerar el terminado de las viviendas en un periodo más corto de tiempo lo cual se ve reflejado en el costo del proyecto así como en los presupuestos federales, estatales y municipales.

No se tendrán variaciones en el costo del concreto durante el desarrollo del proyecto ya que al hacer el contrato al inicio del mismo se tienen contempladas, por parte del proveedor, las características y cantidades de los materiales empleados para los volúmenes solicitados.

No tienen que absorberse los desperdicios y mermas de materiales, tiempos extraordinarios y prestaciones adicionales del personal

Este método constructivo permite solicitar volúmenes exactos y precisos del volumen del concreto con un mayor control de los tiempos y programas de obra con una menor cantidad de personal requerido. Todo ello nos beneficia en el momento de tener el mínimo de desperdicios de material así como de una reducción en costo del rubro de prestaciones y sueldos a trabajadores.

II.5 ANÁLISIS DE PROGRAMAS Y TIEMPOS DE EJECUCIÓN DE OBRA.

Código	Descripción	Unidad	05-Jul-02	11-Jul-02	18-Jul-02	25-Jul-02	02-Ago-02	09-Ago-02	16-Ago-02	Total
Prototipo Cuádruplex Muros de Concreto con Molde										
Preliminares										
Pre00002	Limp. y Desentraice del Terreno a mano	m ²	100.00%							100.00%
Pre00004	Excav. a mano 0-2.00 m Prof. Mat I Z-A	m ³	100.00%							100.00%
Pre00005	Acarreo en carret. 1a est. 20 m dist Hor	m ³	100.00%							100.00%
Pre00006	Carga y Acarreo en Camión Mat Mixto 1er Km	m ³	100.00%							100.00%
Pre00001	Plantilla de conc. fc=100 kg/cm ²	m ²	66.67%	33.33%						100.00%
Cimentación										
Pre00003	Trazo y Nivelación de Terreno	m ²	100.00%							100.00%
AsCim001	Hab y Arm de acero de ref. del #3 en Cim	Ton		100.00%						100.00%
AsCim002	Hab y Arm de acero de ref. del #4 en Cim	Ton		100.00%						100.00%
AsCim010	Hab y Arm Malla Electrosold 6x6-6/6 Ps	m ²		100.00%						100.00%
CimbCim1	Cimb en Zap, Losas de cim, 25 cm peralte	m ²		100.00%						100.00%
Cim00002	Conc. fc=200 kg/cm ² premez. en Cim	m ³		50.00%	50.00%					100.00%
RelI0001	Rel. en Cepas c/Tep Compac 95% Proctor	m ³		33.33%	66.67%					100.00%
AsCim003	Hab y Arm de acero de ref. del #2 en Cim	Ton		100.00%						100.00%

Código	Descripción	Unidad	05-Jul-02	11-Jul-02	18-Jul-02	25-Jul-02	02-Ago-02	09-Ago-02	16-Ago-02	Total
Estructura										
Estr0001	Hab. y Arm. de Acero de Ref. del #3	Ton			100.00%					100.00%
Estr0002	Hab. y Arm. de Acero de Ref. del #4	Ton			100.00%					100.00%
Estr0007	Hab. y Arm. de Acero de Ref. del #2	Ton			100.00%					100.00%
Estr0026	Conc. f'c=200 kg/cm² premez. en Losas	m³			100.00%					100.00%
Estr0027	Conc. f'c=200 kg/cm² premez. en Trabes	m³			100.00%					100.00%
AsCim010	Hab y Arm Malla Electrosold 6x6-6/6 Ps	m²			100.00%					100.00%
Acab0001	Acabado pulido sobre concreto fresco	m²			100.00%					100.00%
AsCim013	Hab y Arm Malla Electrosold 6x6-6/6 Mr	m²			100.00%					100.00%
Estr0030	Conc. f'c=200 kg/cm² premez. en Muros	m²			100.00%					100.00%
CMecc001	Cimbra Meccano en Muros y Colum	m²		50.00%	50.00%					100.00%
CMecc002	Cimbra Meccano en Losas, Trabes, Dalas	m²			100.00%					100.00%
Impermeabilizaciones										
Imper002	Impermeab. de Azoteas	m²				33.33%	66.67%			100.00%
Imper003	Impermeab. de charolas de baño	m²				25.00%	75.00%			100.00%
Imper004	Impermeab. con teja Asfáltica	m²				25.00%	75.00%			100.00%

Acabados					
Acab0003	Repellado para recibir lambrin	m ²		100.00%	100.00%
Acab0004	Aplanado fino Cem-Arena en muros	m ²	83.33%	16.67%	100.00%
Acab0005	Aplanado fino Cem-Arena en plafones	m ²	55.56%	44.44%	100.00%
Acab0007	Acabado escobillado s/concreto fresco	m ²		100.00%	100.00%
Acab0008	Zoclo vinílico de 10x30 cm	m		100.00%	100.00%
Acab0009	Loseta vinilica 30x30 cm 3 mm espesor	m ²		100.00%	100.00%
Yeso y Tirol					
YyT00001	Rastreado de yeso en muros	m ²	57.14%	42.86%	100.00%
YyT00002	Tirol planchado en muros	m ²	50.00%	50.00%	100.00%
YyT00003	Aplanado fino de yeso en muros	m ²	33.33%	66.67%	100.00%
YyT00004	Rastreado de yeso en plafones	m ²	50.00%	50.00%	100.00%
YyT00005	Tirol rustico en plafones	m ²	44.44%	55.56%	100.00%
YyT00006	Aplanado fino de yeso en plafón	m ²	30.00%	60.00%	10.00%
Pinturas					
Pint0001	Pintura de esmalte color Bco. en muros	m ²	11.11%	66.67%	22.22%
Pint0002	Pintura de esmalte color Bco. en plafón	m ²	10.00%	60.00%	30.00%
Pint0003	Pintura Vinilica color Blanco en muros	m ²	12.50%	75.00%	12.50%

Código	Descripción	Unidad	05-Jul-02	11-Jul-02	18-Jul-02	25-Jul-02	02-Ago-02	09-Ago-02	16-Ago-02	Total
Recubrimientos Cerámicos										
RCer0001	Lambrin de los. ceram. en muros de baño	m²				33.33%	66.67%			100.00%
RCer0002	Cenefa de dos hiladas en cocina	m				25.00%	75.00%			100.00%
RCer0003	Loseta Cerámica AD en piso de baño	m²				40.00%	60.00%			100.00%
Albañilería en Azoteas										
Azot0001	Relleno con tezontle p/dar Pend. en Azot	m³			20.00%	80.00%				100.00%
Azot0002	Entortado con conc. pobre en Azotea	m²			16.67%	83.33%				100.00%
Azot0003	Sum. y Col. de ladrillo rojo en Azotea	m²			20.00%	80.00%				100.00%
Instalación Sanitaria										
IS000003	S y C Tubo PVC Sanit 100 mm ø	m		35.29%	35.29%	29.42%				100.00%
IS000004	S y C Tubo PVC Sanit 50 mm ø	m		35.29%	35.29%	29.42%				100.00%
IS000005	S y C Codo PVC Sanit 150 mm x 90°	pza		35.29%	35.29%	29.42%				100.00%
IS000006	S y C Codo PVC Sanit 50 mm x 90°	pza		35.29%	35.29%	29.42%				100.00%
IS000007	S y C Codo PVC Sanit 50 mm x 45°	pza		35.29%	35.29%	29.42%				100.00%
IS000009	S y C Cespól tipo bote 50 mm ø Salida	pza		35.29%	35.29%	29.42%				100.00%
IS000010	Reg. de 40x60x40 cm de Tab. rojo rec	pza		35.29%	35.29%	29.42%				100.00%
IS000020	S y C Tubo PVC Sanit 150 mm ø	m		35.29%	35.29%	29.42%				100.00%
IS000021	S y C Cople PVC Sanit 100 mm ø p/cement	pza		35.29%	35.29%	29.42%				100.00%

IH000033	S y C Tubo Cu 13 mm ø tipo "m"	m	28.57%	42.86%	28.57%	100.00%
IH000034	S y C Red Bushing 19x13 mm ø	pza	28.57%	42.86%	28.57%	100.00%
IH000035	S y C Codo Cu 13 mm ø x 90°	pza	28.57%	42.86%	28.57%	100.00%
IH000036	S y C Tapón capa Cu 13 mm ø Sold	pza	28.57%	42.86%	28.57%	100.00%
IH000037	S y C Valv Alivio Sold 13 mm ø Cu	pza	28.57%	42.86%	28.57%	100.00%
IH000038	S y C Tuerca Union Cu 13 mm ø	pza	28.57%	42.86%	28.57%	100.00%
IH000039	S y C Llave Nariz Galv. 13 mm ø	pza	28.57%	42.86%	28.57%	100.00%
IE000001	Instalación Eléctrica Instalación Eléctrica	Lote	46.15%	46.15%	7.70%	100.00%
Mueb0001	Muebles de baño Muebles de Baño	Lote			50.00%	50.00%
ITV00001	Instalación de TV Instalación de TV	Lote		100.00%		100.00%
ITF00001	Instalación Telefónica Instalación Telefónica	Lote			100.00%	100.00%
IG000001	Instalación de Gas Instalación de gas	Lote		18.18%	54.55%	27.27%
Herr0001	Herrería Herrería	Lote	100.00%			100.00%
VyV00001	Ventanearía y Vidrio Ventanearía y Vidrio	Lote			100.00%	100.00%

Código	Descripción	Unidad	05-Jul-02	11-Jul-02	18-Jul-02	25-Jul-02	02-Ago-02	09-Ago-02	16-Ago-02	Total
Carp0001	Carpintería Carpintería	Lote						83.33%	16.67%	100.00%
Urb00001	Obra Exterior Obra Exterior	Lote						66.67%	33.33%	100.00%
Limp0001	Limpiezas Limpiezas	Lote							100.00%	100.00%
TOTAL DEL PRESUPUESTO			\$4,099.60	\$31,580.43	\$144,072.33	\$62,122.38	\$11,563.33	\$64,320.15	\$18,845.46	
ACUMULADO			\$4,099.60	\$35,680.03	\$179,752.36	\$241,874.74	\$253,438.07	\$317,758.22	\$336,603.68	
PORCENTAJE PERIODO			1.22%	9.38%	42.80%	18.46%	3.43%	19.11%	5.60%	
PORCENTAJE ACUMULADO			1.22%	10.60%	53.40%	71.86%	75.29%	94.40%	100.00%	

II.6 ANÁLISIS DEL FINANCIAMIENTO EN LA CONSTRUCCIÓN A BASE DE MOLDES.

Como parte del presupuesto de obra se describen cada uno de los conceptos que intervienen en la construcción de casas a base de moldes de concreto, como resultado de los generadores de obra.

