



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CAMPUS I

COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

“EFICIENTACIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DE VIVIENDA DE MURO ARMADO, CASO PRÁCTICO FRACCIONAMIENTOS JARDINES DEL GRIJALVA.”

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

**MAESTRO EN INGENIERÍA
(CONSTRUCCIÓN)**

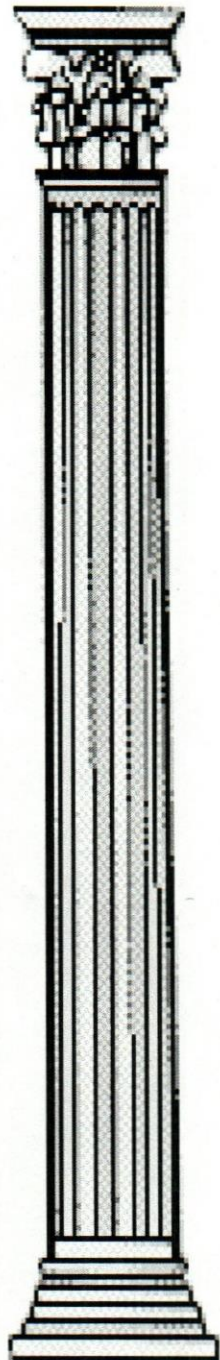
PRESENTA

ING. MARCO ANTONIO SOLÍS JIMÉNEZ

DIRECTOR DE TESIS

M. en C. JORGE ALFREDO AGUILAR CARBONEY

TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS, MARZO DE 2011.



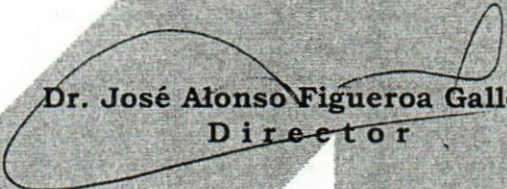
Tuxtla Gutiérrez, Chiapas,
31 de marzo de 2011.
OFICIO F.I.05.064/11.

C. ING. MARCO ANTONIO SOLÍS JIMÉNEZ
ESTUDIANTE DE LA MAESTRÍA INGENIERÍA
EN (CONSTRUCCIÓN)
P R E S E N T E:

Por este medio comunico a usted, que se le autoriza la impresión de su trabajo de tesis denominada: ***"Eficientación del Proceso Constructivo de Vivienda de Muro Armado, Caso Práctico Fraccionamientos Jardines del Grijalva"***, para que pueda continuar con los trámites de titulación para la obtención del Grado.

Sin otro particular, reciba un cordial saludo.

Atentamente
"Por la Conciencia de la Necesidad Servir"


Dr. José Alonso Figueroa Gallegos
Director

C.c.p. Archivo/minutario
JAFG/JAAC/rejg*

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas,
31 de marzo de 2011.

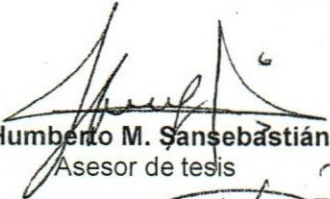
DR. JOSÉ ALONSO FIGUEROA GALLEGOS
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS
P R E S E N T E

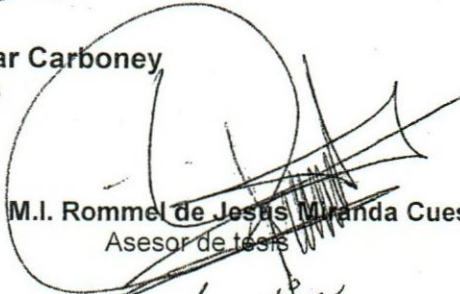
En nuestra calidad de sinodales del Examen de Grado de Maestría en Ingeniería (Construcción) del **Ing. Marco Antonio Solís Jiménez**, nos permitimos manifestarle la aceptación del trabajo de tesis titulada: **"Eficiencia del Proceso Constructivo de Vivienda de Muro Armado, Caso Práctico Fraccionamientos Jardines del Grijalva"**

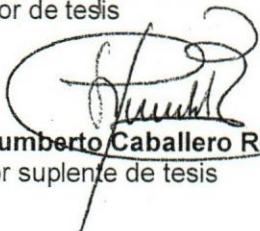
Quedamos enterados de que formaremos parte del jurado del examen de grado, en la fecha y hora que se nos comunicará posteriormente.

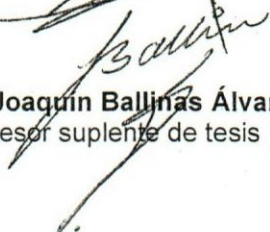
ATENTAMENTE


M.C. Jorge Alfredo Aguilar Carboney
Director de tesis


Dr. Humberto M. Sansebastián García
Asesor de tesis


M.I. Rommel de Jesús Miranda Cuesta
Asesor de tesis


M.I. Fredy Humberto Caballero Rodríguez
Asesor suplente de tesis


M.I. Joaquín Ballinas Álvarez
Asesor suplente de tesis

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, a 15 de marzo de 2011.

Dr. José Alonso Figueroa Gallegos

Director de la Facultad de Ingeniería

Universidad Autónoma de Chiapas

Presente:

Por este medio me permito informar a usted, que he concluido con la dirección de la tesis titulada: "***Eficiencia del Proceso Constructivo de Vivienda de Muro Armado, Caso Práctico Fraccionamientos Jardines del Grijalva***", desarrollada por el C. Ing. Marco Antonio Solís Jiménez,, por lo que doy mi voto aprobatorio para que pueda seguir con los trámites correspondientes.

Sin otro particular, reciba un cordial saludo.

Atentamente



M.C. Jorge Alfredo Aguilar Carboney
Director de la Tesis

C.c.p. Archivo.

C. interesado

AGRADECIMIENTOS

A DIOS:

Por permitirme llegar a cumplir una meta más en mi vida

A MIS PADRES

Por su amor, comprensión y consejos que me han brindado oportunamente y que han sabido guiarme en todos los acontecimientos de mi vida.

A MIS HERMANOS:

Por su cariño y comprensión incondicional.

A MI NOVIA:

Por el apoyo moral y la motivación que ha sabido darme en el momento oportuno.

AL M. C. JORGE AGUILAR CARBONEY:

Por su paciencia y dedicación en la elaboración de esta tesis, sin el cual no hubiese podido concluirla satisfactoriamente



EFICIENTACIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DE VIVIENDA DE MURO ARMADO, CASO PRÁCTICO FRACCIONAMIENTO JARDINES DEL GRIJALVA

ÍNDICE

TEMA	PAG.
1.- INTRODUCCIÓN.	1
1.1 Justificación.	2
2.- EVOLUCIÓN DE LA VIVIENDA.	4
2.1 La vivienda a través del tiempo en el mundo.	4
2.2 Egipto y Grecia	6
2.3 La Roma Antigua	7
2.4 La América Precolombina.	8
2.5 El Renacimiento	10
2.6 Japón y China.	11
2.7 Siglo XIX.	11
2.8 Siglo XX	12
2.9 La vivienda en México	12
3.- CONCRETO.	17
3.1 Historia.	17
3.2 Dosificación	18
3.3 Transportación del Concreto	20
3.4 Consolidación	20
3.5 Vibración	22
3.6 Curado del Concreto	25
3.7 Fisuras en el Concreto	27
3.8 Prueba de Extensibilidad del Concreto	37
4.- ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN PARA VIVIENDA DE MURO ARMADO	39
4.1 Cimentación.	39
4.2 Muros y losas de concreto con molde	46
4.2.1 Trazo para cimbra de molde	46
4.2.2 Colocación de "U" de tope	46
4.2.3 Acero en muros	47
4.2.4 Instalaciones Hidráulicas	49
4.2.5 Instalaciones Sanitarias	49
4.2.6 Instalaciones Eléctricas en muros	50
4.2.7 Colocación de Discos Separadores	51
4.2.8 Cimbra de molde	52
4.2.9 Apuntalamiento Metálico	56
4.2.10 Acero en losas	58
4.2.11 Colado del molde	59
4.2.12 Lavado y descimbrado del molde	60



4.2.13 Limpieza del molde	60
5.- VERIFICACIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DE VIVIENDA DE MURO ARMADO CASO PRACTICO FRACCIONAMIENTO JARDINES DEL GRIJALVA	62
5.1 Objetivo de la Supervisión.	62
5.2 Alcance de la Supervisión.	63
5.2.1 Antes del Inicio de la obra	63
5.2.2 Al Inicio de la obra	65
5.2.3 Durante el Proceso de la obra	65
5.2.4 Al término de la obra	66
5.3 Caso Práctico Fraccionamiento Jardines del Grijalva	67
5.4 Descripción Fotográfica del Proceso Constructivo del Fracc. Jardines del Grijalva	69
Conclusiones y Recomendaciones.	82
Bibliografía	85

CAPITULO I. INTRODUCCION

La vivienda es hoy en día uno de los problemas que más afecta a la sociedad actual. El sector vivienda en México, en los últimos años se ha constituido como uno de los ejes más importantes de desarrollo en México, ya que el proceso de producción y adquisición de vivienda, no solo produce un efecto multiplicador sobre la economía nacional y es un importante generador de empleos, sino también demanda una gran cantidad de bienes, insumos y servicios asociados a la producción de vivienda y es un elemento fundamental para el crecimiento de las ciudades.

La producción de vivienda incorpora una serie de procesos que van desde la adquisición del suelo, el desarrollo de la infraestructura, los permisos y licencias de construcción, la edificación, la titulación, hasta la comercialización y el financiamiento. Asimismo, incluye la participación de instituciones, gobiernos, profesionistas, productores de insumos y prestadores de servicio (Lozano, 1994).

Estos procesos van acompañados de una serie de regulaciones y normas que se han modificado a lo largo del tiempo, de acuerdo con las necesidades de la población y el avance tecnológico. Sin embargo, la velocidad de la modernidad no siempre va acompañada de la generación de regulaciones y normas que son necesarias para ofrecer una mejor calidad (Montesinos 2001).

Con la presente investigación, se pretende eficientar el proceso constructivo de vivienda a base de muro armado, tomando como caso práctico el fraccionamiento jardines del Grijalva.

En el capítulo II, se presenta una descripción de la evolución de la vivienda a través del tiempo. Se muestran los diferentes sistemas constructivos, así como los materiales que se utilizaban, los cuales dependían, tanto de la materia prima de la región, de las herramientas que poseían y de la mano de obra calificada. Asimismo, se hace referencia a las dependencias encargadas de producción y adquisición de viviendas.

En el capítulo III, se hace referencia a las características del concreto armado, sus especificaciones, las fallas que suelen presentarse en este tipo de estructuras, explicando las posibles causas que las originan. También, se presenta la normatividad que deben cumplir las estructuras que son diseñadas con este material.

En el capítulo IV, se hace una descripción del proceso constructivo de viviendas de muro armado, se detalla y se muestran esquemas que representan cada parte de este.

En el capítulo V, se presenta el caso práctico de verificación de vivienda, en el fraccionamiento jardines del Grijalva, conteniendo este apartado, una descripción de la verificación de viviendas, así como un reporte fotográfico descriptivo de lo observado durante las verificaciones..

Finalmente se realiza el listado de conclusiones y recomendaciones, con la finalidad de marcar las pautas para la eficientación del sistema constructivo a base de muros armados.

Se enlistan las referencias bibliográficas de la investigación.

1.1 JUSTIFICACION

En materia de calidad de vida de la población, las características cualitativas de la habitación y de su entorno, son tanto o más importantes que el hecho de disponer de una vivienda.

El país continúa con una tendencia acelerada hacia la urbanización, y aunque ello ha facilitado relativamente la atención a las necesidades de vivienda, el crecimiento explosivo de las ciudades ha rebasado visiblemente la suficiencia de los recursos acuíferos, el potencial de infraestructura de servicios, la disponibilidad de suelo apto para este fin, la capacidad de las instituciones para garantizar sus condiciones de habitabilidad y ha propiciado con ello el abandono de todo principio de sustentabilidad en el desarrollo habitacional.

Con este trabajo de investigación, se pretende que al efficientar el proceso constructivo de vivienda a base de muro armado, se mejore, por un lado la calidad, y por otro, el costo de adquisición de las mismas. Sobre todo, que el mayor beneficiado, sea quién adquiere la vivienda.

Los resultados obtenidos en esta tesis aportarán las bases para el mejoramiento en la calidad del sistema constructivo de vivienda, a la vez, deja abiertas las líneas de investigación, que permitan trabajar en ciertos aspectos como la normatividad, para los nuevos sistemas constructivos en la edificación de vivienda, con el afán de beneficiar sobre todas las cosas, a los futuros dueños de éstas.

CAPITULO II. EVOLUCION DE LA VIVIENDA

En este capítulo se pretende dar a conocer la evolución de la vivienda a través del tiempo, por lo que realizamos un enfoque a nivel mundial, a nivel nacional, concluyendo con pacto nacional de vivienda.

2.1 La vivienda a través del tiempo en el mundo.

Hace muchos años, se pensaba que los primeros seres humanos eran “cavernícolas”, es decir, que vivían en cavernas, porque carecían de la inteligencia y los conocimientos necesarios para construir casas. Pero hoy en día sabemos que no era así. Aquellos hombres primitivos eran hábiles cazadores, capaces de fabricar armas y herramientas de hueso y piedra, cuyos restos han sido encontrados por los arqueólogos.

Las primeras casas eran simples refugios, construido de cualquier material que hubiera en los alrededores. En las zonas cubiertas de bosques se hacían chozas de troncos y ramas (Fig. 1, pág. 5). Si escaseaban los árboles se utilizaban pieles y huesos de mamut (Fig. 2, pág. 5) u otros animales para hacer tiendas (Laguna, 1995). Más tarde, hace alrededor de 6000 años, los pueblos que habitaban regiones donde el suelo era arcilloso, aprendieron a fabricar ladrillos de barro o adobes que secaban al sol. En los parajes fríos y rocosos, se construían casas de piedra.



Figura 1 Choza ovalada de tierra armada, en el sur de Francia (de hace unos 300,000 años) era de palos y ramas.



Figura 2. Choza de pieles, cosida y tensadas con huesos, construida por cazadores paleolíticos (hace unos 35000-1000 años)

2.2 Egipto y Grecia

En casi todas las sociedades antiguas, las casas más grandes y mejor construidas pertenecían a los ciudadanos más ricos y poderosos. Al principio, probablemente esas viviendas fuesen como las del resto de la población, sólo que de mayor tamaño y mejor construidas. Pero en la época de los antiguos egipcios, hace más de 4,000 años, las casas de los ricos se empezaron a hacer de una manera especial, para que no se pareciesen a las de los trabajadores. Tenían una zona privada de vivienda, separada de las habitaciones de los esclavos, e impresionantes salones para recibir a invitados (Fig. 3).

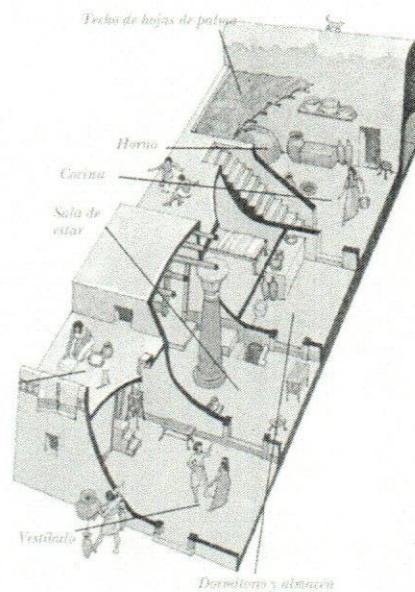


Figura 3. Casa de un escriba egipcio (hacia 1520, a.C.)

Las casas de los ciudadanos acomodados de la antigua Grecia reflejaban las creencias y valores tradicionales. Así, en todas ellas había un altar para adorar a los dioses, una sala donde los hombres se reunían con sus amigos y un espacio reservado exclusivamente para las mujeres y los niños, llamado gineceo; pues los ciudadanos griegos prohibían a las mujeres participar en la vida pública y en cualquier actividad junto a los hombres, aunque fuese en su propia casa (Fig. 4, pág. 7)

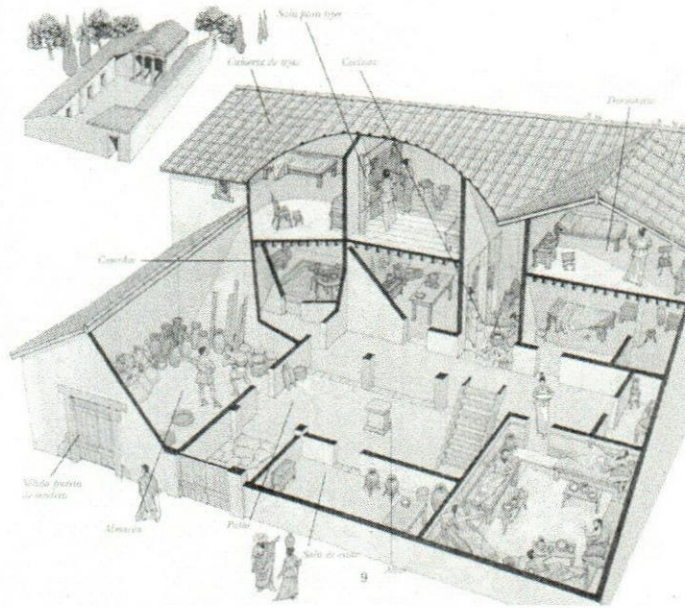


Figura 4. Casa de una familia rica de Atenas alrededor del 400 a. C.