PRESUPUESTO DE OBRA

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe	%
Prototipo Cuádruplex Muros de Concreto						
Preeliminaries						
Pre00002	Limp. y Desentraice del Terreno a mano	m ²	134.4000	1.72	231.17	0.07%
Pre00004	Excav. a mano 0-2.00 m Prof. Mat I Z-A	m ³	43.8000	23.75	1,040.25	0.31%
Pre00005	Acarreo en carret. 1a est. 20 m dist Hor	m ³	43.8000	21.06	922.43	0.27%
Pre00006	Carga y Acarreo en Camión Mat Mixto 1er Km.	m ³	43.8000	20.87	914.11	0.27%
Pre00001	Plantilla de conc. fc=100 kg/cm ²	m ²	25.5300	42.31	1,080.17	0.32%
Total Preeliminaries					4,188.13	1.24%
Cimentación						
Pre00003	Trazo y Nivelación de Terreno	m ²	134.4000	2.02	271.49	0.08%
AsCim001	Hab y Arm de acero de ref. del #3 en Cim	Ton	0.3700	5,790.16	2,142.36	0.63%
AsCim002	Hab y Arm de acero de ref. del #4 en Cim	Ton	0.3400	5,720.01	1,944.80	0.57%
AsCim003	Hab y Arm de acero de ref. del #2 en Cim	Ton	0.0600	6,204.15	372.25	0.11%
AsCim010	Hab y Arm Malla Electrosold 6x6-6/6 Ps	m ²	110.5200	13.10	1,447.81	0.43%
CimbCim1	Cimb en Zap, Losas de cim, 25 cm peralte	m ²	37.5200	87.32	3,276.25	0.97%
Cim00002	Conc. fc=150kg/cm ² premez. en Cim	m ³	15.5600	848.64	13,204.84	3.90%
Rell0001	Rell. en Cepas c/Tep Compac 95% Proctor	m ³	28.4700	119.68	3,407.29	1.01%
Total Cimentación					26,067.09	7.70%
Estructura						
Estr0001	Hab. y Arm. de Acero de Ref. del #3	Ton	0.5309	6,282.26	3,335.25	0.99%
Estr0002	Hab. y Arm. de Acero de Ref. del #4	Ton	0.5954	5,791.67	3,448.36	1.02%
Estr0007	Hab. y Arm. de Acero de Ref. del #2	Ton	0.1074	7,203.25	773.63	0.23%
Estr0026	Conc. fc=200 kg/cm ² premez. en Losas	m ³	21.1144	993.30	20,972.93	6.20%
Estr0027	Conc. fc=200 kg/cm ² premez. en Trabes	m ³	3.0174	993.30	2,997.18	0.89%
AsCim010	Hab y Arm Malla Electrosold 6x6-6/6 Ps	m ²	372.1500	13.10	4,875.17	1.44%
Acab0001	Acabado pulido sobre concreto fresco	m ²	221.0400	10.58	2,338.60	0.69%
AsCim013	Hab y Arm Malla Electrosold 6x6-6/6 Mr	m ²	468.8610	16.29	7,637.75	2.26%
Estr0030	Conc. fc=200 kg/cm ² premez. en Muros	m ²	46.8861	999.32	46,854.22	13.85%
CMecc001	Cimbra Meccano en Muros y Colum	m ²	910.3400	23.58	21,465.82	6.34%
CMecc002	Cimbra Meccano en Losas, Trabes, Dalas	m ²	211.1440	37.15	7,844.00	2.32%
Total Estructura					122,542.91	36.21%

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe	%
Impermeabilizaciones						
Imper002	Impermeab. de Azoteas	m²	99.5300	47.07	4,684.88	1.38%
Imper003	Impermeab. de charolas de baño	m²	3.0700	47.16	144.78	0.04%
Imper004	Impermeab. con teja Asfáltica	m²	7.9200	66.08	523.35	0.15%
Total Impermeabilizaciones					5,353.01	1.58%
Acabados						
Acab0003	Repellado para recibir lambrin	m²	31.3600	25.08	786.51	0.23%
Acab0004	Aplanado fino Cem-Arena en muros	m²	35.2240	32.97	1,161.34	0.34%
Acab0005	Aplanado fino Cem-Arena en plafones	m²	30.0900	36.88	1,109.72	0.33%
Acab0007	Acabado escobillado s/concreto fresco	m²	25.7000	9.28	238.50	0.07%
Acab0008	Zocolo vinílico de 10x30 cm	M	132.7000	7.14	947.48	0.28%
Acab0009	Loseta vinílica 30x30 cm 3 mm espesor	m²	207.9188	88.15	18,328.04	5.42%
Total Acabados					22,571.59	6.67%
Yeso y Tirol						
YyT00001	Rastreado de yeso en muros	m²	331.5600	10.33	3,425.01	1.01%
YyT00002	Tirol planchado en muros	m²	331.5600	13.08	4,336.80	1.28%
YyT00003	Aplanado fino de yeso en muros	m²	31.6300	19.21	607.61	0.18%
YyT00004	Rastreado de yeso en plafones	m²	159.3880	9.16	1,459.99	0.43%
YyT00005	Tirol rustico en plafones	m²	159.3880	12.22	1,947.72	0.58%
YyT00006	Aplanado fino de yeso en plafón	m²	42.5828	20.23	861.45	0.25%
Total Yeso y Tirol					12,638.58	3.74%
Pinturas						
Pint0001	Pintura de esmalte color Bco. en muros	m²	31.6300	22.76	719.90	0.21%
Pint0002	Pintura de esmalte color Bco. en plafón	m²	42.5828	24.94	1,062.02	0.31%
Pint0003	Pintura Vinílica color Blanco en muros	m²	110.7400	20.16	2,232.52	0.66%
Pint0004	Pintura Vinílica color Blanco en plafón	m²	10.2600	23.46	240.70	0.07%
Total Pinturas					4,255.14	1.26%
Recubrimientos Cerámicos						
RCer0001	Lambrin de los. ceram. en muros de baño	m²	15.8180	101.78	1,609.96	0.48%
RCer0002	Cenefa de dos hiladas en cocina	M	9.6000	56.68	544.13	0.16%
RCer0003	Loseta Cerámica AD en piso de baño	m²	5.6760	112.42	638.10	0.19%
Total Recubrimientos Cerámicos					2,792.19	0.83%
Albañilería en Azoteas						
Azot0001	Relleno con tezontle p/dar Pend. en Azot	m³.	1.8890	152.83	288.70	0.09%
Azot0002	Entortado con conc. pobre en Azotea	m³.	99.5300	31.33	3,118.27	0.92%
Azot0003	Sum. y Col. de ladrillo rojo en Azotea	m³.	12.7000	80.34	1,020.32	0.30%
Total Albañilería en Azoteas					4,427.29	1.31%

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe	%
Instalación Sanitaria						
IS000003	S y C Tubo PVC Sanit 100 mm ø	m.	47.0600	31.21	1,468.74	0.43%
IS000004	S y C Tubo PVC Sanit 50 mm ø	m.	44.3000	14.00	620.20	0.18%
IS000005	S y C Codo PVC Sanit 150 mm x 90°	Pza.	8.0000	28.07	224.56	0.07%
IS000006	S y C Codo PVC Sanit 50 mm x 90°	Pza.	16.0000	27.51	440.16	0.13%
IS000007	S y C Codo PVC Sanit 50 mm x 45°	Pza.	16.0000	14.23	227.68	0.07%
IS000009	S y C Cespól tipo bote 50 mm ø Salida	Pza.	18.0000	37.11	667.98	0.20%
IS000010	Reg. de 40x60x40 cm de Tab. rojo rec	Pza.	8.0000	360.60	2,884.80	0.85%
IS000020	S y C Tubo PVC Sanit 150 mm ø	M.	3.2500	33.82	109.92	0.03%
IS000021	S y C Cople PVC Sanit 100 mm ø p/cement	Pza.	12.0000	75.61	907.32	0.27%
IS000022	S y C Cople PVC Sanit 150 mm ø p/cement	Pza.	4.0000	140.77	563.08	0.17%
IS000023	S y C Adap Espiga PVC Sanit 50 mm ø p/ce	Pza.	17.0000	80.78	1,373.26	0.41%
IS000024	S y C Adap Espiga PVC Sanit 100 mm ø Cem	Pza.	4.0000	65.02	260.08	0.08%
IS000025	S y C Yee Senc 100 mm ø PVC Sanit p/Cem	Pza.	4.0000	72.05	288.20	0.09%
IS000026	S y C Yee Senc 50 mm ø PVC Sanit p/Cem	Pza.	4.0000	46.37	185.48	0.05%
Total Instalación Sanitaria					10,221.46	3.02%
Instalación Hidráulica						
IH000003	Toma Hid Dom p/Tub PVC Hid 19 mm ø	Pza.	4.0000	55.36	221.44	0.07%
IH000004	S y C Adap Compresión 20x19 mm ø	Pza.	4.0000	42.67	170.68	0.05%
IH000005	Mang (PAD) RD-9 de 19 mm ø	m.	4.0000	18.77	75.08	0.02%
IH000006	S y C Codo Cu 19 mm ø x 90°	Pza.	26.0000	35.62	926.12	0.27%
IH000007	S y C Tubo Cu Tipo "m" 19 mm ø	m.	171.2500	28.30	4,846.38	1.43%
IH000008	S y C Valv Comp 19 mm ø Soldable	Pza.	4.0000	55.90	223.60	0.07%
IH000011	S y C Abrazadera sin fin 19 mm ø	Pza.	32.0000	7.47	239.04	0.07%
IH000016	S y C Tee Cu 19x19x13 mm ø	Pza.	19.0000	22.57	428.83	0.13%
IH000019	S y C Conector c/ext Cu 13 mm ø	Pza.	15.0000	12.88	193.20	0.06%
IH000021	S y C Tuerca Union 19 mm ø	Pza.	4.0000	40.03	160.12	0.05%
IH000023	S y C Valvula Eliminadora de Aire 13 mm ø	Pza.	4.0000	273.09	1,092.36	0.32%
IH000031	S y C Niple Galvanizado 13 mm ø	Pza.	4.0000	7.29	29.16	0.01%
IH000033	S y C Tubo Cu 13 mm ø tipo "m"	m.	32.6400	26.07	850.92	0.25%
IH000034	S y C Red Bushing 19x13 mm ø	Pza.	28.0000	37.38	1,046.64	0.31%
IH000035	S y C Codo Cu 13 mm ø x 90°	Pza.	36.0000	36.56	1,316.16	0.39%
IH000036	S y C Tapón capa Cu 13 mm ø Sold	Pza.	15.0000	39.27	589.05	0.17%
IH000037	S y C Valv Alivio Sold 13 mm ø Cu	Pza.	4.0000	62.71	250.84	0.07%
IH000038	S y C Tuerca Union Cu 13 mm ø	Pza.	8.0000	55.57	444.56	0.13%
IH000039	S y C Llave Nariz Galv. 13 mm ø	Pza.	4.0000	71.67	286.68	0.08%
Total Instalación Hidráulica					13,390.86	3.96%
Instalación Eléctrica						
IE000001	Instalación Eléctrica	Lote	2.0000	9,723.36	19,446.72	5.75%
Total Instalación Eléctrica					19,446.72	5.75%