2.3 La Roma Antigua

En su apogeo, alrededor del 100 d. C., Roma era una de las ciudades mayores y más densamente pobladas que se hubiesen visto nunca (Hambin, 1975). Los historiadores calculan que tenía alrededor de 700,000 habitantes.

No había espacio suficiente para levantar amplias casas con patio, como la de los griegos, así que los romanos construyeron los primeros bloques de viviendas, tan comunes ahora en todo el mundo. Se trataba de edificios de cinco o seis pisos, con casas estrechas y mal iluminadas, por lo general sin agua corriente; casi todas eran de alquiler y en ellas vivían las clases populares (Fig. 5, pág. 8).

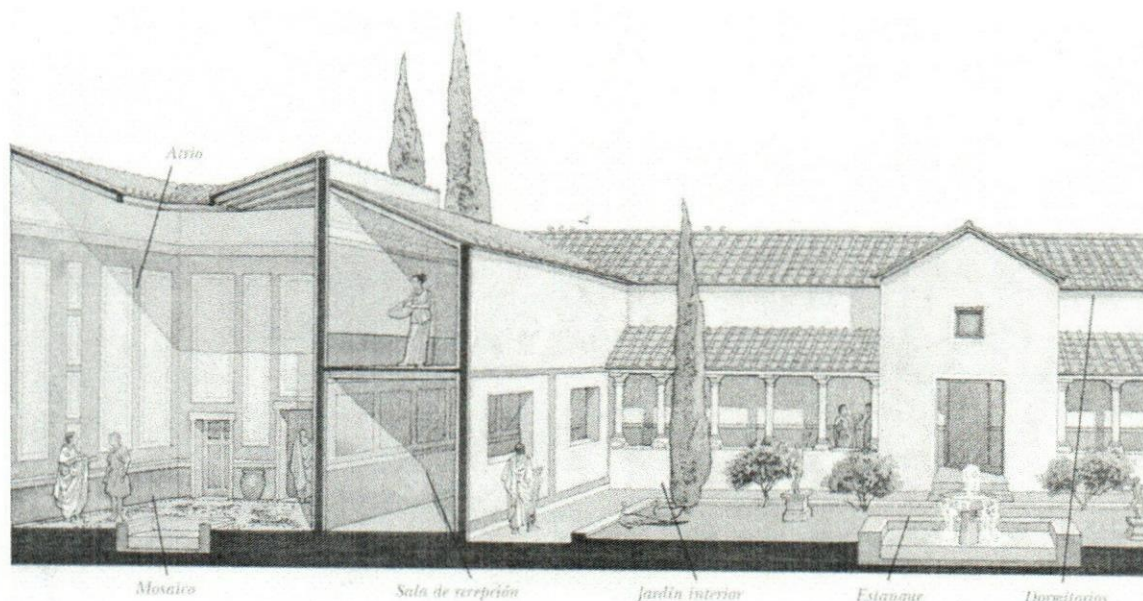


Figura 5. La "casa del atrio de mosaico" en Herculano, Italia, construida en el siglo I d. C.

2.4 La América Precolombina

En los inhóspitos desiertos de Arizona y Nuevo México, en el sudoeste de Estados Unidos, diversas tribus indias levantaron, entre los siglos X y XIV, grandes complejos de viviendas de piedra (Clark, 1994). Los españoles llamaron a estas tribus "indios pueblo", porque sus casas, que formaban un solo bloque, con escaleras y pasillos, parecían un pueblecito. Esta forma de construir poblados reflejaba el sentimiento de solidaridad de esta comunidad.

Otros pueblos precolombinos destacaron también su capacidad para adaptar su arquitectura al medio ambiente, y, entre los siglos XIV y XVIII, desarrollaron notables estilos arquitectónicos en lugares que, por sus características geográficas, planteaban grandes problemas para la construcción de ciudades.

En la cordillera peruana de los Andes, las casas se hacían siempre con piedra labrada, lo que les permitía resistir terremotos capaces de destruir cualquier edificio moderno de ladrillo (Fig. 6, pág. 9).

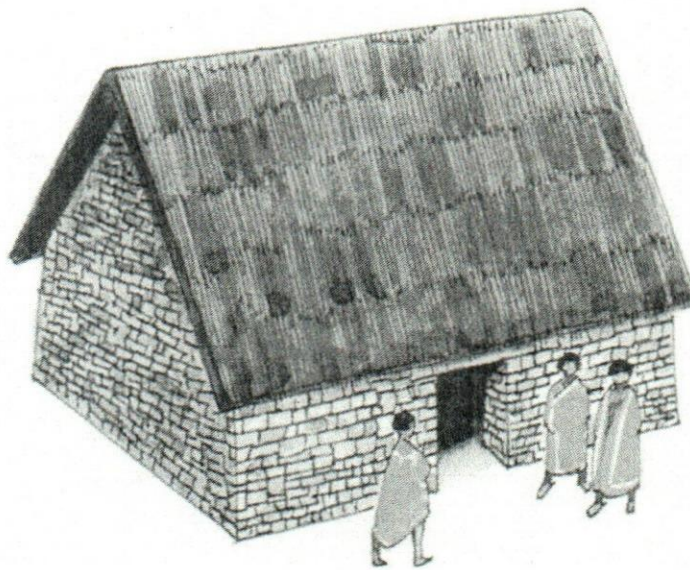


Figura 6. Casa de la Ciudad Inca de Machu Picchu, Perú (hacia 1450). Las piedras de las paredes se labraban a mano para que encajasen perfectamente unas a otras.

En México, los aztecas tenían huertos, llamados chinampas, que ganaban terreno a los lagos, y que habían creado mediante la construcción de islas flotantes, armazones de varas y cañas que rellenaban de tierra fértil (Fig. 7).

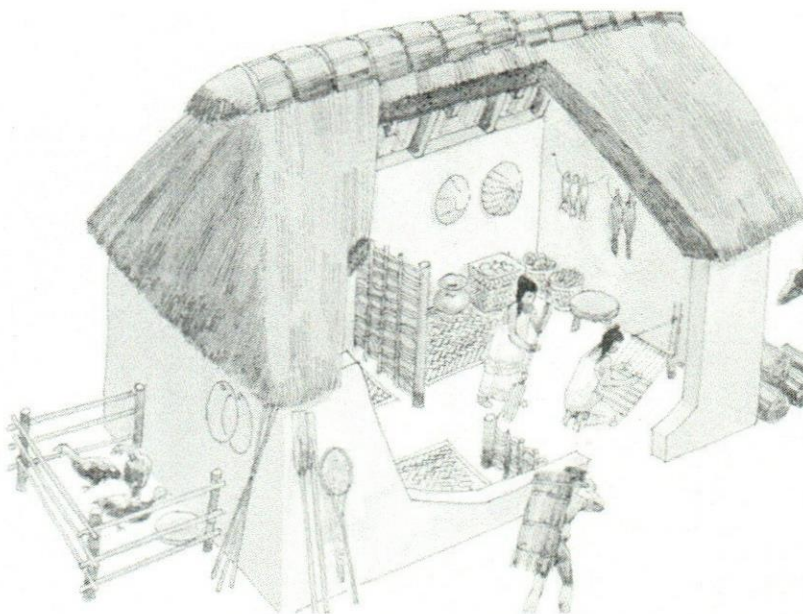


Figura 7. Casa Azteca de México (hacia 1450). Era de adobe, con el techo de cañas. Las paredes estaban encaladas.

2.5 El Renacimiento

En el siglo XV, en muchas ciudades europeas los artesanos y los comerciantes tenían su vivienda encima de la tienda o el taller. Las casas se hacían en forma que sirviera a la vez como vivienda familiar, lugar de trabajo, almacén, tienda.

Durante el Renacimiento, el aumento de la población y el auge comercial llevaron al enriquecimiento de muchas familias de comerciantes. Para hacer gala del éxito de sus negocios y de su riqueza encargaron la construcción de lujosas viviendas en el nuevo estilo renacentista. En Italia y otros países europeos, los ayuntamientos hacían encargos a los más prestigiosos arquitectos del momento para dar prestigio a su ciudad con los nuevos edificios, y atraer a gente con dinero (Fig. 8).

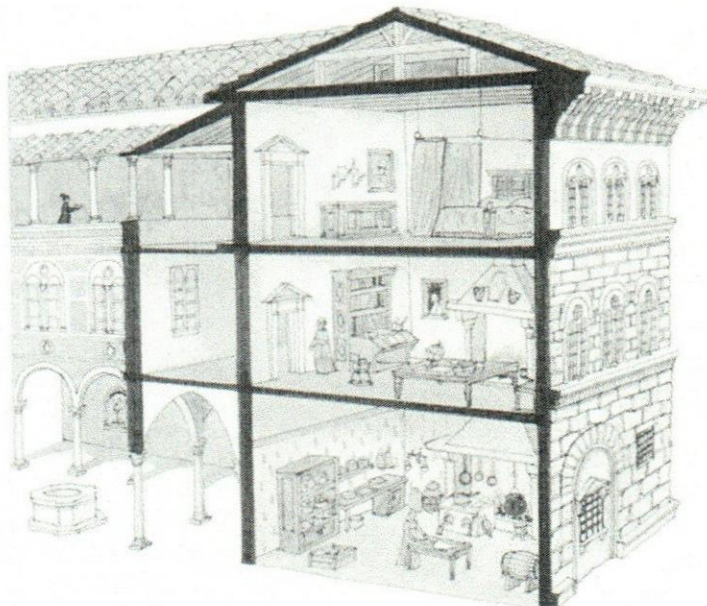


Figura 8. Casa italiana del siglo XV, que tenía también sitio para oficinas, almacén y la tienda.

Las casas tradicionales de las ciudades del norte de Europa tenían una armazón de madera, revestido de argamasa y cubierto por paja.

La utilización del ladrillo empezó a generalizarse en el siglo XVII en las prósperas ciudades del norte de Europa, enriquecidas por la actividad comercial.

Este fue el caso de Amsterdam, que en esta época dominaba el tráfico comercial: a su puerto llegaba mercancía de todas partes del mundo y desde allí se distribuían al norte de Europa. Los ladrillos eran caros, pero permitían levantar estructuras más altas y resistentes. Además, no se destruían en caso de incendio, lo cual era muy importante en los sitios donde las casas estaban muy juntas.

2.6 Japón y China

Toda comunidad, del pasado o del presente, tiene un lenguaje arquitectónico secreto, que sus miembros comprenden bien, pero que resulta enigmático para los extranjeros. Los edificios tradicionales japoneses son un buen ejemplo de ello. En el siglo XVII, pocos señores feudales japoneses ocupaban ya los magníficos castillos de madera y argamasa construidos en el estilo tradicional; se habían trasladado a vivir, junto con su familia y su guardia, en sólidas casas de piedra levantadas cerca de los castillos.

En China, el grupo social más importante era la familia, y este hecho se reflejaba en las casas, que tenían que ser lo suficientemente grandes para alojar a todos sus miembros: los padres, los hijos casados y sus esposas, los nietos y bisnietos. También había en ellas un espacio reservado para el altar de los espíritus de los antepasados.

2.7 Siglo XIX

A finales del siglo XIX, políticos y arquitectos intentaron buscar soluciones para mejorar la calidad de vida en las ciudades: se perfeccionaron los sistemas de suministro y evacuación de aguas; se separaron las zonas industriales de las residenciales.

En Europa, los arquitectos intentaron resolver de distintas formas el problema de falta de espacios. En unos casos, se limitaron a aumentar la altura de las casas tradicionales, aunque, por razones técnicas, estos edificios tenían alrededor de seis pisos como máximo. Algunos arquitectos utilizaron una caprichosa e imaginativa decoración para hacer que un bloque de pisos ocupado

por muchos vecinos pareciese atractivo y acogedor. Al mismo tiempo, experimentaron con nuevos materiales (cemento, acero) y con nuevos métodos de construcción, como los módulos prefabricados.

2.8 Siglo XX

En muchos países, tener una vivienda digna, es decir, que sea segura y que este bien aislada del frío y calor, se considera como uno de los derechos humanos fundamentales. La vivienda es cara. La mayoría de la gente no tiene medios suficientes para construirse o comprar una casa.

2.9 La vivienda en México

Hasta 1970, el crecimiento del número de viviendas en el país fue menos que el de la población, en cambio, a partir de ese año, la tendencia cambio y el aumento de las viviendas fue mayor que el de los habitantes (Schteingart y Solís, 1995). En la última década, mientras la tasa de crecimiento promedio anual de la población bajo considerablemente, la de la vivienda se mantuvo más o menos constante con respecto al período 1970-1990.

En lo que se refiere al tamaño de las viviendas, medido a partir del número de cuartos, podemos comprobar que las viviendas de un cuarto, que representaban casi el 54% del total en 1970, pasan a tener un peso de sólo 23% en el 2000, en cambio aquellas de tres y cuatro cuartos, que representaban sólo el 17% en la primera fecha, alcanzan el 38% en el 2000. Esto es en consecuencia, por un lado, del proceso de urbanización del país (ya que las viviendas de un cuarto son mucho más frecuentes en zonas rurales) y, por otro, del desarrollo de programas de vivienda por parte del Estado, que se incrementaron sobre todo a partir de los años setenta, pero que de alguna manera continuaron también en los noventa.

La forma de "ocupación de las viviendas", medida tanto por el número de personas por cuarto como por la cantidad de habitantes por vivienda, muestra que se ha dado una reducción del llamado índice de hacinamiento, que paso de 2.57

en 1970 (año en el que México figuraba en el grupo de países latinoamericanos con más alto nivel de hacinamiento habitacional) a 1.56 en el 2000. Esta situación se puede explicar por la reducción del tamaño de los hogares, reflejado en el indicador de personas por vivienda, que pasó de 5.80 a 4.40 entre los años mencionados, pero también por el crecimiento de las viviendas con mayor número de cuartos.

Los censos hacen referencia a los “materiales predominantes en paredes, techos y pisos”, ellos permiten evaluar si las viviendas son sólidas o precarias, o si en ellas se presentan condiciones higiénicas mínimas o de protección necesarias para las familias. Según datos del censo se puede apreciar un aumento en el peso de las viviendas con paredes de materiales sólidos (tabique, ladrillo, block o piedra) que pasaron de 44% en 1970 a más de 78% del total en el 2000, con tasas de crecimiento promedio anual bastante más altas que las de las viviendas en general. La misma tendencia se presenta para las viviendas con techos de concreto y para las que tienen piso de cemento firme.

En cuanto a las viviendas con techos de buena calidad, aunque el descenso en su tasa de crecimiento es menor en los años noventa, no hay que olvidar que todavía subsiste un 19% de viviendas con techos de asbesto (aunque su peso ha bajado un 10% en esos años), que constituyen una situación de riesgo para las familias implicadas, razón por la cual en países desarrollados se ha prohibido la utilización de ese material en espacios habitables (Schteingart y Solís, 1995).

En lo que se refiere a los servicios, se ha tomado en cuenta la presencia del agua dentro de la vivienda y el drenaje, la electricidad y uso del gas como combustible para cocinar (Schteingart, 1995). Las proporciones de vivienda con agua dentro de las mismas, son relativamente bajas, habiendo pasado del 38% del total en 1970 a casi 59% en el 2000, y además ellas son menores que los porcentajes de viviendas con drenaje.

En lo que se refiere a la “tenencia de la vivienda” el aumento del peso de aquellas en propiedad resulta claro entre 1970 y 1990, pero se estanca en la última década (Gómez, 1996).

Al firmarse el pacto nacional de la vivienda, el presidente de México, Felipe Calderón Hinojosa, dijo “Sé que la crisis internacional tuvo origen en el sector inmobiliario de Estados Unidos en cierta parte, (en tanto) aquí el sector de vivienda será una parte crucial para superar el impacto de la crisis en nuestro país”, externó.

Como un ejemplo al mundo, México cuenta con sólidas insituciones que han hecho al mundo un ejemplo del manejo del financiamineto de vivienda popular en México como son: INFONAVIT, SHF, FOVISSTE y las Instituciones Financieras (De Olloqui, 1992).

Se definieron tres objetivos:

1. Lograr la meta de 6 millones de créditos hipotecarios durante este sexenio
2. Que el precio de la vivienda popular se conserve y sus incrementos sean realmente mínimos.
3. El gobierno dará apoyo a las familias de menos ingresos (mediante el programa “Esta es tu Casa”; CONAVI y CONHAPO canalizarán más de 7 mil 400 mdp para promover la vivienda entre las familias de menores ingresos.