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe	%
	Muebles de baño					
Mueb0001	Muebles de Baño	Lote	2.0000	7,170.16	14,340.32	4.24%
	Total Muebles de baño				14,340.32	4.24%
	Instalación de TV					
ITV00001	Instalación de TV	Lote	2.0000	244.14	488.28	0.14%
	Total Instalación de TV				488.28	0.14%
	Instalación Telefónica					
ITF00001	Instalación Telefónica	Lote	2.0000	267.69	535.38	0.16%
	Total Instalación Telefónica				535.38	0.16%
	Instalación de Gas					
IG000001	Instalación de gas	Lote	2.0000	1,291.65	2,583.30	0.76%
	Total Instalación de Gas				2,583.30	0.76%
	Herrería					
Herr0001	Herrería	Lote	2.0000	2,206.62	4,413.24	1.30%
	Total Herrería				4,413.24	1.30%
	Ventanearía y Vidrio					
VyV00001	Ventanearía y Vidrio	Lote	2.0000	20,201.74	40,403.48	11.94%
	Total Ventanearía y Vidrio				40,403.48	11.94%
	Carpintería					
Carp0001	Carpintería	Lote	2.0000	5,225.34	10,450.68	3.09%
	Total Carpintería				10,450.68	3.09%
	Obra Exterior					
Urb00001	Obra Exterior	Lote	2.0000	5,499.84	10,999.68	3.25%
	Total Obra Exterior				10,999.68	3.25%
	Limpiezas					
Limp0001	Limpiezas	Lote	2.0000	3,133.49	6,266.98	1.85%
	Total Limpiezas				6,266.98	1.85%
	Total Prototipo Cuádruplex Muros de Concreto				338,376.31	100.0%
	Total del presupuesto				338,376.31	

Análisis financiero de los moldes para su renta y/o venta

A continuación se presenta una opción para financiar las cimbras de edificación o moldes que forman parte integral de la industrialización de la Vivienda.

De acuerdo a las cotizaciones se muestra la tabla de amortización de acuerdo a las tasas y periodos aplicables al caso.

La tabla de amortización corresponde solo al costo total de un molde sencillo para cada tipo de vivienda, amortizado en 24 meses a la tasa de TIIE más 6 puntos porcentuales.

FINANCIAMIENTO DE MOLDE SENCILLO PARA LA VIVIENDA DE 1 RECÁMARA

CAPITAL 389,170
TASA 14.20%
PLAZO 2 AÑO(S)

MES	SALDO INICIAL	AMORTIZACION	INTERESES	PAGO MENSUAL	SALDO FINAL
1	389,170	0	4,605	4,605	389,170
2	389,170	0	4,605	4,605	389,170
3	389,170	0	4,605	4,605	389,170
4	389,170	0	4,605	4,605	389,170
5	389,170	0	4,605	4,605	389,170
6	389,170	0	4,605	4,605	389,170
7	389,170	21,621	4,605	26,226	367,549
8	367,549	21,621	4,349	25,970	345,929
9	345,929	21,621	4,093	25,714	324,308
10	324,308	21,621	3,838	25,458	302,688
11	302,688	21,621	3,582	25,202	281,067
12	281,067	21,621	3,326	24,946	259,446
13	259,446	21,621	3,070	24,691	237,826
14	237,826	21,621	2,814	24,435	216,205
15	216,205	21,621	2,558	24,179	194,585
16	194,585	21,621	2,303	23,923	172,964
17	172,964	21,621	2,047	23,667	151,344
18	151,344	21,621	1,791	23,411	129,723
19	129,723	21,621	1,535	23,156	108,103
20	108,103	21,621	1,279	22,900	86,482
21	86,482	21,621	1,023	22,644	64,862
22	64,862	21,621	768	22,388	43,241
23	43,241	21,621	512	22,132	21,621
24	21,621	21,621	256	21,876	0

FINANCIAMIENTO DE MOLDE SENCILLO PARA LA VIVIENDA DE 2 RECÁMARAS

CAPITAL 457,575
TASA 14.20%
PLAZO 2 AÑO(S)

MES	SALDO INICIAL	AMORTIZACION	INTERESES	PAGO MENSUAL	SALDO FINAL
1	457,575	0	5,415	5,415	457,575
2	457,575	0	5,415	5,415	457,575
3	457,575	0	5,415	5,415	457,575
4	457,575	0	5,415	5,415	457,575
5	457,575	0	5,415	5,415	457,575
6	457,575	0	5,415	5,415	457,575
7	457,575	25,421	5,415	30,835	432,154
8	432,154	25,421	5,114	30,535	406,733
9	406,733	25,421	4,813	30,234	381,312
10	381,312	25,421	4,512	29,933	355,891
11	355,891	25,421	4,211	29,632	330,471
12	330,471	25,421	3,911	29,331	305,050
13	305,050	25,421	3,610	29,031	279,629
14	279,629	25,421	3,309	28,730	254,208
15	254,208	25,421	3,008	28,429	228,787
16	228,787	25,421	2,707	28,128	203,366
17	203,366	25,421	2,407	27,827	177,946
18	177,946	25,421	2,106	27,527	152,525
19	152,525	25,421	1,805	27,226	127,104
20	127,104	25,421	1,504	26,925	101,683
21	101,683	25,421	1,203	26,624	76,262
22	76,262	25,421	902	26,323	50,842
23	50,842	25,421	602	26,022	25,421
24	25,421	25,421	301	25,722	0

DESCRIPCION DEL PROCEDIMIENTO TIPICO PASO A PASO PARA LA OBTENCION DE UN CREDITO.

- 1.- Contacta al ejecutivo de algún grupo financiero para obtener su apoyo y recomendación.
- 2.- Solicitar la información adicional y necesaria para la realización de un estudio de crédito.
- 3.- El organismo financiero presenta tu caso ante un Comité de Crédito.
- 4.- Si el crédito es autorizado, se solicitará la realización de un avalúo bancario de la propiedad que se gravará como garantía del crédito. Este trámite se puede realizar en cualquier banco o empresa de avalúos.
- 5.- Adicionalmente se solicitará el certificado de libertad de gravamen de la propiedad que quedará en garantía, el cual puedes solicitar en el Registro Público de la propiedad que corresponde al municipio.
- 6.- La propiedad que quedará en garantía puede ser de un tercero.
- 7.- Se envía esta documentación al grupo financiero y se procede a redactar un contrato privado.
- 8.- Una vez firmado el contrato, se ratifican las firmas ante notario público.
- 9.- Se solicita el registro del contrato en el Registro Público de la Propiedad y del Comercio que te corresponde. Pudiendo apoyarse de algún gestor o notario de la localidad.
- 10.- Una vez registrado el contrato se envía junto con el Certificado de Gravamen a favor del organismo que brindará el crédito para que se deposite el dinero en la cuenta de cheques indicada.
- 11.- Resumiendo, los costos relacionados con la contratación son:
 - Costo del avalúo bancario a valor comercial del inmueble que quedará en garantía. Se trata de un costo de puntos al millar sobre el valor del inmueble. Lo puedes hacer en el banco de tu elección.
 - Costo de ratificación de firmas. Quinientos pesos más IVA.
 - Costo de registro del contrato en el Registro Público de la Propiedad y del Comercio correspondiente. Se trata de un costo de puntos al millar.

III. COMPARATIVAS EN BENEFICIO, COSTO, TIEMPO Y MANO DE OBRA.

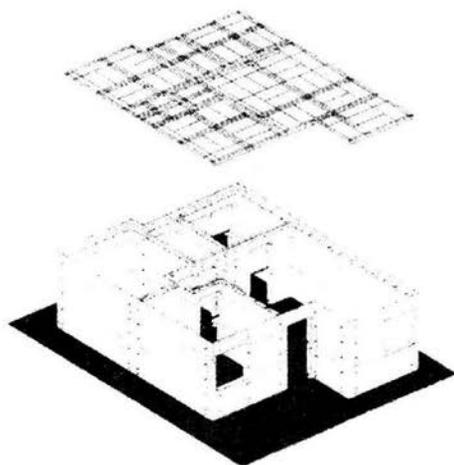
III.1 CONCRETO EN CIMBRA TRADICIONAL Y CIMBRA PROPUESTA.⁷

En el sistema tradicional de construcción de vivienda la materia prima elemental para constituir la cimbra es la madera, específicamente madera de "tercera" en donde las tablas por lo general de 4" de ancho se cortan en tramos de 2.4 m de largo. La unión entre tablas se hace con travesaños de 5 x 10 cm y se ponen espaciados. Para los apoyos se utilizan largueros o polines de 10 x 10 cm.

La cimbra tradicional se utiliza de cuatro a cinco veces y requiere de un cuidado más estricto.

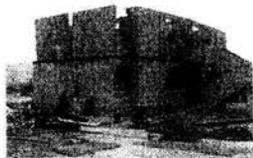


La cimbra metálica de molde metálico, se emplea de 400 a 500 veces, además de ser reparable y transformable no requiere de tantos cuidados como la cimbra de madera. Como se verá más adelante se tiene entendido que la inversión inicial para construir con cimbra metálica es más elevada que con la de madera, sin embargo a corto plazo la inversión se recupera en cuanto a la vida útil de la cimbra de madera.



⁷ Fuente: Manual explicativo y promocional de moldes MECANO SA de CV

La construcción a base de moldes metálicos puede aplicarse desde casas de una sola planta así como casas de dos niveles, departamentos y hasta departamentos (dependiendo del proceso constructivo) como por ejemplo la Torre Dataflux en Monterrey N.L. Departamentos de dos recamaras, sala, comedor y baño de 50 m² de superficie.



En este caso como se ilustra en la fotografía se utiliza molde Cuádruplex en dos plantas con dos moldes especiales para escalera, tanto al frente como en la parte posterior.

Edificio de cinco niveles para departamentos, construido con molde duplex. En este caso se utilizaron las "Pasarelas de seguridad" deslizantes en el perímetro del edificio. Se construyeron este tipo de edificios en Guadalajara, Jal. y en Tijuana, B.C.



Fotografías ilustrativas de la colocación y descimbrado de los moldes

III.2 COMPARATIVA Y ANÁLISIS DE LA MANO DE OBRA EMPLEADA.

De la visita a la obra del Conjunto Habitacional del proyecto Quinta Montecarlo, en Cuautitlán Izcalli se extrae la información en cuanto a la comparativa en tiempo en cuanto a la construcción de una casa a base de moldes y una con cimbra de madera. En el primer caso se tiene que en una semana se puede alcanzar un promedio de 24 casas, cuando en el segundo caso se obtendría un promedio de 10 casas por semana.