Dan el respaldo a este acuerdo por parte del presidente de México las Secretarías de Energía, Economía y Medio Ambiente, el INFONAVIT, CONAVI, SHF, FOVISSTE, FONHAPO, ABM, AHM, AMFE, NAFIN, CONAGO, las cámaras de Diputados y Senadores, las principales desarrolladoras de vivienda, así como los principales productores de Cemento, Acero y Varilla en el país.

A continuación se mencionan los principales desarrolladores de vivienda:ARA

Fue fundada en 1977 por los ingenieros Luis Felipe y Germán Ahumada Russek y once años después, en 1988, se constituyó como una sociedad anónima de capital. En la actualidad, la empresa cuenta con una sólida integración vertical y está organizada como una sociedad controladora de sus subsidiarias.

GEO

La desarrolladora de vivienda líder en México y Latinoamérica, desde su fundación en 1973 y hasta estos días ha desarrollado conjuntos habitacionales integrales con equipamiento urbano completo, conformados en su mayoría por escuelas, áreas deportivas, centros comerciales y de salud, para brindar a sus clientes un producto humano, estético, de alta calidad y sobre todo con plusvalía y calidad de vida. Más de un millón 500 mil mexicanos viven en Casas Geo. Durante su trayectoria, Geo ha desarrollado y comercializado más de 350 mil viviendas, por lo que actualmente más de un millón 500 mil mexicanos viven en casas Geo, es decir más de uno por ciento de la población nacional. Corporación Geo, es la empresa de vivienda más diversificada en México, tiene presencia en más de 27 ciudades distribuidas en 15 estados de la República. Anualmente vende más de 40 mil casas, atendiendo todos los segmentos desde el económico hasta el residencial. La empresa está involucrada en todos los aspectos de diseño, desarrollo, construcción, mercadotecnia y comercialización, con lo cual genera más de 5 mil empleos en nómina y 30 mil empleos eventuales de obra. Corporación Geo fue la primera empresa pública de vivienda en Latinoamérica y comenzó a formar parte del selecto grupo de las 36 emisoras dentro del índice de Precios y Cotizaciones de la Bolsa Mexicana de Valores desde hace más de 12 años.

HOGAR

Es una empresa desarrolladora y promotora de negocios inmobiliarios con experiencia de más de 13 años en el sector. Tiene como objetivo generar para sus clientes alternativas de inversión inmobiliaria altamente competitivas. Hogar opera en los estados de Jalisco, Nuevo León, Puebla, Sinaloa y Nayarit.

HOMEX

Es una compañía verticalmente integrada desarrolladora de vivienda en México, enfocada en vivienda de interés social y vivienda media. Se ha convertido en el desarrollador de vivienda de más rápido crecimiento en México en los últimos dos años, en base al porcentaje anual de incremento en el número de hogares vendidos, ingresos y utilidad de operación. Homex es uno de los desarrolladores más diversificados geográficamente en el país. Fundada en Culiacán, Sinaloa, en 1989. Homex continúa expandiendo sus operaciones en México, gracias a su uso efectivo de tecnología de punta. ZN México y Equity International Partners se convirtieron en accionistas de la compañía en 1999 y 2002, respectivamente.

CASAS PREMIN

Fue constituida en el mes de diciembre de 1994, teniendo como objetivo principal la promotoría, el desarrollo y la construcción de viviendas. Desde su inicio, la empresa ha promovido y construido más de 3,000 viviendas de interés social, interés medio y residencial, en diferentes desarrolladores habitacionales. La sede de la empresa es la Ciudad de Oaxaca de Juárez, por lo que la mayoría de los conjuntos habitacionales se han llevado a cabo en el Estado de Oaxaca, teniendo también promociones importantes en los estados de Querétaro y Quintana Roo. En el 2006, Premín abre una nueva plaza en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Premín arranca en Tuxtla, con el que será su proyecto individual más grande, ya que cosnta de 3,480 viviendas. Un proyecto de esta magnitud, le permitirá sin duda la continuidad de operaciones en esta nueva plaza.

CAPITULO III. CONCRETO

Es el material artificial utilizado en construcción y que se obtiene de una mezcla de Cemento Pórtland, agua y agregados inertes, unos refinados como la arena, y otros de mayores proporciones como la grava, así como una pequeña cantidad de aire (García, 2005).

Algunas características del concreto son: su alta resistencia, su costo relativamente bajo y su larga duración. Cuando se ahoga en el concreto una estructura metálica, de tal modo que ambos materiales concreto-acero, actúen juntos para resistir esfuerzos, recibe el nombre de CONCRETO ARMADO. La función principal del concreto es resistir los esfuerzos de compresión, y la función del acero de refuerzo es proporcionar la resistencia necesaria, cuando la estructura tiene que soportar esfuerzos de tensión, cortante o fuerzas longitudinales (Gómez, 1990).

3.1 Historia

El concreto se ha empleado como material estructural desde tiempos remotos. Por ejemplo, en Roma se hacía excelente cemento, combinado con tritús volcánico con cal apagada.

El arte de mezclar y vaciar el concreto en la obra en las épocas antiguas de egipcios y romanos, es el mismo que se utiliza actualmente: vaciando la mezcla en cimbras de madera.

En Inglaterra, en 1756, John Smeaton, descubre un cemento que fragúa bajo la acción del agua. En 1842, Joseph Aspdén, inglés, registra la primera patente para la fabricación de un cemento hecho de una mezcla calcinada de caliza y arcilla en ciertas proporciones. Una vez fraguado este producto, tiene el aspecto de una piedra caliza que se explotaba en unas canteras situadas cerca de Pórtland, en la costa sur de Inglaterra, de donde el producto recibió el nombre de

Cemento Pórtland. En estados Unidos se fabricó por primera vez el Cemento Pórtland en Coplay, Pensylvania en el año de 1875.

Los romanos fueron probablemente los primeros en emplear el Concreto Reforzado, pero de una manera rudimentaria.

Después de la invención del Cemento Pórtland, no hay datos de que el concreto Reforzado haya empezado a usarse hasta mediados del siglo XIX. En París, Francois Coinet solicita patente para aplicarlo.

A finales de ese siglo, se empieza a aplicar en la construcción de edificios y estructuras de ingeniería, y su empleo se generalizo en los siguientes 20 años para la construcción de puentes. La primera construcción con Concreto Reforzado en los Estados Unidos fue hecha por W. E. Ward en 1875.

En la última década del siglo XIX, se funda la ASTM (American Society for Testing and Materials) en West Conshohocken, Pennsylvania, USA, institución que se dedica a la investigación mediante pruebas, de los materiales que se utilizan en la construcción y específicamente reglamenta los materiales usados en la fabricación de concreto reforzado. Posteriormente, en el año de 1904 se funda el American Concrete Institute, con sede en Farmington Hills, Michigan, USA, institución que se dedica a normar, para utilizar de mejor forma el concreto reforzado (García, 2005).

En el transcurso de los últimos años, el empleo del Concreto Reforzado en edificios industriales y comerciales, se ha complementado con la construcción de viviendas y edificios públicos.

3.2 Dosificación

Implica establecer las proporciones apropiadas de los materiales que componen al concreto, a fin de obtener la resistencia y durabilidad requeridas, o bien, para obtener un acabado o pegado correctos (Cartas, 1993).

La dosificación debe basarse en múltiples factores tales como:

1. Los elementos en que se va a vaciar
2. Las condiciones ambientales que deberán soportar
3. Procedimiento de mezclado
4. Colocación
5. Curado

Todos los métodos de dosificación destacan la importancia de la relación entre las proporciones de agua y cemento. Ambos materiales forman una pasta que, al endurecer, actúa como aglomerante, manteniendo unidos los granos de los agregados. Mientras mayor sea la dosis de agua el concreto será más trabajable, sin embargo esto disminuye su resistencia y durabilidad.

Una mezcla trabajable es aquella que puede colocarse sin dificultad con los métodos de compactación disponibles permite obtener concretos densos. Al mismo tiempo la mezcla debe tener suficiente mortero para envolver completamente la piedra y las armaduras y obtener superficies lisas sin porosidades ni nidos de piedra. En otras palabras, debe llenar completamente los huecos entre las piedras y asegurar una mezcla plástica y uniforme. Una mezcla trabajable para un tipo de elemento puede ser muy dura para otro.

En esta tabla se muestra las porciones de materiales necesarios para preparar concreto resistente.

RESISTENCIA	CEMENTO (KILOGRAMOS)	ARENA (BOTES)	GRAVA (BOTES)	AGUA (BOTES)	VOLUMEN (LITROS)
100 Kg/cm ²	50 kg	6	8	2	180 L
150 Kg/cm ²	50 kg	5.25	7.5	1.75	165 L
200 Kg/cm ²	50 kg	4.5	6	1.5	145 L
250 Kg/cm ²	50 kg	3.75	5.5	1.25	130 L
300 Kg/cm ²	50 kg	3	4.75	1	112 L

Tabla 1. Dosificación del Concreto de acuerdo a la resistencia.

3.3 Transportación del Concreto

Desde la mezcladora hasta su colocación en obra, puede hacerse por múltiples procedimientos, ente los que pueden citarse las carretillas, cubetas, camiones, por canaletas, por cintas transportadoras y por impulsión.

Pero cualquiera que sea la forma de transporte, es necesario que cumpla con las tres condiciones siguientes (García, 2005):

1. No debe transcurrir mucho tiempo entre el mezclado y la puesta en obra del concreto. Generalmente, dicho intervalo no será superior a una hora cuando se emplean cementos Pórtland corrientes, si bien puede aumentarse cuando se adopten medidas que impiden la evaporación del agua. Nunca se empleará un concreto que haya comenzado a fraguar.
2. Durante el transporte no deben segregarse los agregados gruesos, pues el concreto perdería su homogeneidad. Las vibraciones y choques pueden favorecer la segregación, así como una cantidad excesiva de agua de amasado, cuando el concreto se vierta en obra desde alturas superiores a dos metros, convendrá tomar precauciones especiales para evitar la disgregación de la masa, especialmente en elementos de pequeñas dimensiones.
3. Debe evitarse que el concreto se seque durante el transporte.

3.4 Consolidación del Concreto

Es el proceso de compactación del concreto fresco, para moldearlo dentro de las cimbras (encofrados) y alrededor de los artículos insertos y del refuerzo, y para eliminar la concentración de piedras, agujeros y aire atrapado. En el concreto con aire incluido, la consolidación no debe remover cantidades significativas de aire intencionalmente incluidos (Fig. 9, pág. 21)

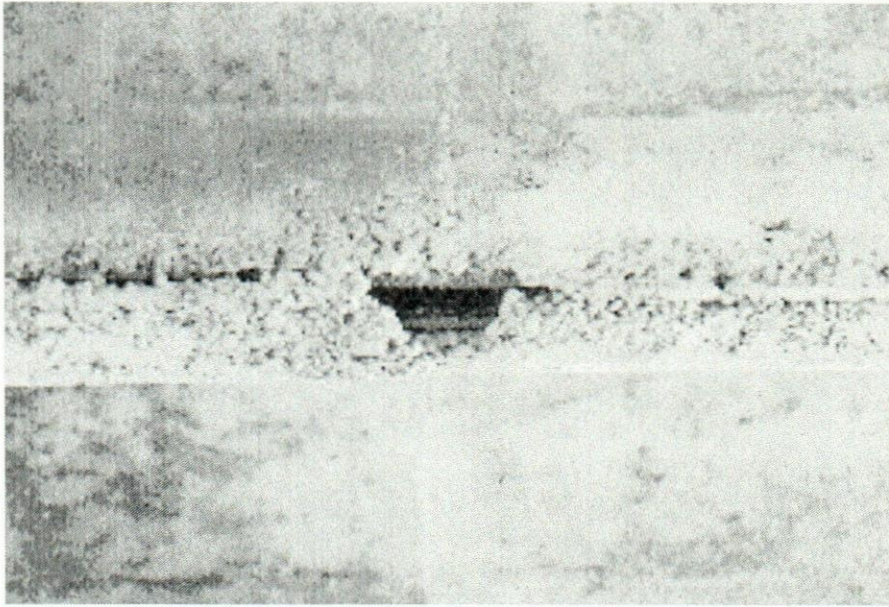


Figura 9. Agujero y concentración de piedras son el resultado de la consolidación inadecuada.

La consolidación se realiza a través de métodos manuales o mecánicos. El método escogido depende de la consistencia de la mezcla y de las condiciones de colocación, tales como la complejidad de las cimbras y la cantidad y espaciamiento del refuerzo. Normalmente, los métodos mecánicos que usan vibración interna o externa son los métodos preferidos de consolidación.

Las mezclas trabajables y fluidas se pueden consolidar con varillado manual, es decir, insertando repetidamente en el concreto una varilla u otra herramienta adecuada. La varilla debe ser suficientemente larga para alcanzar el fondo de la cimbra o de la capa, y suficientemente delgada para pasar fácilmente entre el refuerzo y las cimbras. El concreto con bajo revenimiento se puede volver concreto fluido, para facilitar la consolidación, a través del uso de superplastificantes, sin la adición de agua en la mezcla de concreto.

La consolidación mecánica adecuada posibilita la colocación de mezclas poco fluidas, con baja relación agua-material cementante y alto contenido de agregado grueso, características normalmente asociadas a concretos de alta calidad, aún en elementos altamente reforzados (Fig. 10, pág. 22).

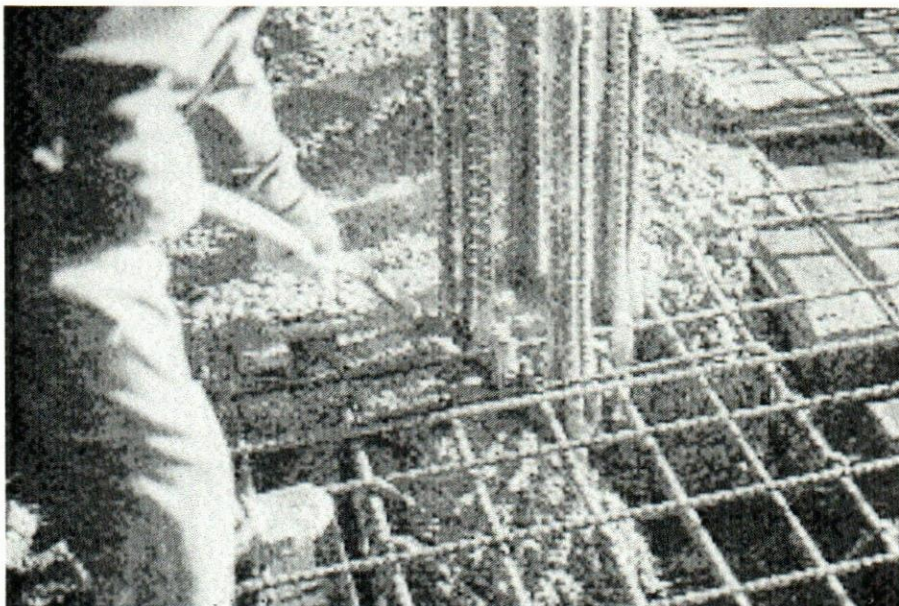


Figura 10. La vibración adecuada permite la colocación de mezclas de concreto con poca fluidez, aunque sea en miembros densamente reforzados.

3.5 Vibración

La vibración, interna o externa, es el método más utilizado para la consolidación del concreto. Cuando se vibra el concreto, la fricción interna entre las partículas de agregados se destruye temporalmente y el concreto se comporta como un líquido. El concreto se fragua en las cimbras (encofrados) bajo la acción de la gravedad y los vacíos grandes de aire atrapado suben hacia la superficie más fácilmente. La fricción interna se reestablece cuando la vibración se interrumpe.

a) Vibración Interna

Los vibradores internos de inmersión se usan normalmente para consolidar el concreto de muros, columnas, vigas y losas. Los vibradores de eje flexible consisten en una cabeza vibratoria conectada a un motor por medio de tal eje. Dentro de la cabeza, un peso desbalanceado conectado al eje gira a alta velocidad, haciendo que el peso gire en una órbita circular. El motor se puede impulsar por electricidad, gasolina o aire. La cabeza vibratoria es normalmente cilíndrica con un diámetro que varía de 20 a 180 mm (Fig. 11, pág. 23).

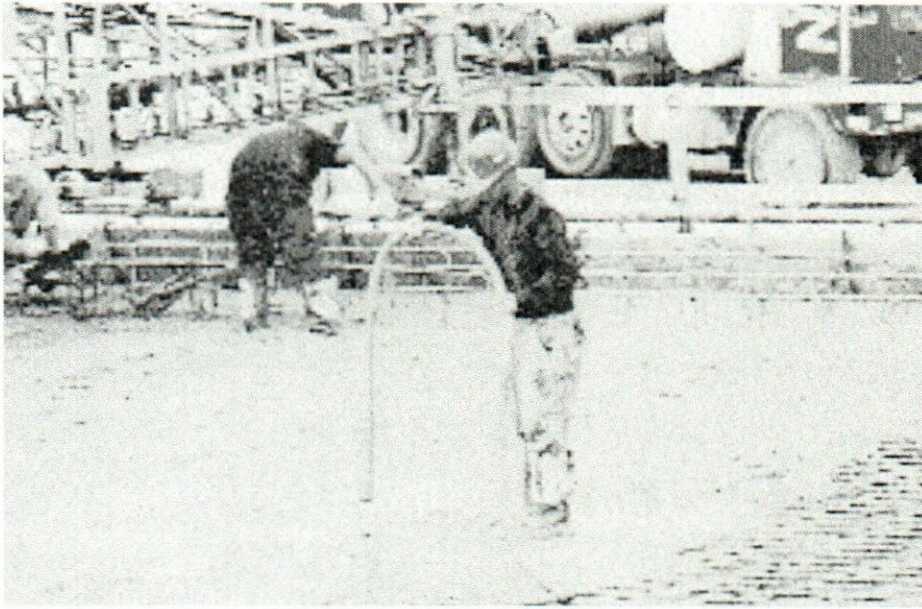


Figura 11. Los vibradores internos se usan normalmente para consolidar el concreto en muros, columnas, vigas y losa.

b) Vibración Externa.

Consiste en vibradores de cimbras (encofrados), mesas vibratorias o vibradores de superficie, tales como las plantillas vibratorias, vibradores de placa, plantillas de rodillos vibratorios o llanas manuales vibratorias. Los vibradores de cimbras, diseñados para que se fijen con seguridad en la parte de fuera de la cimbra, son especialmente útiles: (1) para consolidar concreto en miembros que son muy delgados o congestionados con refuerzo, (2) para suplementar la vibración interna y (3) para mezclas rígidas, cuando los vibradores internos no se pueden utilizar. Generalmente la fijación de un vibrador de cimbra directamente a la cimbra no es una práctica satisfactoria. Tal vez se deba fijar el vibrador en una placa de acero, la cual se sujeta a un viga I de acero o a canales que pasan a través de los atiesadores de la cimbra en tramos continuos. Las fijaciones sueltas pueden resultar pérdidas de energía de vibración considerables y en consolidación inadecuada.

Los vibradores, como las mesas vibratorias, se usan en plantas de elementos prefabricados (premoldeados, precolados). Deben estar equipados con controles

para que se pueda variar la frecuencia y la amplitud, de acuerdo con el tamaño del elemento a colocar y de la consistencia del concreto. Las mezclas más rígidas requieren frecuencias más bajas (menor de 6000 vpm) y amplitudes mayores (mayor que 0.13 mm) que las mezclas más trabajables. El aumento de la frecuencia y la disminución de la amplitud a medida que la vibración progresa, mejorarán la consolidación.

Los vibradores de superficie, como las plantillas vibratorias, se usan para consolidar concretos en pisos y superficies planas. La plantilla vibratoria provee un control eficiente de las operaciones de nivelación y ahorran una gran cantidad de trabajo (Fig. 12).

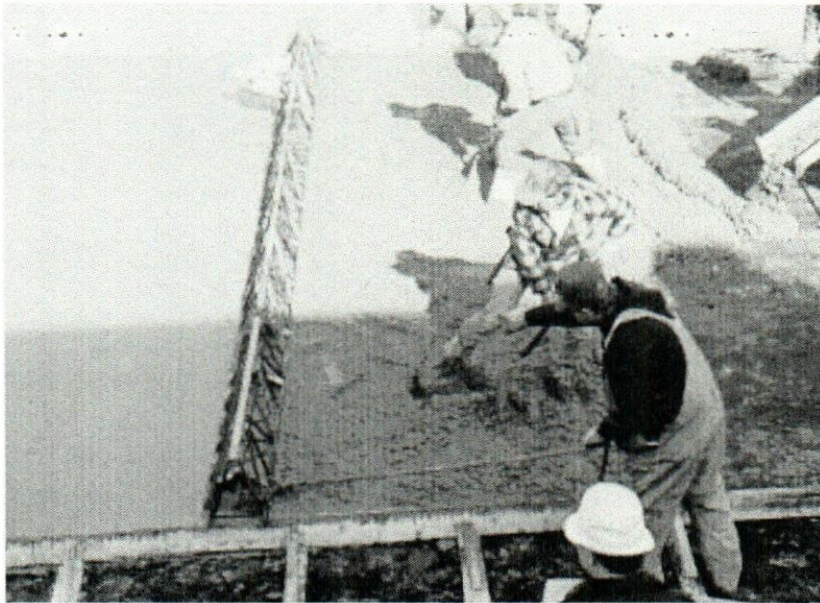


Figura 12. Las reglas (plantillas) vibratorias, tales como la unidad de armadura, reducen consolidan el concreto.el trabajo de nivelación mientras que

Cuando se utiliza este tipo de equipo, el concreto no debe tener revestimiento (asentamiento) mayor que 75 mm (3 pulg). En concretos con este revestimiento, se debe tener cuidado, pues la vibración de la superficie de este tipo de concreto resulta en acumulación excesiva de mortero y material fino sobre la superficie, reduciendo la resistencia al desgaste. Por la misma razón, los vibradores de superficie no se deben operar después que se haya consolidado el concreto adecuadamente.

3.6 Curado del Concreto

Es la mantención de la temperatura y del contenido de humedad satisfactorios, por un período de tiempo que empieza inmediatamente después de la colocación (colado) y del acabo, para que se pueda desarrollar las propiedades deseadas en el concreto (Carrier, 1995). Siempre se debe enfatizar la necesidad de curado pues tiene una fuerte influencia sobre las propiedades del concreto endurecido, o sea, el curado adecuado hace que el concreto tenga mayor durabilidad, resistencia, impermeabilidad, resistencia a la abrasión, estabilidad dimensional, resistencia a congelación-deshielo y a descongelantes. Las losas expuestas son especialmente sensibles al curado, pues se puede reducir significativamente el desarrollo de la resistencia mecánica y la resistencia a la congelación-deshielo en su superficie, cuando el curado no es el apropiado (Fig. 13).



Figura 13. El curado debe empezar en cuanto el concreto se endurezca suficientemente para prevenir la erosión de la superficie. El yute (arpillera, estopa) rociada con agua es un método efectivo para el curado húmedo.

Cuando el cemento Pórtland se mezcla con el agua, empieza una reacción química, llamada de hidratación. El grado de hidratación (extensión hasta la cual la reacción se completo) tiene influencia sobre la resistencia y la durabilidad del concreto. El concreto recién mezclado normalmente contiene más agua que la

requerida para la hidratación del cemento, sin embargo la pérdida excesiva de agua por evaporación puede disminuir o prevenir la hidratación adecuada. La superficie es particularmente susceptible a la hidratación insuficiente porque se seca primero. Si la temperatura es favorable, la hidratación es relativamente rápida en los primeros días después de la colocación del concreto. Por lo tanto, es importante que se retenga agua en el concreto durante este período, o sea, se debe evitar la evaporación o reducirla considerablemente.

Durante el proceso de fraguado y primeros días de endurecimiento del concreto es necesario impedir la pérdida de agua necesaria, tanto para la hidratación del cemento, como para que dicho endurecimiento se lleve a cabo de manera uniforme, en caso contrario pueden originarse tensiones internas capaces de fisurar el concreto. Para evitarse lo anterior, pueden cubrirse las superficies del concreto con sacos de yute o las bolsas de los sacos de cemento, que se mantendrán mojadas. Es frecuente sustituir este método por el regado con agua. El agua empleada en el curado no debe contener sustancias nocivas. El período de curado mínimo debe ser de siete días. Últimamente se están empleando procedimientos especiales de curado, mediante la impermeabilización de la superficie del concreto, que impiden la evaporación de agua, para lo que se emplean distintos tipos de recubrimiento a base de aceites, resinas y plásticos. Otro método empleado es el de curado al vapor, que se utiliza sobre todo en elementos estructurales prefabricados, pues acelera considerablemente el endurecimiento del concreto, y cuya temperatura está comprendida entre 55° y 75° centígrados. La velocidad de calentamiento debe ser inferior al 20% por hora. Durante los primeros días de endurecimiento del concreto, aparte de someterlo a un curado adecuado, conviene evitar todas las causas externas que puedan agrietarlo, tales como vibraciones y sobrecargas.

El período de curado mínimo del concreto debe ser de siete días y el período normal de curado es de 28 días. El concreto una vez colado, debe conservarse a una temperatura mayor a 10°C y húmedo por lo menos durante los primeros siete días, después del colado, exceptuando el concreto de rápido

endurecimiento, el que debe mantenerse húmedo por lo menos tres días (García, 2005)

3.7 Fisuras en el Concreto

Las fisuras en elementos de concreto es de recurrencia diaria y no existe obra realizada en concreto que no presente esta patología, lo importante es saberlas reconocer, prevenir su aparición, saber cómo resanarlas cuando se presenten y en algunos casos inducir las para que aparezcan antes de realizar los acabados (Zambrano, 2006).

Por naturaleza el concreto es un material muy competente para compresión, pero de poca resistencia a la tensión. Es inevitable, en consecuencia, que se produzca fisuración en elementos de concreto, ya que esta ocurre cuando su resistencia no es suficiente para soportar los esfuerzos de tensión generados por diversas causas, que pueden ser sollicitaciones externas o cambios volumétricos (Escobar, 1997).

La principal causa de las fisuras es la variación del volumen de concreto durante el proceso de secado que al no poderse dar libremente, pues existen restricciones al movimiento, generan esfuerzos de tracción. Las causas de la variación de volumen son varias. La principal es la contracción en el fraguado, que es la disminución de volumen del elemento de concreto debido a pérdida de agua durante el proceso de endurecimiento. Hay mucha investigación sobre este fenómeno y se ha encontrado que la magnitud del cambio volumétrico es influida por factores como el diseño de mezcla (relación agua, cemento, tamaño de agregados y otros), la relación volumen/superficie del elemento, el curado, etc.

La variación del volumen no se puede dar libremente por la existencia de restricciones al movimiento generadas por la presencia de armadura de acero y la conexión a elementos de concreto endurecido, como la losa de teso, la

cimentación y paredes transversales. Como ya se indicó, al estar restringido el movimiento generado por los cambios volumétricos se producen esfuerzos de tracción que al sobrepasar la resistencia del concreto producen fisuras. Además, la mayor parte del cambio volumétrico, debido a los referidos fenómenos, se da en etapas tempranas donde el concreto no ha alcanzado aún su máxima resistencia a la tracción (San Bartolomé, 2004).

Se presentan imágenes de fisuraciones y anomalías en el concreto explicando brevemente las posibles causas que lo originaron (Fig. 14).



Figura 14. Fisuras por contracción de secado.

Al secar el concreto trata de contraerse, pero, al encontrarse restringido en sus bordes, se generan tracciones que originan fisuras, principalmente en zonas débiles, por ejemplo, donde existen tuberías. Estas fisuras, si no son selladas, pueden ocasionar corrosión en el acero de refuerzo.

Entre las causas que incrementan la contracción por secado, se pueden enumerar las siguientes: (1) excesiva cantidad de polvo en los agregados (Fig. 15, pág. 29), (2) Excesiva cantidad de agua o de cemento en la mezcla, y, (3) técnica

inadecuada de curado, antes los encofrados se retiraban a los siete días, ahora se retiran al día siguiente del vaciado y se usan aditivos químicos en los muros.



Figura 15. Polvo en exceso en los agregados.

Cuando se hace una junta de construcción, se debe escarificar el elemento donde se realizará la unión, se debe limpiar completamente, sin embargo en la práctica constructiva rara vez se aplican estas recomendaciones (Fig. 16)

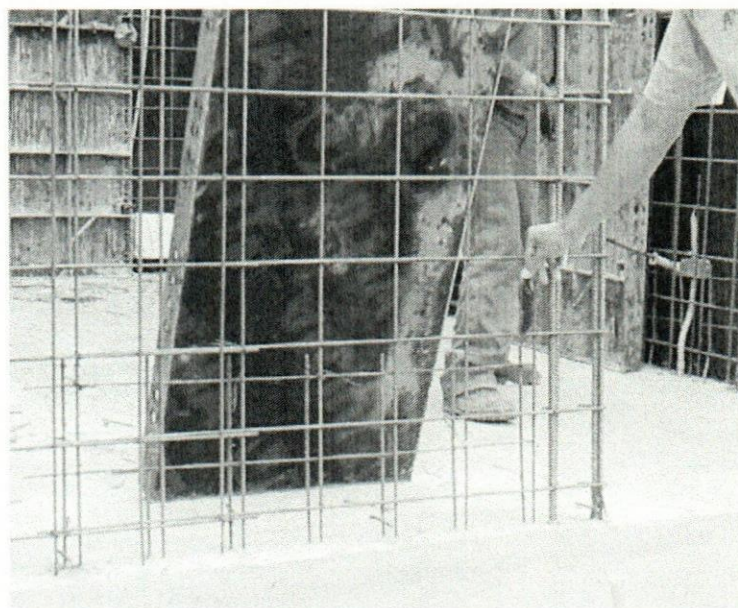


Figura 16. Junta de Construcción Lisa.

La segregación (Fig. 17) de concreto en la base de los muros suele presentarse cuando la altura de vaciado es superior a 1.20 m, o bien, cuando hay filtración de lechada en los encofrados no herméticos (Fig. 18).

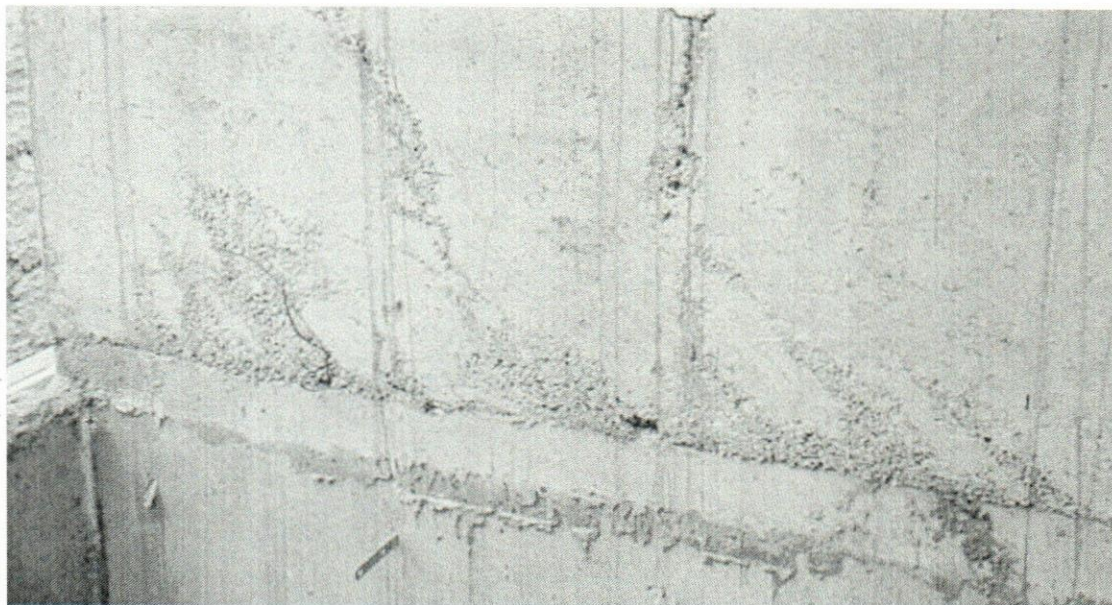


Figura 17. Segregación en la base de los muros.

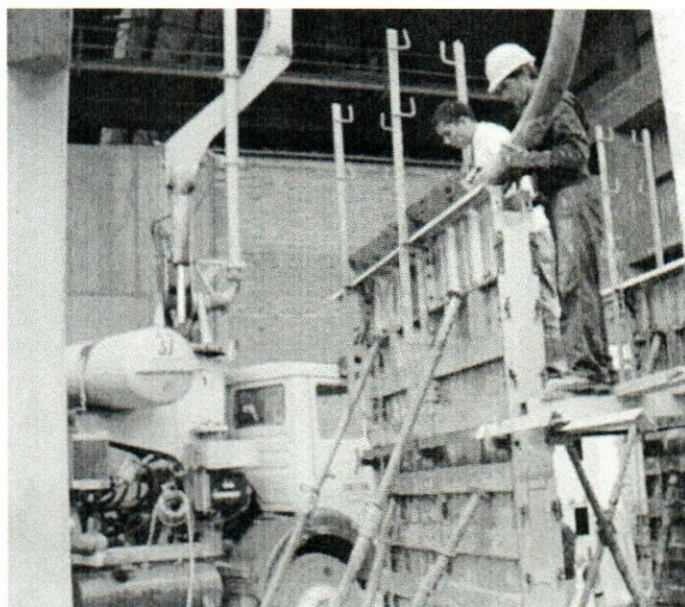


Figura 18. Altura de vaciado mayor a 1.20 m

En algunas ocasiones, cuando se realiza el colado en muros, parte de este concreto se deposita de manera accidental en la cimbra de las losas, y muchas veces no se realiza la limpieza de este concreto, por lo que al colarse la losa con su respectivo concreto, se forman unas manchas al fraguar como se muestra en la figura 19.