Respecto a la cimbra, se obtiene que para armar la cimbra de una planta alta en cimbra de madera se requeriría: un trabajador en una jornada completa. Y para armado de la misma planta alta con cimbra metálica se requeriría al mismo trabajador con tan solo media jornada.

Con esto, se llega al punto de definir un tiempo promedio de 1 mes y 1 semana para construir una casa completa desde la cimentación hasta los acabados finales, todo ello a base de moldes metálicos



Imagen de una losa de una casa del proyecto Quintas de Montecarlo, Cuautitlán Izcalli



Foto Manual de Autoconstrucción FI-Cemex

Ejemplo del colado y armado de una losa utilizando el sistema constructivo a base de moldes, como lo es en la primera fotografía; y el sistema tradicional, como lo es en la segunda fotografía. En el primer caso se puede observar un armado sencillo y simple con el correspondiente varilla electrosoldada de 1/4" a lo largo de toda su área, con sus respectivas calzas y un refuerzo en lo que son cadenas perimetrales y dalas. En el segundo caso se observa una mayor cantidad de acero de todo tipo de diámetros para el refuerzo de las áreas de influencia según la bajada de cargas, lo cual también se tiene contemplado en el primer caso. El corto tiempo de vibrado del concreto para el reacomodo del agregado hace que sea más eficiente en el primer caso la falta de oquedades y vacíos.

III.3 COMPARATIVA Y ANÁLISIS DE LOS TIEMPOS DE EJECUCIÓN DE OBRA.

En este subtema se presenta de forma gráfica la comparativa de los programas de obra llevados a cabo bajo un sistema constructivo a base de moldes y otro a base del sistema tradicional de construcción

III.3.1 TIEMPOS DE EJECUCIÓN DE OBRA

Se incluyen a continuación tres gráficas:

- Tiempo de ejecución de una vivienda
- Tiempo de ejecución "Sistema a base de moldes" (industrializado) de 100 viviendas
- Comparativa en tiempo del sistema tradicional vs sistema acelerado

PROGRAMA DE TIEMPO DE CONSTRUCCION DE 1 VIVIENDA CON EL SISTEMA DE MOLDES METÁLICOS

PROGRAMACION PARA LA CONSTRUCCION DE 1 VIVIENDA DE 1 PLANTA CON EL SISTEMA MECCANO	No. DE SEMANAS																				
	1						2						3								
	No. DE DIAS HABLES																				
CONCEPTO GENERAL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M
PLATAFORMA																					
LOSA DE CIMENTACION																					
MUROS Y LOSA MECCANO P.B																					
PLOMERIA EN CIMENTACION Y MOLDE MECCANO																					
ELECTRICIDAD EN MOLDE MECCANO																					
ACABADOS INTERIORES Y EXTERIORES																					
ELECTRICIDAD CABLEADO Y ACCESORIOS																					
OBRAS EXTERIORES																					
INSTALACION DE MUEBLES SANITARIOS																					
PISOS Y LAMBRINES																					
ALUMINIO Y HERRERIA																					
CARPINTERIA																					
COMPLEMENTARIOS																					

Es necesario aclarar que los tiempos aquí presentados son promedio, por lo que los reales deben de fluctuar alrededor de estos, la aproximación a estos tiempos se lograra de acuerdo a la prácticas en campo que se desligan de una planeación cuidadosa.

PROGRAMA DE TIEMPO DE CONSTRUCCION DE 100 VIVIENDAS CON EL SISTEMA DE MOLDES

PROGRAMACION PARA LA CONSTRUCCION DE 100 VIVIENDAS DE 1 PLANTA CON EL SISTEMA MECCANO	No. DE SEMANAS																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	No. DE DIAS HABILES																							
CONCEPTO GENERAL	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
PLATAFORMA																								
LOSA DE CIMENTACION																								
MUROS Y LOSA MECCANO																								
PLOMERIA EN CIMENTACION Y MOLDE MECCANO																								
ELECTRICIDAD EN MOLDE MECCANO																								
ACABADOS INTERIORES Y EXTERIORES																								
ELECTRICIDAD CABLEADO Y ACCESORIOS																								
OBRAS EXTERIORES																								
INSTALACION DE MUEBLES SANITARIOS																								
PISOS Y LAMBRINES																								
ALUMINIO Y HERRERIA																								
CARPINTERIA																								
IMPERMEABILIZACION																								
COMPLEMENTARIOS																								

Con lo anterior, se puede mostrar una comparativa a detalle entre los tiempos programados entre la construcción de vivienda con el Sistema a Base de Moldes Metálicos (SMM) y el Sistema Tradicional (ST); evidenciándose la reducción en el número de días para la construcción.



III.4 COSTOS DE VIVIENDA CONSTRUIDA A BASE DE CONCRETO, BLOCK Y TABIQUE.

PARTIDAS	Vivienda de tipo Cuádruplex		
	CONCRETO	BLOCK HUECO	TABIQUE INDUS.
Preliminares	4,188.13	4,188.13	4,188.13
Cimentación	22,891.52	24,806.45	26,067.09
Estructura	100,491.44	104,540.84	145,959.78
Impermeabilizaciones	5,353.01	5,353.01	5,353.01
Acabados	22,571.59	29,047.66	29,345.06
Yeso y Tirol	12,637.52	12,638.58	4,269.16
Pinturas	4,255.14	4,255.14	1,302.72
Rec Cerámicos	2,792.19	2,792.19	2,248.06
Alb en Azoteas	4,427.29	4,426.83	4,428.66
Inst sanitaria	10,169.46	10,217.70	10,130.18
Inst Hidráulica	13,390.86	13,390.86	13,390.86
Inst eléctrica	19,446.72	19,446.72	19,446.72
Muebles de baño	14,340.32	14,340.32	14,340.32
Instalación de TV	488.28	488.28	488.28
Inst telefónica	535.38	535.38	535.38
Inst de Gas	2,583.30	2,583.30	2,583.30
Herrería	4,413.24	4,413.24	4,413.24
Ventanearía y vidrio	40,403.48	40,403.48	40,403.48
Carpintería	10,450.68	10,450.68	10,450.68
Obra exterior	10,999.68	10,999.68	10,999.68
Limpiezas	6,266.98	6,266.98	6,266.98
Total Conjunto Cuádruplex	313,096.21	325,585.45	356,610.77
Total casa	78,274.05	81,396.36	89,152.69

Porcentajes y cantidades de partidas

	CONCRETO	BLOCK	TABIQUE
Materiales	140434.33	146039.61	161750.69
Mano de Obra	54959.14	67962.4	59600.21
Equipo	5313.7	5388.93	5010
Básicos	109928	112934.39	118874.29
Bombeo de Concreto	13629.02	5941.43	7878.08
Básicos		109928.06	8946.23
		32%	3%
	324264.19	353113.27	338266.76
	100%	100%	100%

RESUMEN DEL PRESUPUESTO

CONSTRUCCIÓN A BASE DE BLOCK

CONCEPTO	Importe
Preeliminarios	4,188.13
Cimentación	26,040.29
Estructura	116,594.11
Impermeabilizaciones	5,353.01
Acabados	29,047.66
Yeso y Tirol	12,638.58
Pinturas	4,255.14
Recubrimientos Cerámicos	2,792.19
Albañilería en Azoteas	4,426.83
Instalación Sanitaria	10,399.70
Instalación Hidráulica	13,390.86
Instalación Eléctrica	19,446.72
Muebles de baño	14,340.32
Instalación de TV	488.28
Instalación Telefónica	535.38
Instalación de Gas	2,583.30
Herrería	4,413.24
Ventanearia y Vidrio	40,403.48
Carpintería	10,450.68
Obra Exterior	10,999.68
Limpiezas	6,266.98
Total Prototipo Cuádruplex Block Hueco Cliente	339,054.56
IMPORTE PRESUPUESTO	339,054.56
	15% IVA. 50,858.18
TOTAL	389,912.74

(* TRESCIENTOS OCHENTA Y NUEVE MIL NOVECIENTOS DOCE PESOS 74/100 M.N. *)

RESUMEN DEL PRESUPUESTO

CONSTRUCCIÓN A BASE DE TABIQUE EXTRUIDO

CONCEPTO	Importe
Preeliminares	4,188.13
Cimentación	26,067.09
Estructura	145,959.78
Impermeabilizaciones	5,353.01
Acabados	29,345.06
Yeso y Tirol	4,269.16
Pinturas	1,302.72
Recubrimientos Cerámicos	2,248.06
Albañilería en Azoteas	4,428.66
Instalación Sanitaria	10,130.18
Instalación Hidráulica	13,390.86
Instalación Eléctrica	19,446.72
Muebles de baño	14,340.32
Instalación de TV	488.28
Instalación Telefónica	535.38
Instalación de Gas	2,583.30
Herrería	4,413.24
Ventanearía y Vidrio	40,403.48
Carpintería	10,450.68
Obra Exterior	10,999.68
Limpezas	6,266.98
Total Prototipo Cuádruplex con Tabique Extruido	356,610.77
IMPORTE PRESUPUESTO	356,610.77
	15% IVA. <u>53,491.62</u>
T O T A L	410,102.39

(* CUATROCIENTOS DIEZ MIL CIENTO DOS PESOS 39/100 MN. *)

RESUMEN DEL PRESUPUESTO

CONSTRUCCIÓN A BASE DE CONCRETO

CONCEPTO	Importe
Preeliminares	4,188.13
Cimentación	26,067.09
Estructura	122,542.91
Impermeabilizaciones	5,353.01
Acabados	22,571.59
Yeso y Tirol	12,638.58
Pinturas	4,255.14
Recubrimientos Cerámicos	2,792.19
Albañilería en Azoteas	4,427.29
Instalación Sanitaria	10,221.46
Instalación Hidráulica	13,390.86
Instalación Eléctrica	19,446.72
Muebles de baño	14,340.32
Instalación de TV	488.28

Instalación Telefónica	535.38
Instalación de Gas	2,583.30
Herrería	4,413.24
Ventanería y Vidrio	40,403.48
Carpintería	10,450.68
Obra Exterior	10,999.68
Limpiezas	6,266.98

Total Prototipo Cuádruplex Muros de Concreto 338,376.31

IMPORTE PRESUPUESTO 338,376.31

15% IVA. 50,756.45

TOTAL 389,132.76

(* TRESCIENTOS OCHENTA Y NUEVE MIL CIENTO TREINTA Y DOS PESOS 76/100 MN. *)

III.5 COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE EL SISTEMA TRADICIONAL Y EL SISTEMA BASADO EN MOLDES.