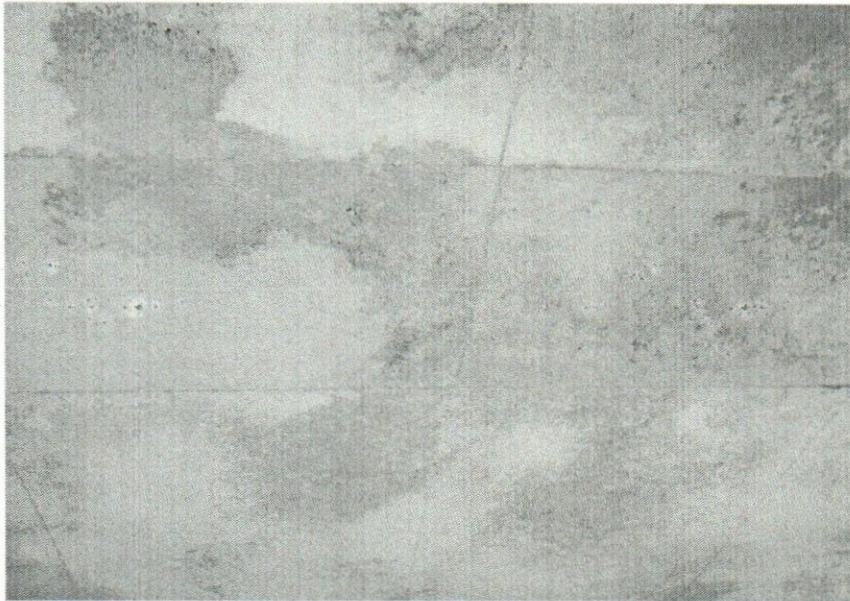


Figura 19. Manchas en losas, las más oscuras es concreto para muro que durante el vaciado ocasionalmente es depositado en la losa.

Las fisuras y agrietamientos en el concreto se pueden presentar por diferentes circunstancias, como son: (1) Agrietamiento ocasionado por retiro prematuro del apuntalamiento central (Fig. 20, pág. 32), (2) Segregación por exceso de aditivo (Fig. 21, pág. 32), (3) Fisuras originadas por el movimiento de la cimbra (Fig. 22, pág. 33), cuando el concreto presenta un retardo en el fraguado, (4) Fisuras de contracción plástica (Fig. 23, pág. 33), las cuales se originan por falta de curado, o por colado en horas con demasiado sol o viento, (5) Fisuras perimetrales en unión losa-muro (Fig. 24, pág. 34), ocasionado por una compactación deficiente.



Figura 20. Agrietamiento por retiro prematuro del apuntalamiento central

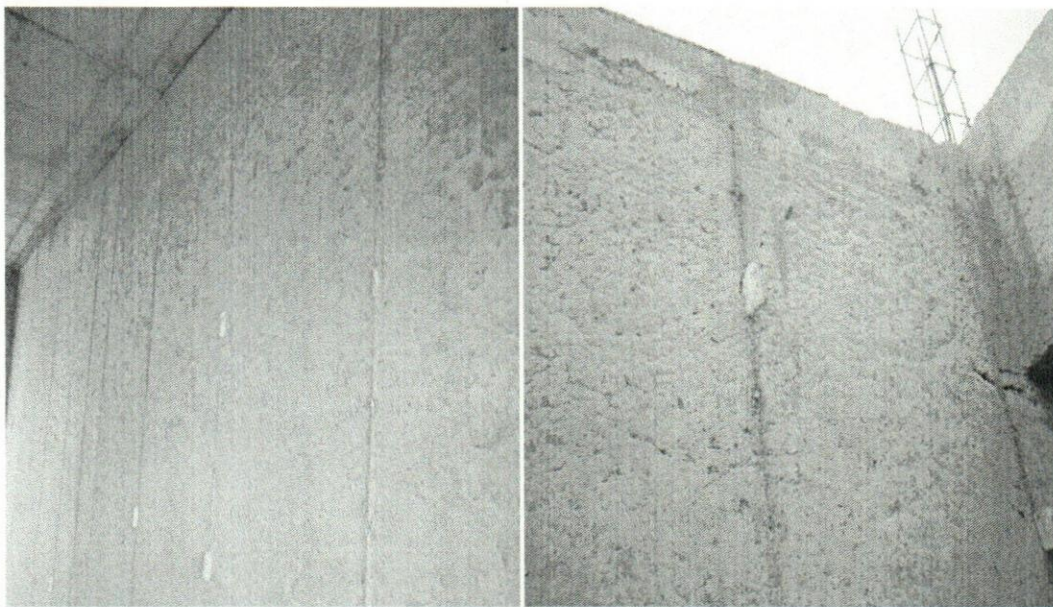


Figura 21. Segregación del concreto por exceso de aditivo.

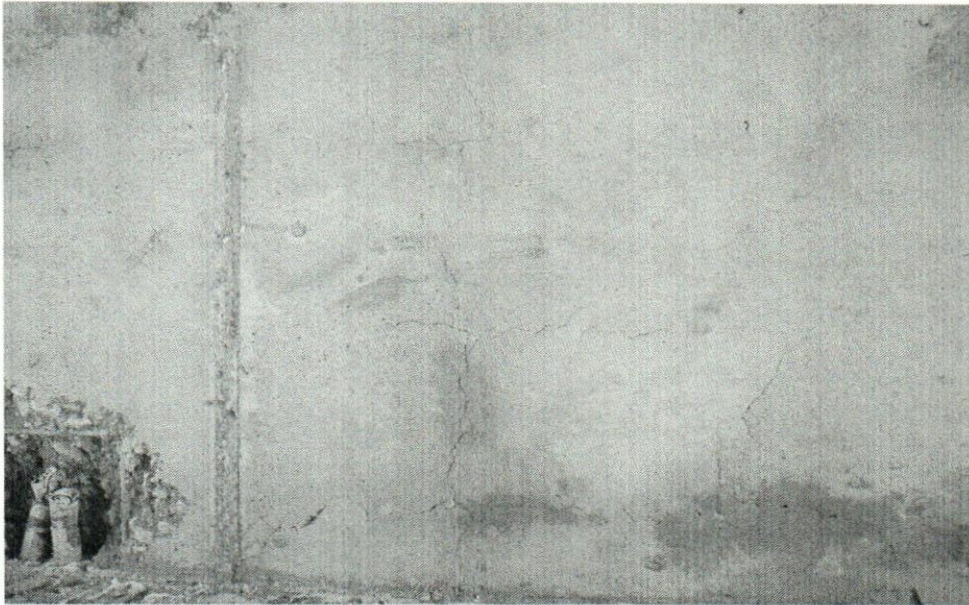


Figura 22. Fisuras originadas por el movimiento de la cimbra.

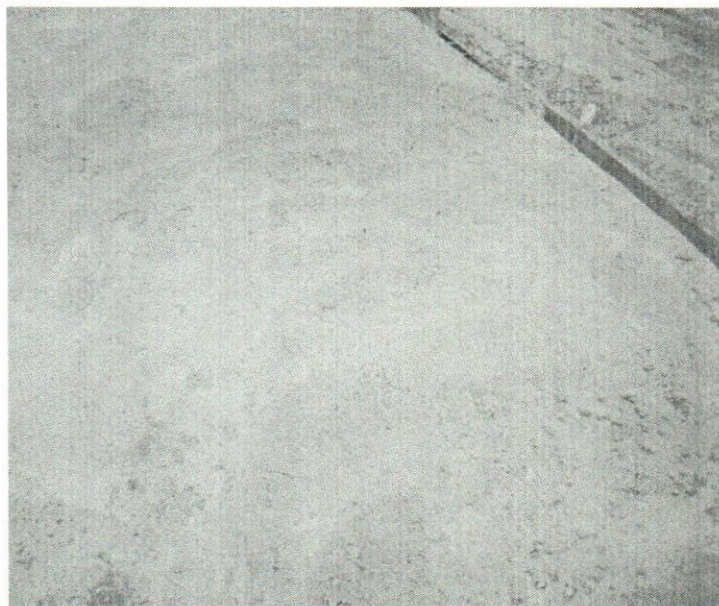


Figura 23. Fisuras por contracción plástica



Figura 24. Fisuras perimetrales en la unión losa-muro.

Cabe mencionar que no solo se presentan fisuraciones en el concreto, también se puede presentar otro tipo de anomalías, como por ejemplo, cuando se mueve la cimbra, o pierde su alineación, muchas veces se tienen que demoler las estructuras por la variación en la forma de la estructura (Fig. 25)



Figura 25. Falta de alineación en la cimbra

En otras ocasiones se pueden presentar retardos en el fraguado del concreto, por sobredosificación de aditivo (Cárcamo, 2003), y se manifiesta por un cambio de coloración en el concreto, adquiriendo un color café (Fig. 26). O bien, este cambio de coloración se debe a que hubo una junta fría por un retraso en suministro del concreto (Fig. 27).



Figura 26. Retardo en el fraguado por sobredosificación de aditivos.



Figura 27. Junta Fría en el Concreto

También se debe cuidar que el acero de refuerzo no se vaya a doblar (Fig. 28), porque dejaría de trabajar para lo que fue destinado, así como cuidar los criterios de continuidad en el acero de refuerzo (Fig. 29), para que sean los mismos en todo el proceso constructivo.



Figura 28. Acero doblado

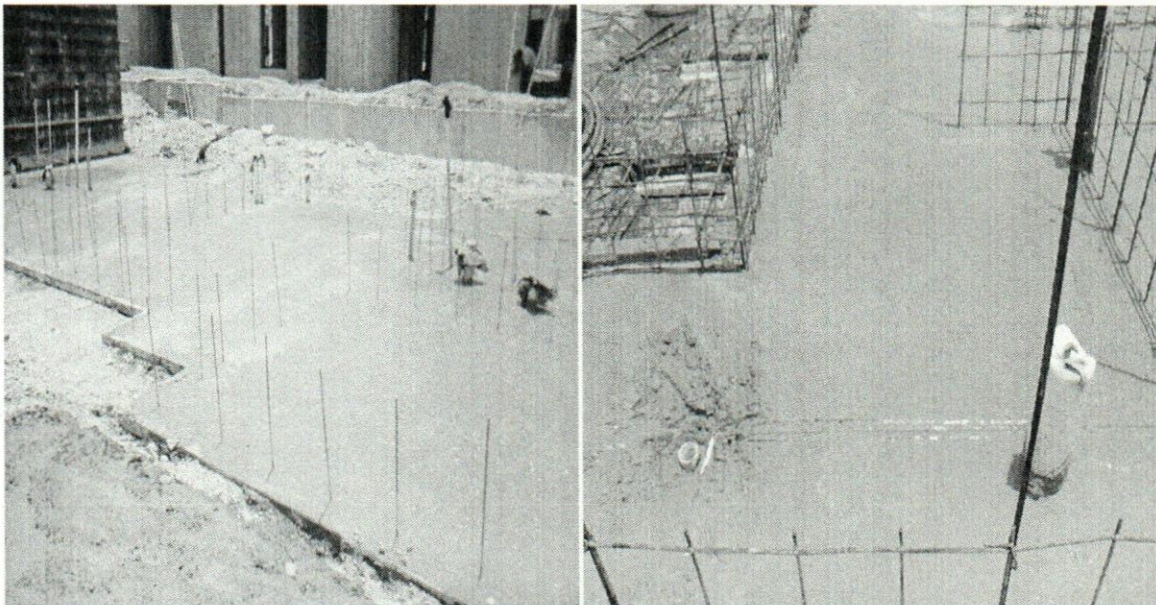


Figura 29. Criterios distintos en la continuidad de acero de refuerzo en losas de cimentación.

3.8 Prueba de Extensibilidad del Concreto

Los nuevos avances en la tecnología del concreto han permitido colocar en el mercado el concreto autocompactable. En éste se garantiza que las propiedades del material en estado fresco permitirán que el concreto que se coloque en la estructura tendrá un acomodo homogéneo y quedará adecuadamente consolidado, evitando así los costos por demoliciones, reparaciones y retrasos ocasionados por una mala consolidación del concreto.

Durante años, las dos principales características evaluadas al concreto en la obra han sido:

- El revenimiento, para el concreto en estado fresco, y
- La resistencia a la compresión, para el concreto endurecido.

Uno de los aspectos importantes es la evaluación en el punto de descarga en la obra, por lo que las preguntas acerca de cómo garantizar que el concreto no dejará grandes oquedades y cómo saber que se mantendrá homogéneo sin segregación quedan con respuesta al evaluar el efecto de autocompactación mediante la realización de una prueba muy simple que es la DIN 1048 o mesa de extensibilidad.

Esta es una prueba normalizada en Alemania, que tiene las siguientes características:

Equipo formado por

- Un cono truncado de material no absorbente, sin deformaciones, de 20 cm de diámetro inferior y 13 cm de diámetro superior, con 20 cm de altura.
- La mesa armada con dos placas del mismo material del cono de 70 x 70 cm de lado. Éstas se encuentran unidas por uno de los lados con un dispositivo (bisagra)

que permite modificar el ángulo de unión entre ellas.

- Un pisón de madera.

Desarrollo de la prueba:

El cono se llena en dos capas de igual volumen, consolidando cada capa con el pisón, levantando el cono al terminar el enrasado de la segunda capa.

Posteriormente se miden dos diámetros perpendiculares entre sí, y se procede a levantar la placa superior sobre la que descansa el concreto, dejándola caer desde una altura de 4 cm en 15 ocasiones durante 15 segundos sobre la placa inferior. La mesa de extensibilidad sirve para evaluar la capacidad del concreto para extenderse bajo su propio peso y es un indicativo de si el concreto puede colocarse sin necesidad de vibrado, es decir, si tiene la suficiente fluidez para garantizar el paso del concreto por las barras de acero de refuerzo sin dejar oquedades. Se encontró que valores de extensibilidad entre 60 y 70 cm cumplen con el comportamiento deseado.

CAPITULO IV. ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCION PARA VIVIENDA DE MURO ARMADO

4.1 Cimentación

Para el trazo y nivelación del terreno, se realizará el trazo de los ejes perimetrales de la losa de cimentación, es decir, se dejará estacas (varillas o trompos) en los vértices, de acuerdo a planos de proyecto. Ya delimitado el polígono, se trasladará la cota del banco de nivela a los puntos anteriormente ubicados, para que así queden nivelados (N.P.T. = 0.00). Se dejará un banco de nivel para referencia, con el cual se verificarán las cotas de nivel de piso terminado igual a cero en los diferentes procesos de la losa de cimentación. Localizados los puntos colocados por la brigada de topografía, colocamos varillas e hilos alineados a estos puntos. Apoyándonos en los hilos localizamos los muros interiores, para después marcar todo el trazo con cal, para proceder a la excavación de cepas (Villafuerte, 1992).

Para la excavación de cepas, se usará como guía el trazo con cal respetando el hilo colocado en las varillas dejadas. La excavación se ejecutará con pico y pala contando con un flexómetro para determinar la profundidad de la excavación (Fig. 30, pág. 40). Se deposita el producto de la excavación a un lado de la cepa, donde se colocará la contratrabe para ser retirada al término de los trabajos de excavación.



Figura 30. Excavación de cepas

Al mismo tiempo se realizará la excavación de las cepas que conducirán la tubería de drenaje sanitario y drenaje pluvial, conservando en ella las pendientes de proyecto. En las cepas donde se colocará tubería pluvial o sanitaria el producto de la excavación es utilizado para cubrir esta tubería retirando el sobrante.

Con los hilos colocados en los procesos anteriores, se toman como referencia para colocar las instalaciones hidrosanitarias, y así dejarlas centradas dentro del espesor de muro correspondiente, en la losa de cimentación. Es necesario dejar los “disparos” de las instalaciones para poderle dar continuidad en el proceso de muros. Así también, es importante hacer la pruebas necesarias en nuestra instalación hidrosanitaria. En el caso de la instalación sanitaria y pluvial se realizará vertiendo agua en los tubos de las descargas donde se colocarán los muebles sanitarios, y revisaremos que no existan filtraciones en la longitud del tubo. Terminadas las pruebas se realiza el relleno de las cepas excavadas que contienen la tubería del drenaje sanitario y drenaje pluvial. A dicho relleno se le compacta con pisón de mano, esto en capas para qué alcance un grado óptimo de compactación.

En las instalaciones eléctricas se cuidará siempre que las tuberías sigan una dirección lo más recta posible (Fig. 31), para evitar que el ducto se doble o chupe. Es muy importante en estas instalaciones el no hacer uniones en el ducto, ya que esto nos podría crear problemas al introducir la guía. Por esto mismo, se buscará que las tuberías estén cortadas en una sola pieza. Así como también el taponarlas para que no sean obstruidas con el concreto. Se contará como apoyo en obra, de los isométricos de dichas instalaciones, para respetar lo definido en proyecto.

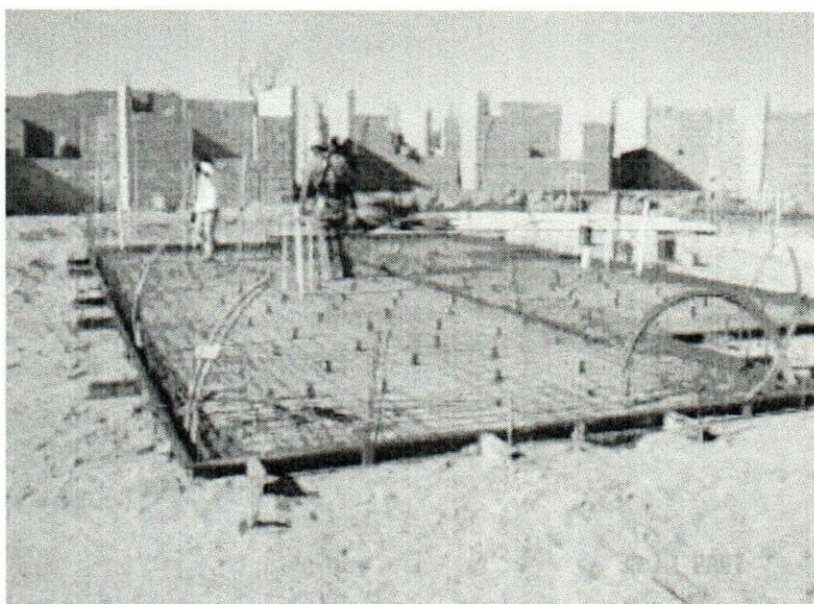


Figura 31. Instalación Eléctrica

Antes de iniciar con el armado y colocación del acero estructural, se coloca en toda el área de la cimentación y sobre las cepas excavadas, donde llevará contratraveses, el polietileno negro (Fig. 32, pág. 42), conservando siempre en los cruces de muros un traslape entre ellos, como mínimo el ancho del muro en ambos sentidos, nunca perforando para sujeción ni dejando pedazos de piedra sobre él, ya que puede ser olvidado al momento del colado del concreto y disminuir la sección de la cimentación (Damas 1999).

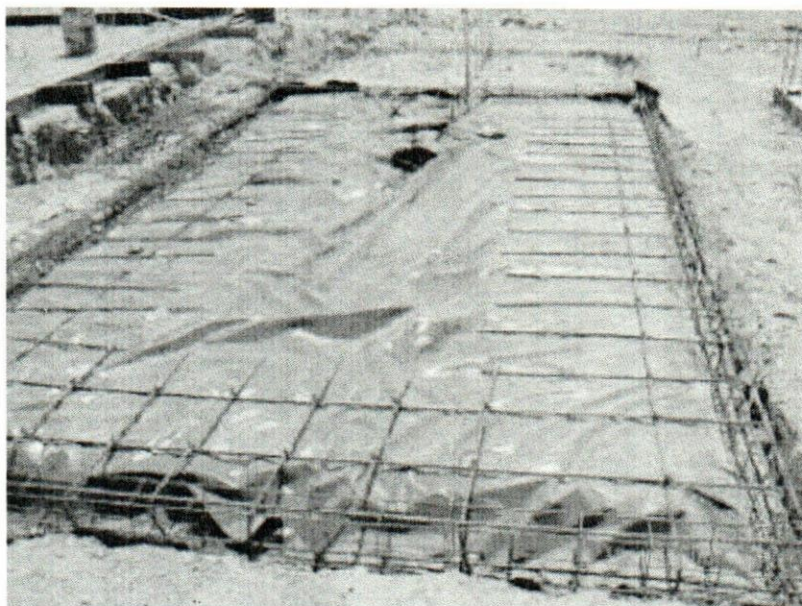


Figura 32. Aplicación de Polietileno Negro

Con las instalaciones hidrosanitarias listas, se procede al armado del acero estructural. Este será de acuerdo a la distribución del acero, los diámetros indicados en proyecto y sentidos de ubicación. Tendremos especial cuidado en la colocación de bastones y la ubicación de los armex para los castillos, verificando la correcta colocación como se marca en proyecto (Fig. 33).



Figura 33. Armado de la Cimentación

Se recomienda iniciar con el armado de las contratraves y revisar que las varillas de refuerzo sean colocadas a la distancia que marca el proyecto, esto porque su función será la de reforzar el área de acero necesario. Es importante calzar el acero con las silletas, para que cumplan con los mínimos espesores de recubrimiento y distancia entre ellos; la colocación de las silletas será en “tres bolillos”, o sea, de manera intercalada. La cimentación llevará una capa de acero de refuerzo a base de malla electrosoldada 66-66 con bastones adicionales de 3/8" $F_y = 4220 \text{ Kg/cm}^2$ ó 5/16" $F_y = 6000 \text{ kg/cm}^2$.

Tomando como referencia los hilos dejados anteriormente, se alineará con ellos la cimbra perimetral. Los hilos deberán estar a escuadra para usarlos como referencia al momento de colocar la cimbra. La sujeción de la cimbra al terreno será clavando varillas de anclaje en los elementos que proporcionan rigidez (Fig. 34). Al finalizar la instalación de la cimbra, deberá de verificarse su perfecta nivelación con manguera de nivel o nivelador láser. Nota: Una vez fraguada la losa de cimentación se procede al descimbrado, utilizando el pico como palanca, se retiran las varillas de anclaje para retirar la cimbra de la cimentación. Una vez retirada la cimbra procedemos a su limpieza, siendo este el mejor momento, ya que el concreto se encuentra en estado fresco.

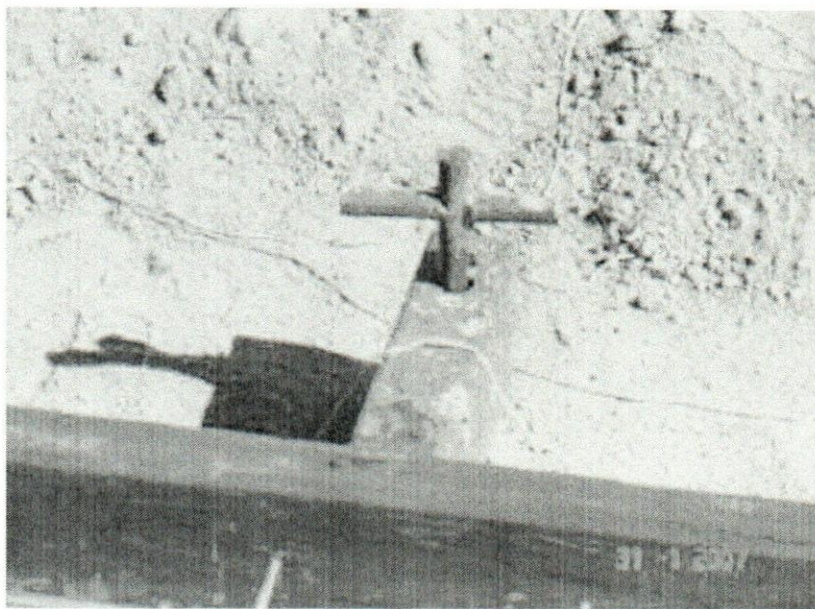


Figura 34. Varillas de anclaje para cimbra perimetral de cimentación.

En el caso de lotes continuos usualmente se cuelan alternadas las losas de cimentación, esto con la finalidad de ahorro en la cimentación de las fronteras laterales, ya que solo se usa cimbra en los cabeceros, en este caso la placa de frigolit deberá colocarse antes de colar la losa y así evitar que la losa nueva esté en contacto directo con las dos losas adyacentes coladas con anterioridad, es importante que el frigolit se coloque de manera uniforme, para esto se deberán de quitar las rebabas del colado de las dos losas adyacentes. Se coloca el frigolit en la junta fría del concreto ya existente con el que se pretende colar evitando que exista contacto directo entre las dos cimentaciones.

Para el colado de la cimentación, su colocación puede ser de manera transversal o longitudinal de acuerdo a lo factible a la colocación de la olla de concreto (Fig. 35, pág. 45), es sencilla sujetando un hilo a la cimbra perimetral, este hilo nos ayudará tanto para el alineamiento horizontal como para controlar la nivelación de este. Posterior a su colocación puede ser verificada la nivelación con ayuda del nivel laser. Con el rastrillo para concreto, distribuimos el concreto de manera equitativa dentro del perímetro delimitado por la cimbra de cimentación.

Con la ayuda del vibrador se compacta el concreto, esto se hará insertando de manera vertical el cabezal del mismo concreto espaciando las inserciones de 15 cm. Posteriormente con la regla niveladora enrasamos la superficie del concreto, apoyando los extremos de esta en la cimbra perimetral o en los perfiles niveladores según sea el caso. Así realizaremos la acción de regleado en toda la superficie de la losa de cimentación, conforme se vaya vertiendo el concreto, para asegurar un acabado y nivelado previo.

Antes de dar el acabado y que el concreto fragüe, se deberá verificar el nivel de la superficie de concreto revisando que la cimbra y perfiles niveladores no se hayan desnivelado, para realizar alguna corrección en la misma. Se tendrá especial cuidado en el espesor de la losa de cimentación la cual será de 11 cm. La sección transversal de las contratraves será de 20x30 cms.

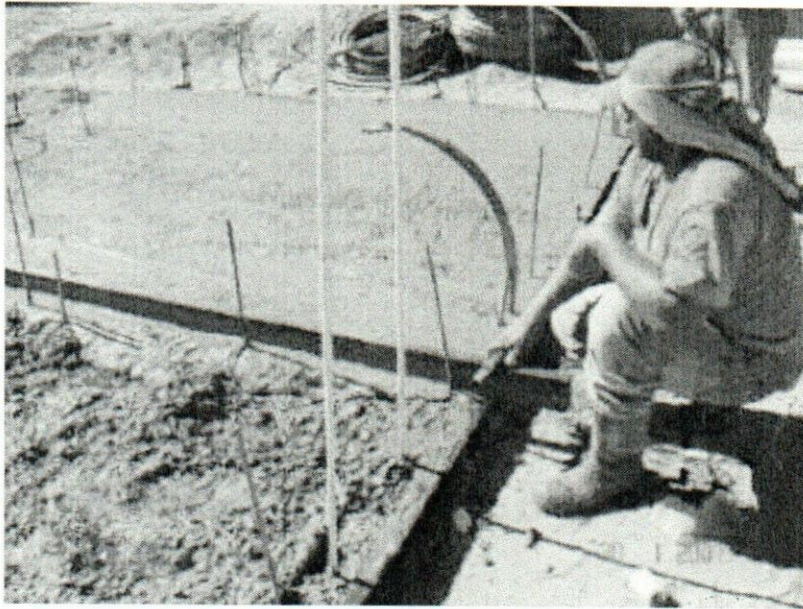


Figura 35. Colado de la losa de cimentación

Se prepara la solución de membrana de curado adecuada para el proceso de curado del concreto, mediante un producto solvente base agua. Con el apoyo de aspersor se aplica uniformemente sobre la superficie dejando una película protectora para el concreto (Fig. 36).



Figura 36. Aplicación de la membrana de curado.

4.2 Muros y Losas de concreto con molde

4.2.1. Trazo para cimbra de molde

La función de este trazo (Fig. 37) es la de permitir un alineamiento rápido y preciso del molde durante el cimbrado y así evitar movimientos mayores del molde una vez armado, ya que esto podría dañarlo considerablemente. El trazo deberá ser verificado y cotejado con el plano arquitectónico y el de modulación. Partiendo de los puntos colocados por la brigada de topografía o las referencias establecidas para la cimentación, se realiza el trazo de muros y con ayuda de un tiralíneas se marcan los muros en la losa de cimentación, verificando que estén a escuadra ó como lo indique el proyecto.



Figura 37. Trazo para cimbra de molde

4.2.2 Colocación de la “U” de tope.

Terminado el trazo se colocan las “U” de tope con el equipo de fijación. Se recomienda que estas se coloquen con una separación de un metro ó en su defecto donde se formen esquinas para que estas nos sirvan de apoyo y controlemos de mejor manera la escuadra, así como también en los tramos largos de muro (Figr. 38, pág. 47). Estas nos servirán para dar una correcta alineación a

nuestro molde además que evitará el descuadre por recargones ó por el mismo movimiento durante el armado.



Figura 38. Colocación de la "U" de tope

4.2.3 Acero en muros

Se coloca malla electro soldada 66-88 sujetándola a la varilla de arranque con alambre recocido (Fig. 39, pág. 48). Se debe poner especial cuidado en que la primer varilla horizontal de la malla quede a por lo menos 5 cms del piso, con esto aseguraremos que las varillas horizontales posteriores no se interpondrán al momento de colocar las corbatas. Después de colocada la malla electro soldada procedemos a colocar el acero de refuerzo con las dimensiones definidas por el proyecto. Los amarres, escuadras en el acero y longitudes de traslape serán consultadas con el plano estructural del proyecto, así como el acero de refuerzo en ventanas, puertas, pasos de tubería y ductos.



Figura 39 Acero en muros

Los refuerzos diagonales en puertas y ventanas por ningún motivo se deben anular ya que esto traerá como consecuencia el fisurado de la estructura y costos en su reparación. También tendremos especial cuidado en que nuestro armado este bien alineado con respecto al trazo y correctamente plomeado para no tener problemas durante el armado del molde.

MATERIALES	EQUIPO Y HERRAMIENTA	TOLERANCIA
Malla electro soldada 66-88 $F_y = 5000 \text{ Kg/cm}^2$ Acero de refuerzo de 3/8" de diámetro con $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ Acero de refuerzo de 5/16" de diámetro con $F_y = 6000 \text{ kg/cm}^2$	Cizallas Amarrador Flexometro Grifo Segueta Cortadora de guillotina	Trazo y descuadre $\pm 1 \text{ cm}$, en la longitud del lado del largo de la casa. Desplome en muros: $\pm 0.33 \text{ cm/m}$, Max. 1 cm. Desplome en vanos de puertas y ventanas: 0.5 cm Error en posición de salida de instalaciones para muebles: $\pm 1 \text{ cm}$

Tabla 2. Especificaciones en Acero de Refuerzo para muros

4.2.4 Instalaciones Hidráulicas

De acuerdo al proyecto de plomería se colocan las instalaciones hidráulicas tomando en cuenta el isométrico para determinar alturas, distancias, diámetros y tipos de tuberías (Fig. 40). En algunas de las instalaciones se deberá tener mucho cuidado en sus longitudes, ya que algunos de los accesorios como son los manerales de la regadera, tiene su salida barrenada en la pared del panen y por esto se debe tener especial cuidado en su dimensionamiento, para que estos coincidan correctamente. Así como también, el revisar que la separación entre las tuberías de agua caliente y fría cumplan con el reglamento. Es muy importante que el alineamiento de la instalación coincida correctamente con los ejes de muro, ya que la falla en este punto nos traerá fuertes problemas en el cimbrado del molde.



Figura 40 Instalación Hidráulica

4.2.5 Instalaciones Sanitarias

Al momento de colocar las instalaciones sanitarias es importante que esta se congruente con lo especificado en los planos para que de esta manera no

existan problemas durante el armado del molde. Para esto es importante la correcta alineación de la instalación basada en el plano y trazo (Fig. 41). Asimismo la alineación vertical deberá ser perfectamente controlada para no tener problemas con las pendientes de bombeo. El taponamiento temporal deberá ser verificado antes del colado para que durante éste las tuberías no sean obstruidas por el concreto. Los traslapes de tuberías en la zona de muros deben ser evitados en lo posible ya que esto nos limita la sección necesaria para el paso del concreto.

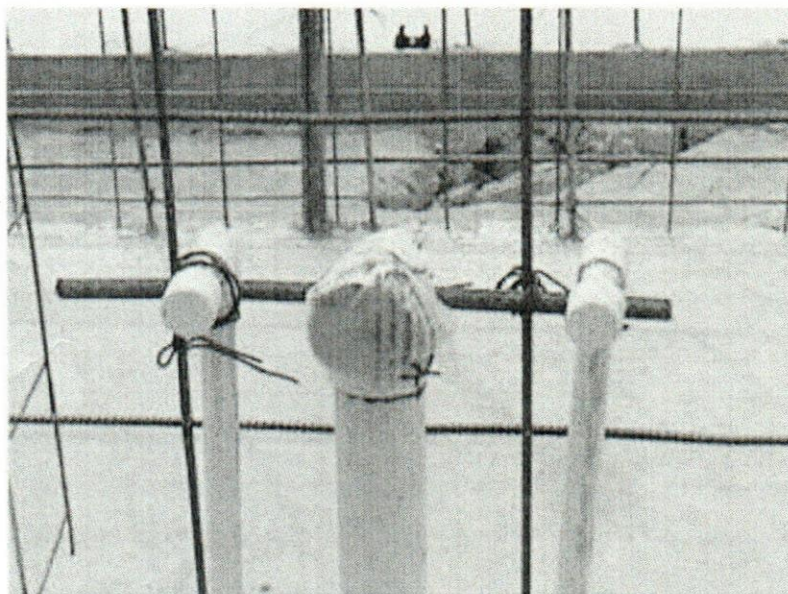


Figura 41. Instalación Sanitaria

4.2.6 Instalaciones Eléctricas en Muros

Tomando en cuenta las especificaciones del proyecto se elaboran los ramales de instalación eléctrica con los diferentes diámetros de ducto flexible. En esta instalación igual que en las anteriores el alinearla correctamente es el punto crítico ya que errar en este provocará que las tuberías queden desfasadas de los muros trayendo problemas durante el armado del molde o que estas queden expuestas en el muro terminado (Fig. 42, pág. 51). Asimismo debemos verificar que la altura de contactos y apagadores sean la correspondiente a las normas vigentes de la localidad.