Costo directo por vivienda terminada

Con el objetivo de presentar las ventajas en costos que ofrece el método industrializado se presenta a continuación una tabla comparativa.

TABLA COMPARATIVA SISTEMAS CONSTRUCTIVOS

				1 RECÁMARA			2 RECÁMARA		
Número de viviendas anuales				500			500		
Superficie construcción				37.6			48.1		
Volumen de losa de cimentación				3.8			4.8		
Volumen / Vivienda acelerada (m ³) s / losa techo.				12			16		
Volumen / Vivienda acelerada (m ³) c/ losa techo				14			18		
Volumen Proyecto (m ³)				6,000			7,750		
Sistema	Cimentación	Muros	Losa Techo	Costo Directo	Dif	Tiempo Construcción	Costo Directo	Dif	Tiempo Construcción
Tradicional	Mampostería	Block	Vigueta y Bovedilla	\$ 97,959.84		115	\$ 127,774.89		120
Acelerado	Convencional	Celular	Celular	\$ 85,015.50	(12,944.34)	28	\$ 115,574.56	(12,200.33)	30
Semi-acelerado	Convencional	Celular	V y B Celular	\$ 91,903.17	(6,056.67)	30	\$ 124,500.35	(3,274.54)	32
Depreciación Moldes sistema acelerado**				972.92			1,143.94		
Depreciación Moldes sistema semi-acelerado**				814.27			934.60		
Costo Adquisición de Moldes sistema acelerado**				389,169.71			457,574.59		
Costo Adquisición de Moldes sistema semi-acelerado**				325,708.01			373,839.19		

Bombeado

Convencional *	\$ 1,040.00
Celular	\$ 1,337.00

* Fc=150 kg/cm² Resistencia normal bombeado

** Moldes marca Meccano

EJERCICIO DE RENTABILIDAD

El presente ejercicio se expone con la finalidad de destacar que la Utilidad importante de integrarse al Sistema de moldes se genera en el mediano y largo plazo.

Es decir el hecho de industrializar la vivienda, conlleva un esfuerzo en cambios de prácticas administrativas y de procedimientos constructivos bajo la filosofía de reducción de costos mediante el avance tecnológico. Para visualizar las utilidades generadas por una mayor rotación de capital invertido por unidad de vivienda se presenta la siguiente tabla:

EJERCICIO DE RENTABILIDAD						
VIVIENDA 1 RECAMARA						
Este ejercicio se lleva a cabo a partir del costo de la vivienda tipo construida sobre una losa de cimentación de concreto, muros de concreto celular y losa de vigueta y bovedilla con concreto celular						
	Sistema Tradicional		Sistema Acelerado			
Lote (Tierra)	\$	10,000.00	6%	\$	10,000.00	6%
Urbanización	\$	20,000.00	13%	\$	20,000.00	13%
Costo Directo	\$	97,959.84	61%	\$	91,903.17	57%
Tiempo Construcción (días)		115			30	
Costo Indirecto (10%) * Supervisión, Admon, Venta	\$	9,795.98	6%	\$	9,190.32	6%
Costo de Venta	\$	137,870.82	86%	\$	131,123.49	82%
Gastos Financieros (Costo x Tiempo x Tasa*)	\$	7,384.59	5%	\$	1,832.14	1%
Costo Total	\$	145,255.41	91%	\$	132,955.62	83%
Precio de Venta *	\$	160,000.00	100%	\$	160,000.00	100%
Utilidad Bruta	\$	14,744.59	9%	\$	27,044.38	17%
# Viviendas por año		4			13	
Utilidad Bruta Anual (# Viviendas x Utilidad Bruta)	\$	58,978.35		\$	351,576.90	
Acelerando el sistema tenemos la oportunidad de obtener 4 veces más utilidades						

Se considera 10% de Indirectos

Tasa Anual de Interés 17%

* Los datos son supuestos para fines del ejercicio.

EJERCICIO DE RENTABILIDAD

VIVIENDA 2 RECAMARAS

Este ejercicio se lleva a cabo a partir del costo de la vivienda tipo construida sobre una losa de cimentación de concreto, muros de concreto celular y losa de vigueta y bovedilla con concreto celular.

	<u>Sistema Tradicional</u>		<u>Sistema Acelerado</u>			
Lote(Tierra)	\$	10,000.00	5%	\$	10,000.00	5%
Urbanización	\$	20,000.00	10%	\$	20,000.00	10%
Costo Directo	\$	127,774.89	64%	\$	124,500.35	62%
Tiempo Construcción (días)		120			32	
Costo Indirecto (10%)* Supervisión, Admon, Venta	\$	12,777.49	6%	\$	12,450.04	6%
Costo de Venta	\$	170,672.38	85%	\$	166,982.39	83%
Gastos Financieros (Costo x Tiempo x Tasa*)	\$	9,538.95	5%	\$	2,488.72	1%
Costo Total	\$	180,211.33	90%	\$	169,471.11	85%
Precio de Venta *	\$	200,000.00	100%	\$	200,000.00	100%
Utilidad Bruta	\$	19,788.67	10%	\$	30,528.89	15%
# Viviendas por año		4			12	
Utilidad Bruta Anual (# Viviendas x Utilidad Bruta)	\$	79,154.69		\$	366,346.69	

Acelerando el sistema tenemos la oportunidad de obtener 4 veces más utilidades

Se considera 10% de indirectos

Tasa Anual de Interés 17%

* Los datos son supuestos para fines del ejercicio.

COTIZACIÓN DE MOLDES

Se muestran a continuación las cotizaciones emitidas por el proveedor. El monto de la cotización corresponde a un molde sencillo diseñado de acuerdo a los planos arquitectónicos del cliente para cada tipo de vivienda.

No.	DESCRIPCION	UNI	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
	COTIZACION DE VENTA DE UN MOLDE SENCILLO PARA LA CONSTRUCCION DE VIVIENDA TIPO 1R-38 M2. INCLUYE TODOS SUS ACCESORIOS PARA SU PERFECTO FUNCIONAMIENTO. FRACC. SIGLO XXI				
1.-	CIMBRA DE CONTACTO EN MUROS	M2	167.69	1,496.00	250,864.24
2.-	CIMBRA DE CONTACTO EN LOSA	M2	33.59	1,830.00	61,469.70
3.-	PERFIL DE REFUERZO	ML	107.20	110.00	11,792.00
4.-	SOPORTE PARA PERFIL DE REFUERZO	PZ	153.00	26.00	3,978.00
5.-	CIMBRA DE CONTACTO EN PRETIL	M2	12.98	1,519.00	19,716.62
6.-	CIMBRA ESPECIAL PARA MOLDURAS	ML	10.45	1,852.00	19,353.40
7.-	PLANTILLA DE REPLANTEO	M2	37.35	113.00	4,220.55
8.-	CIMBRA DE CIMENTACION	ML	27.10	155.00	4,200.50
9.-	MARCO ESCALON PARA DESNIVEL	ML	4.00	183.00	732.00
10.-	REGLA NIVELADORA	ML	4.50	227.00	1,021.50
11.-	PERFIL NIVELADOR	ML	5.10	92.00	469.20
12.-	ANCLAJES DE NIVELACION	PZ	9.00	37.00	333.00
13.-	VARILLAS DE ANCLAJE	PZ	34.00	31.00	1,054.00
14.-	CARROS ELEVADORES MOD. No. 2	PZ	1.00	1,992.00	1,992.00
15.-	ESCALERAS DOBLES MOD. No. 1	PZ	3.00	304.00	912.00
16.-	ESCALERAS RECTAS PARA TECHO MOD. No.1	PZ	1.00	398.00	398.00
17.-	PALANCAS PARA MOLDE	PZ	2.00	252.00	504.00
18.-	GANCHOS CENTRADORES	PZ	21.00	24.00	504.00
19.-	PUNTAL TELESCOPICO ESTANDAR EXTRA	PZ	13.00	435.00	5,655.00
20.-	VIGUETA DE REFUERZO DE 2.00 ML.	PZ	-	162.00	-
	FORMAS DE PAGO: 40% DE ANTICIPO A LA FIRMA DEL CONTRATO 30% A LOS 15 DIAS DESPUES DE FIRMADO EL CONTRATO 30% RESTANTE A LA ENTREGA DEL MOLDE EN PLANTA				
	NOTAS: a) ESTOS PRECIOS SON L.A.B. PLANTA TORREON CON FLETE POR COBRAR b) PRECIOS SUJETOS A CAMBIO SIN PREVIO AVISO				
				SUMA \$	389,169.71
				I.V.A. \$	58,375.46
				TOTAL \$	447,545.17

IV. RESULTADOS, BENEFICIOS Y APLICACIONES DEL CONCRETO LIGERO Y PREMEZCLADO.

IV.1 CONCRETO LIGERO Y RELLENO FLUIDO

Como se ha visto una de los mayores beneficios de la vivienda de concreto son las características que nos brinda la aplicación de este insumo permitiéndonos reducir costos, tiempo y mano de obra, así como lograr una mejor calidad de vivienda. Al aplicar el concreto en sus distintas presentaciones o características nos agrupa una serie de ventajas:

Ventajas del concreto ligero

- Permite reducir las cargas muertas en las estructuras.
- Favorece las operaciones de colocación y elimina la aplicación de vibradores, gracias a su alta trabajabilidad.
- Representa un ahorro de energía para el usuario final, por sus mejores propiedades térmicas.
- Es resistente al fuego.
- Es apto para ser bombeable.
- Se puede aserrar y clavar con facilidad.
- Ofrece una mayor resistencia a la tensión diagonal en muros.
- Disminuye la permeabilidad.
- Ofrece excelentes propiedades acústicas.
- No es tóxico.

Usos

- Capas de nivelación en pisos o losas.
- Para aligerar cargas muertas en la estructura.
- Para la construcción de viviendas de concreto tipo monolíticas.
- Elementos prefabricados, como paneles de concreto.
- Protección de estructuras contra fuego.



Ventajas del relleno fluido

- Permite reducir el costo de excavaciones y relleno comparativamente con el sistema tradicional
- Baja contracción
- Requiere menos supervisión
- No requiere compactación, vibrado ni curado ara obtener sus propiedades mecánicas.
- De fácil colocación en áreas reducidas.

-
- Por su versátil desarrollo de fraguado, se agilizan las actividades secuenciales dentro del programa de obra.

Usos

- Construcción de plataformas para el desplante de viviendas y firmes.
- Relleno para la construcción de pendientes en azoteas y entrepisos.



A continuación se muestran los comparativos de algunos sistemas constructivos en los que es utilizado el concreto como insumo principal señalando tanto sus ventajas como sus desventajas para que con ello se enfatizen los beneficios que conlleva el sistema constructivo a base de moldes:

A) Sistema ISOTEX

Descripción: Este sistema permite construir paredes portantes mediante el uso bloques de anime que funcionan como encofrado perdido para un relleno de concreto, armado con una cabilla (diam. 1/2") distanciadas cada 1.5 mt.