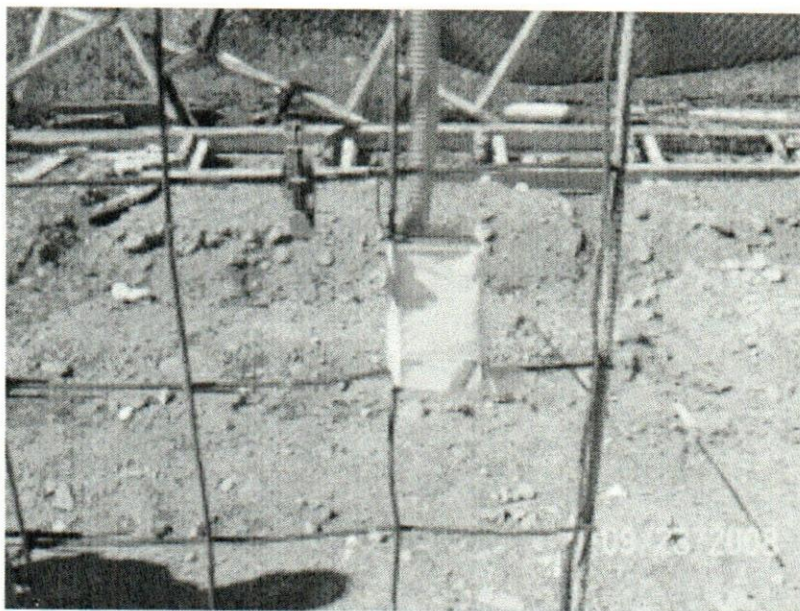


Figura 42. Instalación Eléctrica en el muro

Se aprovecha la malla electro soldada para sujetar nuestra instalación con alambre recocido. Después de colocar los registros estos deben ser taponados para evitar que se obstruyan con el concreto, además la malla en esos puntos debe ser bayoneteada para que esta empuje el registro contra la cara interior del molde y así tener una mayor facilidad al colocar las tapas. Cuando se coloquen varios registros en un mismo lugar estos se sujetarán a un tramo de varilla y con ayuda del nivel de mano los alineamientos correctamente. Debemos tener cuidado de que los registros no sean contiguos dejando por lo menos la longitud máxima de sus dimensiones como separación.

4.2.7 Colocación de Discos separadores

En muros es importante calzar el acero con los discos separadores para centrar el acero de refuerzo y evitar el contacto con las paredes del molde (Fig. 43, pág. 52). Esto garantizará que el acero quede totalmente embebido en el muro. Así también, se debe cuidar que inmediatamente después de cada una de las salidas hidráulicas y eléctricas se encuentre uno de estos discos para garantizar que el registro quede presionado a la cara del molde y no se hunda en el muro

haciendo difícil su localización. La colocación de los discos separadores será en tres bolillos y se debe cuidar que estos además de estar bien insertados en la varilla horizontal queden cargados hacia una de las varillas verticales de la malla. La distancia entre los discos estará especificada por el proyecto o por las especificaciones del proveedor.

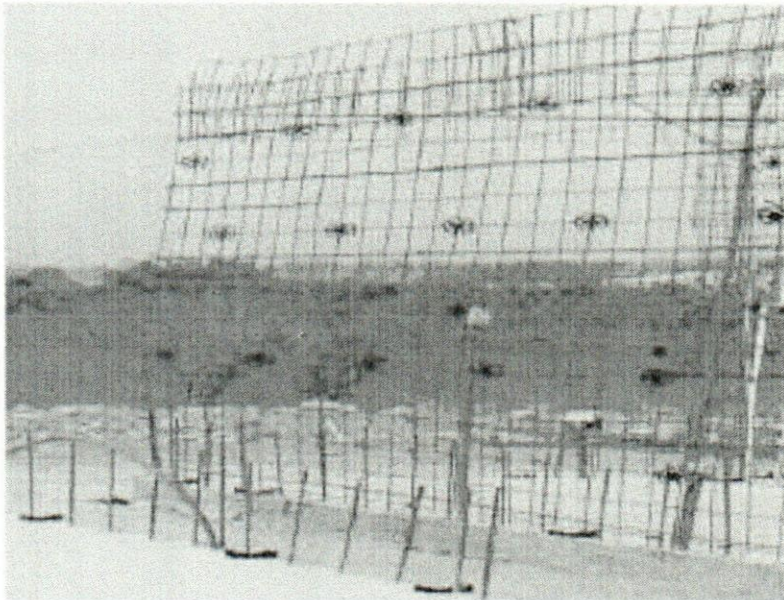


Figura 43. Colocación de discos separadores para calzar el acero

4.2.8 Cimbra de molde

a) Corbatas y Fundas: Una vez trasladado nuestro molde al lugar donde se armará, se procede a colocar fundas a las corbatas. Estas fundas son recubrimientos sintéticos que nos permitirán el retiro de la corbata después de colado nuestro molde, así mismo se aplicará desmoldante en la corbata para evitar al máximo que esta se adhiera al concreto del muro. Las corbatas se colocarán distribuidas de la siguiente manera, de abajo hacia arriba, se colocarán cuatro corbatas continuas, espacio libre, colocación de corbata, espacio libre y por último una corbata más. Las corbatas permiten garantizar la separación entre paneles interiores y exteriores al tamaño del muro deseado.

b) Aplicación de desmoldante: La aplicación del desmoldante es fundamental para que nuestro molde cumpla con la vida útil esperada, además de

que esto nos garantizará un funcionamiento óptimo, ya que la correcta aplicación de éste nos facilitará su retiro y nos minimizará el uso de barretas o cualquier otra herramienta que provoque esfuerzos que puedan dañar los paneles. La aplicación se llevará a cabo por medio de una esponja o un rodillo para pintura, procurando humedecer totalmente la cara de contacto del panel, así como los cantos perforados. Es importante que el desmoldante no escurra, por ser innecesario y antieconómico. Así también se recomienda la aplicación de este desmoldante a cada tres colados en la cara exterior del molde ya que esto nos facilitará su limpieza y lograremos evitar el aumento de peso en los paneles por residuos de concreto.

c) Armado: Se inicia el armado del molde por una esquina interior, esto para que la escuadra formada por estas piezas nos brinde sustento. La recomendación es que ambas cara (interior y exterior) se ensamblen simultáneamente procurando siempre el correcto alineado apoyándonos con la línea visible del trazo. La utilización de las "U" de tope facilitará el conservar esta alineación, esto es importante ya que los desplazamientos fuertes de nuestro molde una vez armado pueden dañar considerablemente los paneles, ya que el peso es considerable. Otro factor importante es la velocidad de colado ya que una carga repentina también nos podría provocar el colapso, de ahí la importancia de tener colados perimetrales que nos garantizarán el tener las cargas más uniformemente distribuidas en nuestro molde (Fig. 44, pág. 54).



Figura 44 Armado de la cimbra del molde

d) Alineadores: La utilización de los alineadores así como de las “U” de tope permiten obtener muros rectos y mejores ajustes en las uniones entre paneles. Se debe tener especial cuidado al momento de colocar cisnes también llamados brazos o mensulas que son los accesorios donde será colocado nuestro alineador, ya que los esfuerzos del perfil alineador serán transmitidos al molde por medio de estos (Fig. 45, pág. 55). Los cisnes para alineadores se colocarán de abajo hacia arriba en la tercera línea de pasadores, así como en la quinta. Este perfil alineador nos dará la garantía de que el molde trabajará como una sola pieza, rigidizándola aún más para que soporte de mejor manera las cargas y asegurando que el molde no sufra deformaciones al momento de tener cargas por recargones o por el colado mismo.

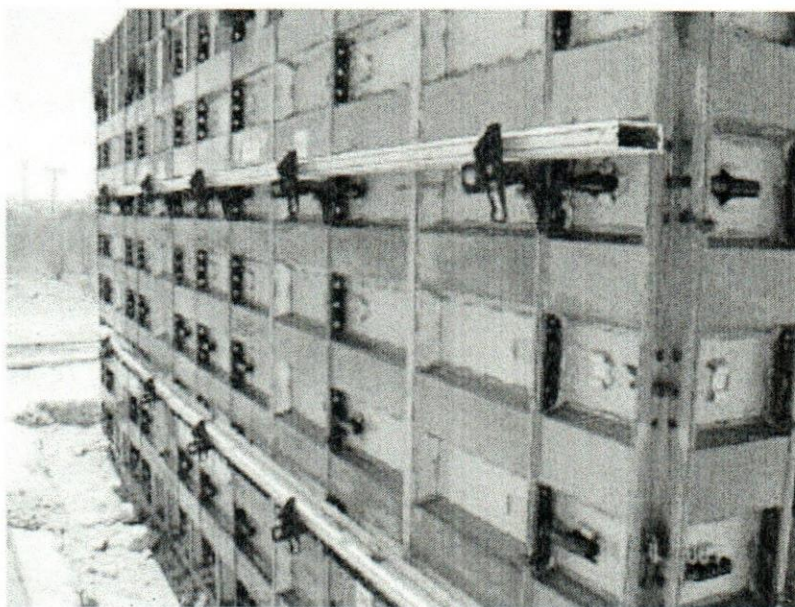


Figura 45 Colocación de alineadores para rigidizar los moldes

Dentro de nuestras piezas del molde tenemos las llamadas gables, que son paneles con cierta pendiente en una de cantos, esto para dar a lo que será nuestra losa de azotea la caída necesaria para el control de aguas pluviales. Los alineadores de fronteras o caps se utilizan para lograr una correcta alineación vertical. Se colocan para dar sustento a los gables y su buena utilización garantiza un soporte fuerte de fronteras en la losa de entrepiso o azotea.

e) Parapet: Estos paneles son las piezas de nuestro molde que trabajan en volado o cantiliver, ésta debe llevar pasadores suficientes para que se autososte además debe contar con un apuntalamiento que garantice su buen estado durante y después del colado.

f) Terminado el cimbrado se verifica el plomeado de la cimbra, las distancias entre paños, las escuadras, el ajuste de los accesorios de sujeción, alineadores y se revisa que las medidas sean congruentes con el plano arquitectónico y de modulación.

4.2.9 Apuntalamiento Metálico

Para su colocación se toma el claro más corto del espacio a cimbrar y se mide 60 cm del paño del muro hacia el centro del claro (Fig. 46) y se repite la operación hacia el lado contrario; se traza una línea imaginaria a lo largo del claro más largo. Se presentan los puntales a lo largo de la línea imaginaria de acuerdo a proyecto. Es importante verificar que las distancias entre puntales sean correctas y plomearlos para obtener el mejor resultado. Ya colocados los puntales se bajan a su nivel mínimo de altura y se presentan las vigas de acuerdo al proyecto. Se montan las vigas en los cabezales cuidando que en caso de haber traslapes, éstos sean de 60 cm en ambos sentidos. Ya montadas las vigas, se extienden todos los puntales involucrados en ese claro y se hace el macro ajuste a cada 10 cm con el gancho en forma de "G". El macro ajuste se hace girando la palanca ubicada debajo del gancho "G", este ajuste es por cm y se usa en caso de que no sean medidas cerradas.

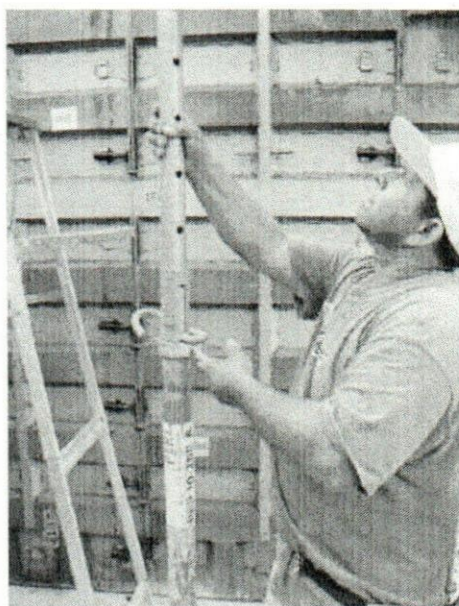


Figura 46. Apuntalamiento Metálico

Transcurridas las 24 horas se suelta el gancho "G" de los puntales y se bajan a su altura mínima igual que al momento del apuntalamiento inicial, después se bajan las vigas y se sacan al exterior de la vivienda para su traslado. El apuntalamiento se retira 24 horas después de su uso, esto se hace

alternadamente con el proceso de reapuntalamiento. Se coloca el kit de puntales para reapuntalar de acuerdo al proyecto sin cabezales ni tripies pues el sistema de apuntalamiento nos sirve de apoyo. Ya colocado en los diafragmas, se quitan las piezas de apuntalamiento y se pasan a la siguiente vivienda, el reapuntalamiento se queda colocado por tres días.

4.2.10 Acero en losas.

El sistema de entrepiso es a base de losas macizas de concreto reforzado de 11 cm de espesor, con las siguientes especificaciones para el concreto $f'_c = 200 \text{ kg/cm}^2$, Revenimiento = $18 \pm 2 \text{ cm}$, TMA = $\frac{3}{4}''$ y se reforzará con malla electrosoldada 66-66 y bastones adicionales con varillas de $\frac{3}{8}''$ de diámetro. En la colocación del acero de refuerzo se debe verificar que éste cumpla con lo especificado en el plano estructural, así como revisar los amarres, longitudes de traslape, escuadras en el acero y pasos de ductos o tuberías que requieren refuerzo adicional. Asimismo, debemos procurar que el acero no quede muy levantado provocando que este sobresala en la superficie del concreto, teniendo cuidado en estas consideraciones se garantizará que el acero de refuerzo trabaje adecuadamente. La malla se calsara con silletas SM100 para el refuerzo en el lecho inferior y SM300 para la malla colocada en el lecho superior.

Vigueta pretensada y bovedilla de poliestireno:

Este sistema se forma básicamente por dos elementos prefabricados, la vigueta pretensada y la bovedilla de poliestireno, sobre las cuales se vacía una losa de concreto de pequeño espesor, la cual se denomina capa de compresión. Estas viguetas tienen una sección transversal en forma de I, fabricadas industrialmente con concreto de alta resistencia y alambres de acero pretensados. Se adquieren según la medida exacta del claro a centros de los apoyos y no se puede cortar o ajustar en obra. Para construir una losa de vigueta pretensada y

bovedilla de poliestrieno, no es necesario construir una cimbra completa, sin embargo es necesario colocar un apuntalamiento para todas las viguetas en los extremos y al centro del claro, sólo para claros mayores de 2.40 m. Previo a la colocación de la vigueta y la bovedilla se debe verificar que las dimensiones de la vigueta sean las correspondientes al proyecto, así como también revisar que esta se encuentre en buenas condiciones para su colocación. Se colocan las viguetas paralelas a partir del muro de arranque apoyándolas cuando menos 5 cm en los muros a una distancia tal que pueda colocarse una bovedilla entre ellas y después se coloca otra en el extremo opuesto. Se colocan las bovedillas, procurando que queden bien asentada y ajustadas, tanto como sea posible. Terminada la colocación de viguetas y bovedillas se procederá a colocar la malla eletrosoldada 66-1010.

4.2.11 Colado del Molde

Antes de iniciar el colado del molde debemos tomar las pruebas correspondientes del concreto para su revisión, estas son: revenimiento, peso volumétrico y testigos. El colado de los muros debe ser perimetral, esto es, mover continuamente la descarga de la bomba para evitar el acumulamiento de concreto en una sola zona de nuestro molde, se recomienda llevar a cabo el colado a tope de muro en cuatro recorridos perimetrales.

El vibrado será continuo y seguirá una dirección en el muro con una separación aproximada de 15 cm, se deberá tener cuidado de que no se opere el vibrador contra la cara interna del molde, y que éste no opere en la misma zona del muro por más de 30 segundos. Asimismo el tener cuidado de que el vibrador no mueva silletas. Para el caso de lozas de entrepiso o azotea hechos con vigueta y bovedilla se aplicará el vibrador haciendo corridas solamente por la zona de la vigueta de alma abierta y zonas de apoyo en muros evitando el contacto con las bovedillas. Durante cada colado siempre se tendrá un vibrador de repuesto a la mano y el combustible necesario para el equipo. Después del vibrado el concreto

de azotea, se procede a consolidar el concreto usando la andadera, esta herramienta tiene una malla trapezoidal con abertura máxima de 1/2" la cual se utiliza en forma de apizonado con esto se logra que el agregado fino suba a la parte alta del concreto, facilitando el regleado y el afine con la llana de magnesio o metálica. Para finalmente colocar una membrana de curado color blanca, antirreflejante y a base de agua.