Ventajas:

- Gran aislante térmico. (Ahorro de energía).
- Muy fácil de armar.
- Rápido (3.9 días/casa).
- No requiere de mano de obra especializada.

Desventajas:

- Un solo proveedor de bloques de anime.



B) Sistema Sidepanel / Monolite M2/ Bipanel

Descripción: Estructura monolítica de paredes portantes compuesta por láminas de anime con doble cara de malla electrosoldada, unidas por alambres tensores y proyectadas con un friso de alta resistencia por ambas caras.



Ventajas:-Muy económico (- 23% / respecto al sistema tradicional)

- Rápido construcción, (4.8 días)
- Adaptable a su diseño. (vivienda progresiva).
- Gran aislante térmico. (Ahorro de energía).
- Especialización de Mano de obra: Bajo-media.

Desventajas:-Mortero para friso de complicada elaboración.

- Existen sólo tres proveedores nacionales de paneles

C) Royal Co. / Digigraph

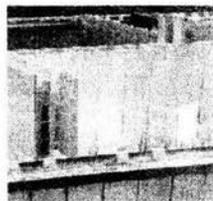
Descripción: El sistema permite construir paredes portantes mediante el uso de paneles huecos de plástico que funcionan como encofrado perdido para un relleno de concreto.

Ventajas:

- Muy rápido y fácil de armar.
- No lleva friso ni pintura.
- Muy baja especialización de mano de obra.
- Uniformidad en la construcción de urbanizaciones.

Desventajas:-Piezas de plástico totalmente importadas.

- Acabado poco convencional (plástico).
- Complicada colocación de servicios e instalaciones eléctricas.



D) Plycem / INPACA

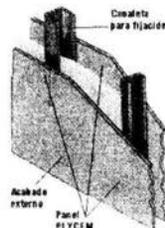
Descripción: Este sistema es porticado con estructura de acero, el cerramiento se logra al atornillar las láminas y paneles de fibro-cemento (PLYCEM) a los marcos y estructuras metálicas.

Ventajas:

- Gran velocidad de construcción.
- Fácil armado.
- Buen aislante térmico, gracias a la capa de material aislante entre los paneles.

Desventajas:

- Baja resistencia a los elementos exteriores (agua, fuego, golpes, etc.)
- Altos costos de la estructura de acero y paneles .



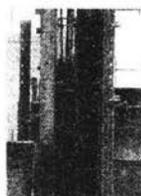
E) Sistema de moldes metálicos

Descripción: Este sistema controla la producción de vivienda a través de unidades idénticas en calidad-costo, traduciéndose en un ahorro considerable en costos de producción, supervisión, administración y financieros.



Ventajas:

- Logra viviendas monolíticas completas en un solo colado.
- Hasta 5 viviendas por semana con un solo molde.
- Aplicable a cualquier elemento: muros, losas, molduras, escaleras, pretilas.
- Fácil armado.
- Gran aislante térmico. (Ahorro de energía).
- Alta resistencia a los elementos exteriores (agua, fuego, golpes, etc.)
- Gran velocidad de construcción, aproximadamente 4 casas por día.



Desventajas:

- Transporte y movimiento de los moldes poco eficaz.
- Pocos proveedores de este tipo de cimbras.
 - Sistema aplicable solo para la vivienda en serie, no para ampliaciones u otro tipo de vivienda ya que el costo de renta de la cimbra sería todavía muy alto.
 - Requiere de mano especializada para su armado.



Una vez definidos los distintos sistemas constructivos con los que se cuenta hoy en día, se pueden comprobar las grandes ventajas que conlleva el sistema de construcción a base de moldes metálicos.

IV.3 APLICACIONES ADICIONALES DEL CONCRETO LIGERO

En este inciso se muestra, de manera general, la investigación y experimentación llevada a cabo para la elaboración de un concreto ligero. La aplicación consistió en la fabricación de una "Canoa de Concreto" en la que el insumo principal fue un concreto ligero para obtener las características hidráulicas requeridas.

1. Investigación previa del Concreto a utilizar.

El concreto ligero estructural tiene una densidad al aire en estado seco dentro del intervalo de 1360 a 1840 kg/m³ y una resistencia a compresión a 28 días por encima de 175 kg/cm². Algunas especificaciones de obra permiten densidades de hasta 1920 kg/m³. El concreto de peso normal que contiene arena, grava o piedra triturada normales tiene una densidad seca dentro del intervalo de 2080 a 2480 kg/m³. El concreto ligero estructural se emplea principalmente para reducir el peso de la carga muerta en los elementos de concreto, como en el caso de las losas de edificios de gran altura.

Agregados Ligeros Estructurales

Los agregados ligeros estructurales normalmente se clasifican según sea su proceso de producción, pues diversos procesos producen agregados con propiedades un tanto distintas. También, dichos agregados ligeros, tienen densidades considerablemente menores a las de los agregados de peso normal, variando de 560 a 1120 kg/m³ comparados contra 1200 a 1760 kg/m³ para los agregados de peso normal. Para controlar la uniformidad de las mezclas de concreto ligero estructural, los agregados se prehumedecen (pero sin que se saturen) antes de su dosificación.

Resistencia a compresión

La resistencia a compresión del concreto ligero estructural generalmente está relacionada con el contenido de cemento para un cierto revenimiento y contenido de aire más que con la relación agua-cemento. Esto se debe a la dificultad para determinar qué cantidad del agua de mezclado total se absorbe dentro de las partículas de agregado y por lo tanto qué cantidad reacciona con el cemento. Las resistencias a compresión típicas varían desde 210 hasta 350 kg/cm².

Concretos Ligeros de Densidad Baja y de Resistencia Moderada

El concreto de densidad baja, es un concreto ligero cuyo peso volumétrico seco en el horno es igual o menor que 800 kg/m³. Se fabrica con cemento Pórtland, agua, aire y con o sin agregado y aditivos minerales. El peso volumétrico seco en el horno varía desde 240 hasta 800 kg/m³ y la resistencia a compresión a los 28 días generalmente se encuentra entre 7 y 70 kg/cm². El concreto de densidad baja colado in situ se utiliza principalmente para aislamientos térmicos y acústicos, cubiertas, rellenos para subbases de losas sobre el terreno, capas de nivelación para pisos o azoteas.

Un concreto ligero de resistencia moderada pesa aproximadamente de 800 a 1920 kg/m³ seco al horno y tiene una resistencia a la compresión de aproximadamente 70 a 175 kg/cm².

Los concretos ligeros de densidad baja y de resistencia moderada se pueden agrupar como sigue:

Grupo I: Fabricado con agregados expandidos, tales como perlita, vermiculita o esferas de tamaño pequeño de poliestireno expandido. Los pesos volumétricos secos al horno del concreto que hace uso de estos agregados varían generalmente entre 240 y 800 kg/m³.

Grupo II. Fabricado con agregados manufacturados al expandir, calcinar o sinterizar materiales tales como la escoria de alto horno, arcilla, diatomita, ceniza volante, escoria volcánica o tufa. Los pesos volumétricos secos al horno utilizando estos agregados pueden variar de 720 a 1440 kg/m³.

Grupo III. Concretos fabricados incorporando dentro de una pasta de cemento o mortero de cemento-arena una estructura celular uniforme de vacíos-aire que se obtiene mediante espuma preformada. Los pesos volumétricos secos al horno que varían entre 240 y 1920 kg/m³ se pueden obtener mediante la sustitución de algunas o todas las partículas de agregado por vacíos-aire; los vacíos-aire pueden llegar a constituir hasta el 80% del volumen.

Ejemplos de mezclas de concreto ⁸

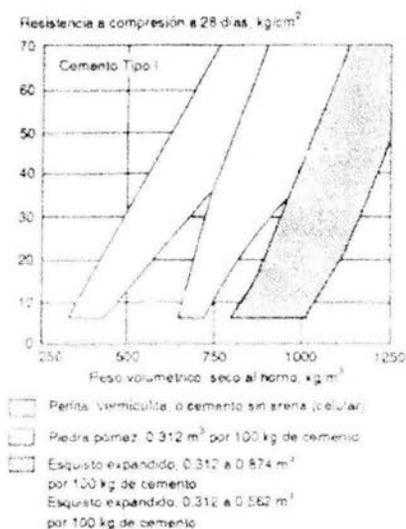
Tipo de concreto	Relación cemento portland agregado en volumen	Densidad seca en el horno, kg/m ³	Contenido de cemento portland Tipo I, kg/m ³	Relación agua cemento, en peso	Resistencia a compresión a los 28 días, kg/cm ² en cilindros de 15 x 30 cm
Perlita*	1:4	480 a 609	362	0.94	28
	1:5	415 a 577	306	1.12	23
	1:6	352 a 545	246	1.24	16
	1:8	320 a 513	234	1.72	14
Vermiculita*	1:4	497 a 593	380	0.98	21
	1:5	449 A 497	295	1.30	12
	1:6	368 a 465	246	1.60	9
	1:8	320 a 336	178	2.08	6
Poliestireno**	0 kg de arena	545#	445	0.40	23
	74 kg de arena por metro cúbico	625#	445	0.40	28
	150 kg de arena por metro cúbico	705#	445	0.40	33
	200 kg de arena por metro cúbico	769#	445	0.40	39
Cellular* (Contenido sin arena)	—	625	525	0.57	20
	—	545	469	0.56	15
	—	449	396	0.57	9
	—	368	317	0.65	4
Cellular (Aerocryl)	1:1	629	430	0.40	39
	1:2	1250	374	0.41	50
	1:3	1602	357	0.51	154

⁸ Steven H. Kosmatka y William C. Panarese Diseño y Control de Mezclas de Concreto, IMCYC, México 1992

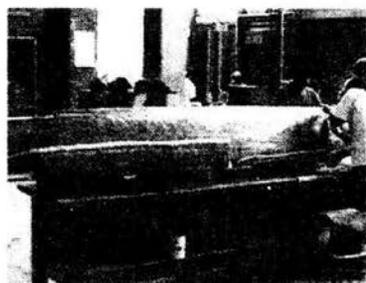
Resistencia

Los requisitos de resistencia dependerán del uso que se proponga dar al concreto. Por ejemplo, una resistencia a la compresión de 7 kg/cm^2 o aún menor podría ser satisfactoria para aislamiento de líneas subterráneas de vapor. Las resistencias a compresión de 7 a 14 kg/cm^2 normalmente son adecuadas para rellenos de azoteas, aunque a veces se especifican resistencias de hasta 35 kg/cm^2 .

Se pueden fabricar mezclas con resistencias fuera de los rangos mostrados variando las proporciones de las mezclas. Se obtendrían resistencias a 7 días comparables con las de 28 días usando cemento de alta resistencia a edad temprana.



Gráfica 11. Relación aproximada entre el peso volumétrico seco en el horno y la resistencia a compresión de cilindros de $15 \times 30 \text{ cm}$, probados en condiciones secas al aire para algunos concretos aislantes y de relleno. Para los concretos con perlita, las proporciones de la mezcla variaron desde 0.187 hasta 0.624 m^3 de agregado por cada 100 kg de cemento.



2. Refuerzo:

a) Opciones de Tipos de refuerzo a ser considerados:

Entre una de las opciones más importantes que se consideraron se encuentra el Tejido de Fibra de Vidrio con las siguientes propiedades y ficha técnica:

RESISTENCIA A LA TENSIÓN	N/mm ²	2230
MÓDULO DE ELASTICIDAD	N/mm ²	71000
ELONGACIÓN	%	4

d) Tipo de refuerzo:

Entre la amplia gama de fibras de carbono, se ha elegido una fibra industrial por su perfecta adecuación a las aplicaciones en obra civil y edificación.

La tabla siguiente indica las principales características de la fibra de carbono:

PROPIEDADES MECÁNICAS		UNIDAD	MÁXIMO	NOMINAL	MÍNIMO
TENSIÓN DE ROTURA	media por lote	Mpa	-	4900	4510
MÓDULO DE DEFORMACIÓN	media por lote	Gpa	240	230	221
ALARGAMIENTO A ROTURA	media por lote	%	-	2.1	1.8
MASA LINEAL	media por lote	g/1000m	824	800	776
DENSIDAD	media por lote	g/cm ³	1.84	1.8	1.76
ENGRASE	media por lote	%	1.6	1.2	0.8

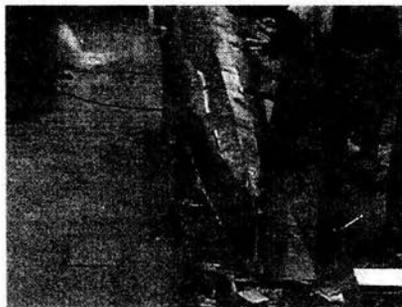
FICHA TÉCNICA

Las fibras de carbono se utilizan esencialmente bajo la forma de materiales compósitos para conferir al producto terminado las mejores propiedades físicas, estáticas y dinámicas. Estos materiales anisótropos presentan una tensión de rotura muy alta y una densidad cinco veces menor que la del acero.

Acción del compósito:

Propiedades y opciones consideradas para el compósito:

El tejido del compósito está formado por fibras de carbono orientadas a 90° en la cadena y en la trama con el fin de obtener una armadura flexible y deformable que pueda seguir las formas del soporte. El



tejido es bidireccional con sentido de resistencia privilegiado en la cadena.

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE LA SECCIÓN EFECTIVA DEL COMPÓSITO

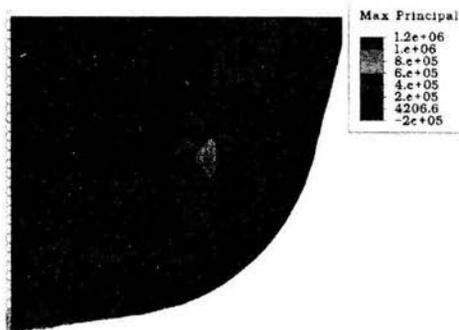
ESPEJOR MEDIO	1/10 mm	4.3
TRACCIÓN ROTURA	Mpa	1400
MÓDULO E	Gpa	105
TRACCIÓN ROTURA 1 cm de ancho cadena	daN	600
TRACCIÓN ROTURA 1 cm de ancho trama	daN	250

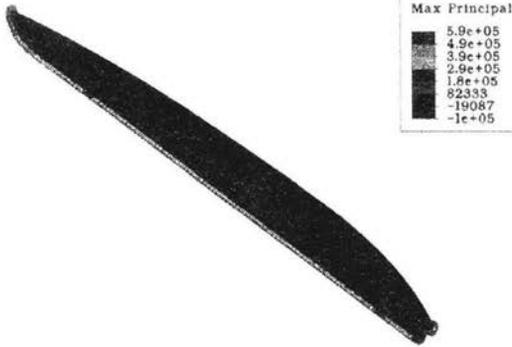
FICHA TÉCNICA

A continuación se presentan las gráficas arrojadas por el programa de análisis estructural ALGOR con el cual se sometió el casco de la canoa a una serie de esfuerzos, para que con el análisis del "elemento finito" se determinaran las zonas más vulnerables para que con ello se tuvieran las zonas a las cuales habría que reforzar con la fibra de carbono.



Malla del modelo FEM (Finite Element Method)





3. Detalles del Diseño de Mezclas

- Fibra de la malla: Fibras de Polipropileno
- Eucon 37: Reductor de Agua de Alto Rango
- RA 200: Reductor de Agua Normal
- Styncrete: Perlita
- AEA92: Inclusor de Aire
- Omicron: Impermeabilizante y Reductor de Contracciones
- Rheobulid 3000: Reductor de Agua de Alto Rango
- Rheocell: Aditivo para materiales controlados de baja resistencia
- Tetraguard: Aditivo Reductor de Retracción
- Pozzolich: Aditivo reductor de Agua Normal

Anexo las fichas técnicas de los materiales utilizados en las mezclas.

La especificación ASTM C 150 fue utilizada para poder escoger el cemento, que de acuerdo a esta norma nuestro cemento en Tipo III

De acuerdo a la norma ASTM C39 se hicieron las pruebas de compresión a cilindros de 10 X 20 cm a los cuales se les aplicó una carga.

Se construyeron algunas placas de concreto reforzado con diferentes materiales. Las placas son de 20 x 40 cm. Se apoyaron libremente en sus extremos y se cargo puntualmente a la mitad de la placa, el material con el cual se reforzaron las placas fue malla de fibra de carbono, la cual obtuvo una resistencia de 250 kg.



Diseños y opciones de mezclas:

	Mezcla 1	Mezcla 2	Mezcla 3	Mezcla 4	Mezcla 5
Materiales obligatorios kg/m3 (lb/ft3) [%]					
Cemento	370 (23.13) [83%]	370 (23.13) [83%]	370 (23.13) [83%]	370 (23.13) [83%]	370 (23.13) [83%]
Silica Fume	74 (4.63) [17%]	74 (4.63) [17%]	74 (4.63) [17%]	74 (4.63) [17%]	74 (4.63) [17%]
Agregado kg/m3 (lb/ft3)					
Styrene Beads	10 (0.625)	10 (0.625)	10 (0.625)	10 (0.625)	10 (0.625)
Arena	42 (2.625)	42 (2.625)	42 (2.625)	42 (2.625)	42 (2.625)
Agua	255 (15.94)	111 (6.94)	129.7 (8.11)	111 (6.94)	117.8 (7.36)
Admixtures kg/m3 (lb/ft3)					
Fibermesh	0.9 (0.056)	0.9 (0.056)	0.9 (0.056)	0.9 (0.056)	0.9 (0.056)
Eucon 37	25 (1.56)	3.33 (0.208)	3.33 (0.208)		
RA200	12 (0.75)	0.97 (0.061)	0.97 (0.061)		
AEA92			1.665 (0.104)		
Omicron				3.7 (0.231)	3.7 (0.231)
Rheobuild 3000				2.886 (0.180)	2.886 (0.180)
Pozzolith 100 HE					7.4 (0.46)
Tetraguard AS20					9.25 (0.58)
Rheocell					0.07 (0.0044)
Propiedades					
Relación agua / cemento	0.69	0.3	0.35	0.3	0.32
Peso Unitario kg/m3 (lb/ft3)	778.9 (49.3)	612.2 (38.26)	632.6 (39.54)	614.5 (38.41)	637.9 (39.9)
28 Días de Esfuerzo MPa (ksi)	3.43	4.056	3.148	2.867	3.707

	Mezcla Primaria			Mezcla de Flotación			Mortero Final		
Materiales kg/m3 (lb/ft3) [%]									
Cemento	370	(23.13)	[83%]	370	(23.13)	[100%]	800	(50.00)	[100%]
Silica Fume	55.5	(3.47)	[17%]						
Agregados kg/m3 (lb/ft3)									
Styrene Beads	12.8	(0.8)		43	(2.69)				
Arena	42	(2.625)					800	(50)	
Agua	120	(7.5)		120	(7.5)		560	(35)	
Mezclas kg/m3 (lb/ft3)									
Fibermesh	0.9	(0.056)							
Omicron	3.7	(0.231)		3.7	(0.231)				
Rheobuild 3000	2.886	(0.180)							
Pozzolith 100 HE	7.4	(0.46)							
Tetraguard AS20	9.25	(0.58)							
Rheocell	0.07	(0.0044)		14	(0.875)				
Propiedades									
Relación Agua / Cemento	0.32			0.3			0.7		
Unit Weight kg/m3 (lb/ft3)	602.14	(37.41)		550.7	(34.41)		2160	(135)	
28 Day Strength MPa (ksi)	2.867			2.403					

- Descripción

Elaborar los cálculos necesarios para hacer la determinación de las proporciones de una mezcla de concreto, compuesta por Cementantes, agregados y aditivos para el concurso de Canoa de Concreto 2003

- Consideraciones por características del proyecto:

Cementantes:

<u>Descripción</u>	<u>Peso específico</u>
Cemento	3.15
Ceniza Volante (Fly Ash)	2.40
Microsílice	3.10
Látex	1.00

Agregados:

<u>Descripción</u>	<u>Peso específico</u>
Arena Graduada Ottawa	2.65
Microesfera S38	0.38

- Restricciones:

Las restricciones marcadas por las normas del proyecto son:

- a) Al menos un 70% del peso total de los cementantes será Cemento Pórtland tipo I, II ó III.
- b) Al menos un 20% del peso total de los cementantes será Fly Ash clase F, C o una combinación de ambas.
- c) Al menos un 15% del volumen total de agregados será arena sílica, preferentemente Arena Ottawa, "graduada" según la ASTM c778.
 - Cálculos:

1. Cálculo del volumen de agregados

Para el cálculo de agregados se tomo en consideración un volumen total de 1m^3 , por lo que:

$$\begin{array}{l} 15\% \text{ de Arena} \quad \Rightarrow \quad 0.15 \text{ m}^3 \\ 85\% \text{ de Microesfera S38} \quad \Rightarrow \quad 0.85 \text{ m}^3 \end{array}$$

Tomando en cuenta el peso específico (ρ) de cada agregado

$$\begin{array}{l} \text{Arena } 0.15 \text{ m}^3 \quad \Rightarrow \quad \rho \cdot v = m = (2.65)(0.15)(1000) = 397.5 \text{ kg} \\ \text{S38 } 0.85 \text{ m}^3 \quad \Rightarrow \quad \rho \cdot v = m = (0.38)(0.85)(1000) = 323 \text{ kg} \end{array}$$

Así, la masa total de agregados con esas proporciones es: 720.50 Kg

2. Cálculo de los cementantes

Para el cálculo de los cementantes se tomará una relación Cemento / agregados y Agua / cemento como se indica a continuación (Estas relaciones únicamente contemplan al porcentaje del Cemento Pórtland y **NO** toman en cuenta las relaciones existentes con los demás cementantes de la mezcla):

$$\begin{array}{l} C/\text{Agr} = 0.5 \text{ (Relación en peso)} \\ \text{ABC} = 0.6 \text{ (Relación en peso)} \end{array}$$

Así a través de estas relaciones obtenemos el peso del Cemento necesario

$$\text{Cemento : } \frac{x}{720,50\text{kg}} = 0,5 \Rightarrow x = 360,25\text{kg}$$

Considerando que el cemento tiene que cumplir con al menos 70% del Peso total de cementantes podemos calcular las demás proporciones de los cementantes restantes:

$$\text{Fly ash (20%): } \frac{(360,25)(0,2)}{0,7} = 102,93\text{kg}$$

$$\text{Microsilíce (5%): } \frac{(360,25)(0,05)}{0,7} = 25,73\text{kg}$$

$$\text{Látex (5%): } \frac{(360,25)(0,05)}{0,7} = 25,73\text{kg}$$

Entonces, la masa total de cementantes es: 514.64 kg Y la relación Cemento /Cementantes es: 0.7

Determinación de! agua de la mezcla

Para el cálculo del agua de la mezcla se considerará la relación Agua / cemento: 0.5, así como considerar el agua incluida en los aditivos o cementantes líquidos.

$$\text{Agua: } \frac{x}{360,25\text{kg}} = 0,6 \Rightarrow x = 216,15\text{kg}$$

Sin embargo sabemos que el látex contiene un 52% de agua, por lo que, de acuerdo a la masa obtenida anteriormente se hará el ajuste.

Porcentaje de agua en látex: 52% = 13,38 kg

Entonces a 216,15 se le resta 13,38kg, quedando que el agua de la mezcla es de: 202.77 Kg.

Esto da una mezcla con las siguientes características:

Volumen = 1.40 m³

Masa = 1437.91 Kg.

Densidad = 1027.07 kg/m³



V. CONCLUSIONES.

El presente estudio revela el análisis de este sistema constructivo aplicado a la vivienda básica o de interés social, sin embargo dicho sistema pudiera ser fácilmente aplicable a otros tipos de construcciones anteponiendo su concerniente análisis de costos y estructurales. Hoy en día las empresas fabricadoras y comercializadoras de los moldes metálicos se encargan únicamente del diseño de cimbras para viviendas y túneles; por lo que quedaría como una propuesta adicional el diseño de este tipo de cimbras y sistema constructivo aplicado a rampas, casas de interés medio o residencial, reparaciones en losas, puentes atirantados entre otros.

Dentro de las conclusiones y recomendaciones estructurales se puede observar que la seguridad estructural de la vivienda ante cargas verticales, por los análisis previos, es adecuada y que cumple con lo especificado según el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal. La sustitución del acero considerando un $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$ a otro de un $f_y=6000 \text{ kg/cm}^2$ se puede aplicar a lo largo de todos los elementos de la casa habitación, considerando un factor de sustitución de 0.84 se consigue una reducción considerable en el área total de acero.

Se recomienda establecer un procedimiento de muestreo para controlar la calidad del concreto ligero empleado, con el fin de garantizar resistencias mínimas iguales a las consideradas en la evaluación de este estudio.

Para lograr competitividad en costo utilizando concreto celular o autocompactado, deberá considerarse una reducción en el precio de estos concretos, para ello, se deberá tener bien consolidado el proyecto ante una concretera, a fin de garantizar la inversión, el crédito y el volumen a consumir para lograr el descuento deseado. Por las características del concreto autocompactado y del ligero se recomiendan en todas las fases del proyecto, sin embargo, se tiene el dato que la vivienda con concreto autocompactado resulta entre 5% a 8% por arriba de la vivienda con concreto normal, mientras que dicho costo adicional es del orden de 7 a 9 % con concreto celular; con ello, se concluiría que en el caso de elevarse el costo de la vivienda se utilizaría un concreto convencional. La tendencia generalizada es que el block resulta la alternativa más económica solo para cierto tipo de clientes. Esto se explica por los costos financieros de los moldes, pues para este nivel de consumo, los precios de muro de concreto y muro de block resultan similares.

La producción en planta garantiza mayor uniformidad de la mezcla, mientras que en la producción en campo se debe poner especial precaución con el contenido de cemento que se agregue a la mezcla, pues es posible tener que añadir una mayor cantidad de cemento que lo dispuesto en las mezclas de laboratorio, para compensar las variaciones propias del mezclado en campo. En general, una vez que se realiza la mezcla de los agregados (que deben cumplir especificaciones para su uso en concreto hidráulico) y el cemento, se deberá añadir agua en una cantidad menor a la que se agregaría a una mezcla de concreto hidráulico convencional, únicamente la necesaria para lograr la hidratación del cemento y dar homogeneidad a la mezcla, si el mezclado es realizado en planta.

Uno de los inconvenientes detectados en este sistema constructivo es el sobrecosto para el caso de concreto celular el cual se antoja superior a lo que un cliente de interés social estaría dispuesto a pagar por una vivienda con mejor propiedades térmicas, especialmente si una solución de vigueta y bovedilla de poliestireno tiene posiblemente una propiedad térmica similar a un costo menor, sin embargo, la presente tesis se

enfoca a la industrialización de la vivienda y quedaría como una propuesta adicional el análisis de la construcción de vivienda en línea o individual.

Deberá tenerse presente que las comparativas realizados corresponden a la Ciudad de México. En otras partes de la República la variación en el costo de los insumos y Mano de Obra puede hacer que las tendencias mostradas en las gráficas se modifiquen. Por ejemplo, en la zona norte del país, por la importante presencia de maquiladoras los costos de mano de obra pueden llegar a ser considerablemente mayores. De igual forma la disponibilidad de materiales es importante, por ejemplo el tabique industrializado tiene un costo menor en la zona metropolitana por la presencia de varios proveedores.

Para las alternativas con molde se recomienda utilizar los datos correspondientes a una recuperación de la inversión a 12 meses, que se considera un horizonte de recuperación atractivo para cualquier inversionista. El análisis directo (precio de molde entre número de usos), comúnmente utilizado y sugerido por los proveedores no refleja la amortización por no reflejar el impacto financiero de la inversión inicial.

Se deben promover los planes de financiamiento y/o renta de moldes con proveedores, de tal forma que el costo financiero implícito en la amortización del molde se reduzca, repercutiéndose así en el costo de la vivienda. Para un cliente, el costo de amortización del molde a 12 meses puede llegar a ser del orden de 3 veces el del análisis directo, mientras que para otro, por el número de usos, el costo de amortización puede llegar a ser inclusive menor que el del análisis directo cuando el número de usos en un año es similar o menor que la vida útil del molde.

Deberán vigilarse los costos de accesorios, su vida útil, y los costos de mantenimiento que pueden llegar a influir importante en el costo del colado. Por ejemplo, en el caso de cierto molde que tenga costos de consumibles similares al propio costo de amortización del molde.

Por su parte, la cantidad de personas empleadas en la industria de la construcción, aún y cuando mostró una alza importante entre 1988 y 1992, ha sido hasta finales del año 2002 inferior a la de todo el periodo analizado (1994-2003), sin embargo, el 2003 se ha catalogado como un año muy importante en el alza de la actividad del ramo de la construcción gracias a la apertura de una gran variedad de proyectos de inversión para el desarrollo de infraestructura logrando un incremento en la aportación del PIB, tasa de empleo, y un mayor desarrollo para el país; siendo que el ramo de la construcción está catalogado como regulador de la economía de una nación como foco de desarrollo y estabilidad.

Creo que hoy en día nos enfrentamos a una serie de cambios económicos, políticos, climáticos y tecnológicos entre otros; y será necesario enfrentarlos con criterio y la aplicación de nuestros conocimientos lo que nos permitirá innovar mayores y mejores técnicas de construcción que permitan un mejor estilo de vida. Dicha innovación conlleva un cambio, trayendo mejoras continuas que servirán para el desarrollo de un campo de acción, siendo el de la Ingeniería Civil, la sociedad misma que será la beneficiaria en tener un mayor desarrollo y nivel de vida para todos nosotros.

VI. BIBLIOGRAFÍA.

- | | |
|--|--|
| Programa Sectorial de Vivienda 2000-2006 | CONAFOVI México DF 2001 |
| INEGI, Agenda Estadística de los Estados Unidos Mexicanos | Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, México 2002 |
| Manual del Constructor, CEMEX Concretos | CEMEX, México 2003 |
| Manual CEMEX de Autoconstrucción y Mejoramiento de la Vivienda | Servicios Profesionales Tolteca, México 1984 |
| Compendio Estructural de Vivienda Cuádruplex | Instituto de Ingeniería UNAM, México 2000 |
| Steven H. Kosmatka y William C. Panarese | Diseño y Control de Mezclas de Concreto, IMCYC, México 1992 |
| González Cuevas-Robles | Aspectos Fundamentales del Concreto Reforzado, Editorial Limusa, 3a edición. México 2000 |
| Reglamento de Construcciones del Distrito Federal (RCDF) | Sista Editores. México D.F. Mayo 2000 |
| Normas Técnicas Complementarias del RCDF | Sista Editores. México D.F. Mayo 2000 |

REFERENCIAS

Visita al Proyecto arquitectónico Quinta Montecarlo (Cautitlán Izcalli, Edo. Mex.)

Departamento del Distrito Federal, Reglamento de Construcciones del Distrito Federal, Gaceta oficial del Departamento del Distrito Federal, noviembre de 1987

Departamento del Distrito Federal, Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de estructuras de Concreto, Gaceta Oficial del Departamento del Distrito Federal.

Departamento del Distrito Federal, Normas Técnicas complementarias para Diseño y Construcción de estructuras de Mampostería.

Departamento del Distrito Federal, Normas técnicas complementarias para diseño por sismo, Gaceta oficial del Departamento del Distrito Federal, noviembre de 1987.

Comisión Federal de Electricidad, Manual de Diseño de Obras Civiles, diseño por sismo.

Catálogo de fichas técnicas CEMEX Concretos México DF 2001

Apuntes Mecánica de Materiales I, II, III (Prof.Manuel Covarrubias) México DF 2001

www.sedesol.gob.mx

Página web de la Secretaría de Desarrollo Social

www.infonavit.gob.mx

Página web del INFONAVIT

www.meccano.com.mx

Página web del proveedor de moldes metálicos para la construcción

Mexicana de Laminación

Arq. Alejandro Aranda

Tectura Construcciones SA de CV

Arq. Gustavo Mondragón