Para el curado en muros se propone utilizar la membrana de curado acrílica Curaretex "A". Con ésta, se busca optimizar el fraguado, además de mejorar la permeabilidad la membrana es acrílica, por lo que no presenta problemas con la adherencia de acabados.

Durante el colado del molde es importante que se este verificando el correcto llenado del mismo, sobre todo en las zonas donde se encuentran las mochetas y ventanas, para esto es importante contar con los mazos de goma.

4.2.12 Lavado y descimbra del molde

Durante el colado del molde o inmediatamente después de este, se utiliza la estación de limpieza, se debe tener cuidado de aplicar el chorro en forma diagonal a la cara del molde, para evitar que el agua penetre entre las juntas de los paneles y erosione el muro. Aplicar correctamente la estación de limpieza, permitirá limpiar perfectamente los derrames de concreto que se adhieran en las paredes exteriores. Aunado a esto se debe aplicar desmoldante en las caras exteriores cada tres usos. Asimismo se recomienda programar limpiezas a detalle cada semana, esto para evitar problemas en los cimbrados posteriores y tener un mejor control y funcionamiento de los moldes.

Una vez colado el molde y pasado el tiempo de fraguado recomendado, se verifican los resultados de laboratorio para determinar que la resistencia del concreto es la adecuada, con estos datos podremos iniciar el descimbrado del

molde. Durante el descimbrado se debe tener cuidado de que los accesorios se retiren con la herramienta adecuada.

Los alineadores serán las primeras piezas en retirar, procurando que el lugar de donde se estibe sea seguro y no se apliquen cargas que las pudieran deformar. Se recomienda que el proceso inicie de modo inverso al de armado comenzando por las partes altas y centrales de los muros largos, por ser estos los de mayor facilidad en su retiro. En caso de que el panel se encuentre muy unido al muro, se retirarán las piezas siguientes para obtener mayor libertad y facilitar su retiro. La remoción de paneles se debe llevar a cabo con cuidado ya que el concreto aun no alcanza una resistencia alta, por lo que podríamos provocar despostillamientos en las boquillas. Situaremos nuestro panel en lo que será la vivienda siguiente, teniendo cuidado de colocarla en el punto donde esta corresponde para así acelerar el proceso de rearmado. Por esto mismo, el tener un marcaje en los paneles será de gran ayuda ya que facilitará su reconocimiento y acelerará el proceso de colocación por ser fáciles de identificar. El traslado siempre será de una pieza por persona para evitar así accidentes graves. En caso de no ser factible el rearmado inmediato del molde este se estibarà de acuerdo a los tamaños del panel para facilitar su conteo y su identificación. Así también se tendrá el cuidado de colocarlos sobre madera para evitar el contacto directo con el suelo y que esto nos provoque suciedad.

4.2.13 Limpieza del Molde

La limpieza del molde es fundamental para garantizar su durabilidad y que cumpla con los usos estimados financieramente. Así como también para su buen funcionamiento, al permitir uniones entre paneles mejor ajustadas y minimizar así la fuga de concreto. Inmediatamente después de retirada la pieza de la vivienda colada, esta deberá ser revisada para eliminar cualquier residuo de concreto que a ella pudiera estar unido, se recomienda esta limpieza inmediata por ser el mejor

momento para retirar el concreto adherido ya que éste aun se encuentra fresco, facilitando su remoción.

Para esto el modero debe contar con las herramientas necesarias siendo estas la espátula y la fibra metálica. Es importante el tener buen control de la limpieza en la superficie de contacto del molde por ser esta la que da un acabado a los muros. El tener moldes limpios nos garantiza un mínimo de imperfecciones y el correcto funcionamiento del desmoldante. Así también el controlar la limpieza en los cantos del panel nos permitirá tener un mejor acople entre moldes reduciendo al máximo la abertura en las juntas y teniendo con esto menores depresiones o abultamientos en la zonas de unión.

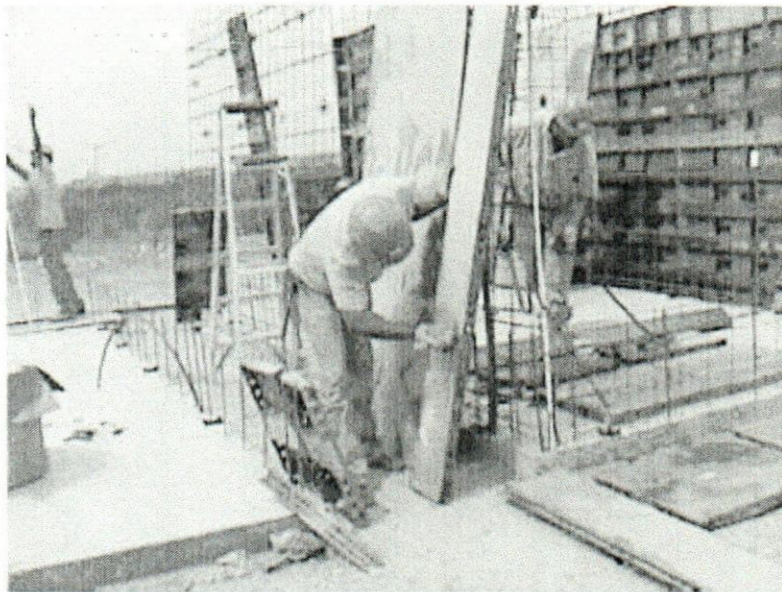


Figura 47 Limpieza del molde

CAPITULO V. VERIFICACIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DE VIVIENDAS DE MURO ARMADO CASO PRÁCTICO: FRACCIONAMIENTO JARDINES DEL GRIJALVA

La supervisión en el proceso constructivo de las vivienda es de suma importancia, pues no solo vigila que se cumplan las especificaciones marcadas en el proyecto, sino también, permite tomar medidas preventivas y/o correctivas en caso de presentarse problemas (González 1990).

5.1 Objetivos de la Supervisión

5.1.1 Vigilar el apego de los trabajos a lo establecido en los proyectos ejecutivos, tanto urbanos como arquitectónicos, que sirvieron para la aprobación del Paquete de Créditos en Línea III, Cofinanciamiento y Línea III individual.

5.1.2 Vigilar el cumplimiento de los programas de obra y emprender acciones que permitan prever o resolver problemas que pudieran afectar el tiempo de entrega de las viviendas.

5.1.3 Verificar que exista la memoria de cálculo, las especificaciones estructurales y estudio de mecánica de suelos, de la oferta de la vivienda, los cuales garanticen una vida útil de por lo menos 30 años.

5.1.4 Supervisar que la construcción de las viviendas cumpla con las especificaciones contempladas en el proyecto ejecutivo aprobado.

5.1.5 Vigilar que se cumpla con lo establecido en las cláusulas contractuales con el constructor o desarrollador.

5.1.6 Vigilar el financiamiento autorizado se destine para el fin que fue concedido.

5.1.7 Supervisar el avance real de las obras, para estar en posibilidad de pagar las ministraciones, cuando el sistema o modalidad así lo requiera.

5.1.8 Ofrecer información del avance de las obras oportunamente, para que el Instituto autorice los convenios entre los acreditados y los oferentes de vivienda.

5.2 Alcances de la Supervisión

Antes del inicio de la obra

Al inicio de la obra

Durante el proceso de la obra

Al termino de la obra.

5.2.1 Antes del inicio de la obra

5.2.1.1 Revisar que los Anexos Técnicos estén completos y analizar cada uno de su componentes, que deben ser:

- a) Proyecto Urbano Ejecutivo
- b) Proyecto Arquitectónico Ejecutivo
- c) Proyecto Ejecutivo de infraestructura, cuando se requiera; y factibilidad de incorporación a las redes de servicios urbanos existentes.
- d) Catálogo de Conceptos, indicando la incidencia porcentual de cada uno respecto al total.
- e) Catálogo de Especificaciones
- f) Programa de Obra
- g) Programa Físico-Financiero
- h) Programa de Recursos Humanos y Técnicos
- i) Programa de suministros
- j) Programa de Utilización de equipo
- k) Estudio de Mecánica de suelos (especialmente las conclusiones)

5.2.1.2 Visitar el terreno donde se ubicará la obra y conocer las características del mismo.

5.2.1.3 Conocer el sistema bajo el que fue autorizado el desarrollo y estudiar los documentos de contrato

5.2.1.4 Establecer con las partes participantes los canales de comunicación necesarios.

5.2.1.5 Obtener del Instituto, Delegación Regional o Coordinación del Distrito Federal los anexos técnicos con los que se aprobó.

5.2.1.6 Constatar la existencia de licencias, permisos y autorizaciones debidamente requisitadas por la autoridad correspondiente, como son: Uso del suelo, licencias de construcción, de fraccionamiento, agua potable, drenaje y alcantarillado y energía eléctrica.

5.2.2 Al Inicio de la Obra

5.2.2.1 Abrir Bitácora de Obra y registrar firmas.

5.2.2.2 Constatar la existencia de Anexos Técnicos en obra

5.2.2.3 En caso de identificarse faltantes, inconsistencias u omisiones en los Anexos Técnicos lo notificará al área técnica (DR), a más tardar al segundo día hábil de haberlo detectado.

5.2.2.4 En caso de faltantes solicitará la entrega de los mismo determinando el plazo de entrega.

5.2.2.5 En caso de inconsistencias u omisiones, recomendará las acciones a ejecutar.

5.2.2.6 Independientemente de las notificaciones mencionadas debe realizar los asientos de bitácora correspondientes.

5.2.2.7 Conocer la "Cédula de Presentación y el Anexo Técnico, así como, en su caso, la cédula de presentación de Línea III Individual y anexo Técnico del paquete aprobado y verificar la congruencia entre éste y el Proyecto Ejecutivo.

5.2.2.8 Notificar por escrito al Instituto la fecha real del inicio de los trabajos de Paquetes de Créditos en Línea III.

5.2.3 Durante el Proceso de Obra

5.2.3.1 Vigilar el cumplimiento del programa de obra de acuerdo a las características de cada línea.

5.2.3.2 Utilizar la Bitácora de Obra en los términos establecidos

5.2.3.3 Supervisar que los trabajos se ejecuten de acuerdo al proyecto ejecutivo autorizado y que cumpla con las normas y especificaciones consideradas en los anexos técnicos del contrato.

5.2.3.4 Rechazar cualquier modificación urbana y/o arquitectónica, al proyecto ejecutivo aprobado, sin que exista la aprobación previa avalada por la Delegación Regional para realizarla, de acuerdo a la normatividad establecido para este efecto.

5.2.3.5 Vigilar que las obras se ejecuten con la calidad requerida y evaluarla de acuerdo a los dispuesto en los Criterios Generales para evaluar y calificar la calidad de la vivienda.

5.2.3.6 Coordinar al laboratorio de control de calidad, contratado por el constructor, y a través de él vigilar la calidad de los materiales y número mínimos de muestreo de los materiales, conforme a la intensidad y ejecución que especifican las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) o Normas Mexicanas (NMX) vigentes que correspondan, así como las intensidades mínimas de muestreo.

5.2.3.7 Emitir recomendaciones sobre aspectos de omisión en el proyecto o su ejecución, que pudieran ocasionar fallas o afectaciones estructurales, cuyas medidas de corrección deban ser dictaminadas por un especialista y dar aviso de éstas al Jefe del Area Técnica y a la Gerencia de Verificación y Apoyo Técnico, en su cosa los honorarios del dictamen serán a cargo del constructor.

5.2.3.8 Elaborar y presentar quincenalmente los reportes de obra, a la Delegación Regional del INFONAVIT, de acuerdo a lo establecido en el EPI_00030 "Procedimiento para la Emisión, Entrega y Seguimiento de Reportes de Supervisión y Verificación de Obra de Vivienda INFONAVIT" y en los formatos de registro FR-.1 (Anexo 1).

5.2.3.9 Validar el avance de obra, para que se realice la solicitud de recursos para el pago de la ministración correspondiente, conforme a los porcentajes establecidos.

5.2.3.10 Es responsabilidad de la Empresa Supervisora ejercitar acciones preventivas durante la ejecución de la obra para evitar fallas de calidad, atraso, vicios ocultos, resultados fuera de norma, proyecto o especificación, para lo cual deberá anotar en la Bitácora de Obra las acciones preventivas y el constructor tendrá la obligación de cumplirlas.

5.2.3.11 Dar seguimiento a la corrección de las fallas detectadas y en caso de incumplimiento, notificar por escrito, en menos de 24 horas al Jefe de Area Técnica de la Delegación Regional con copia a oficinas centrales (Gerencia de Verificación y Apoyo Técnico), para que se ejerciten las acciones procedentes pudiendo llegar a la suspensión de la obra.

5.2.4 Al término de la obra

5.2.4.1 Emitir el Dictamen Técnico Unico de Vivienda INFONAVIT en el formato el FR-2 (Anexo 2) con base a los requisitos establecidos en el procedimiento para la emisión del mismo (EPI-00028). El Dictamen podrá ser emitido total o parcial

respecto al número de viviendas del conjunto habitacional que cumplan con los requisitos emitidos anteriormente.

5.2.4.2 Verificar el total retiro de las instalaciones del contratista.

5.2.4.3 Constatar que el constructor o desarrollador entregue los avisos de terminación de las obras a las autoridades competentes y en su caso coordinar la firma del Acta de Terminación y Recepción de las Obras (Anexo 3) con base a los requerimientos establecidos por éstas.

5.2.4.4 Cerrar bitácoras conforme se establece en la Bitácora de Obra.

5.2.4.5 Entregar oficialmente por escrito el libro de Bitácora de Obra original al Delegado Regional o Representante de la Dirección General o al Coordinador del Distrito Federal.

5.3 Caso Práctico: Fraccionamiento Jardines del Grijalva.

El fraccionamiento Jardines del Grijalva, es considerado el desarrollo más ambicioso de CASAS PREMÍN, por su tamaño, sus diseñadores pensaron en áreas comerciales que permitan ofrecer prometedoras oportunidades de negocios.

El fraccionamiento se encuentra ubicado en la carretera a la Angostura km-1 del municipio de Chiapa de Corzo y, presenta una excelente ubicación dada su cercanía con la ciudad de Chiapa de Corzo y de la Ciudad Capital Tuxtla Gutiérrez. Siendo favorecido mucho el acceso que tendrá hacia la vía rápida que conduce al Aeropuerto Internacional Ángel Albino Corzo.

Cabe señalar que la supervisión del fraccionamiento no se realizó en su totalidad, sino que se concentró en las viviendas comprendidas de la manzana 59 a la manzana 80, de acuerdo al croquis indicado en la Fig. 48 de la pág. 68.:



Fig. 48 Croquis de Localización de las viviendas comprendidas en el estudio

A las viviendas comprendidas en estas manzanas se les dio un seguimiento del proceso constructivo, partiendo de la cimentación, armados, colocación de los moldes, colado, descimbrado. Se tomaron las fotografías del proceso, las cuales permitirán más adelante realizar el análisis correspondiente.

Se conto con el apoyo de prestadores de Servicio Social, los cuales fungían como verificadores durante el Proceso Constructivo, aunque cabe resaltar que estuvieron más como residentes de la Obra, pues la permanencia en la misma fue de manera constante, para poder observar las diferentes etapas de la construcción de las viviendas a base de moldes.

A continuación se presenta el reporte fotográfico como resultado de la supervisión continua del proceso constructivo.

5.4 Descripción Fotográfica del Proceso Constructivo del Fraccionamiento Jardines del Grijalva

El sistema constructivo de las viviendas de muro armado, engloban un gran número de actividades a realizar. En este apartado, se presentan algunas etapas del proceso constructivo, y se señalan algunos detalles observados en la construcción de la vivienda, como caso práctico del Fraccionamiento Jardines del Grijalva..

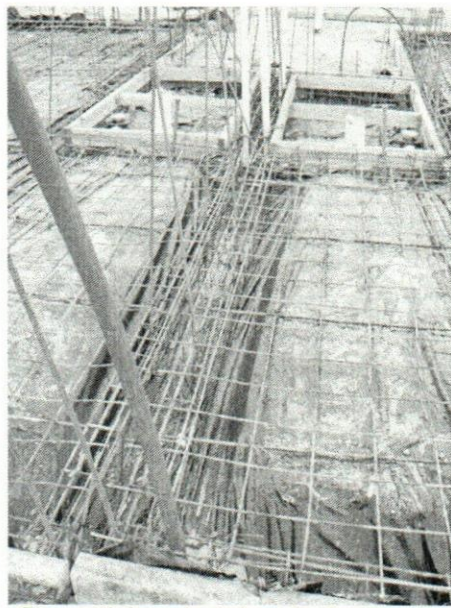


Figura 49 Armado de losa de cimentación

En la figura 49, una vez realizadas las cepas, para colocar las tuberías de las instalaciones, se cubre con el polietileno negro para así evitar el contacto con la superficie del terreno, y sobre éste se lleva a cabo el armado del acero de refuerzo que tendrá la cimentación, así como las instalaciones de tuberías.

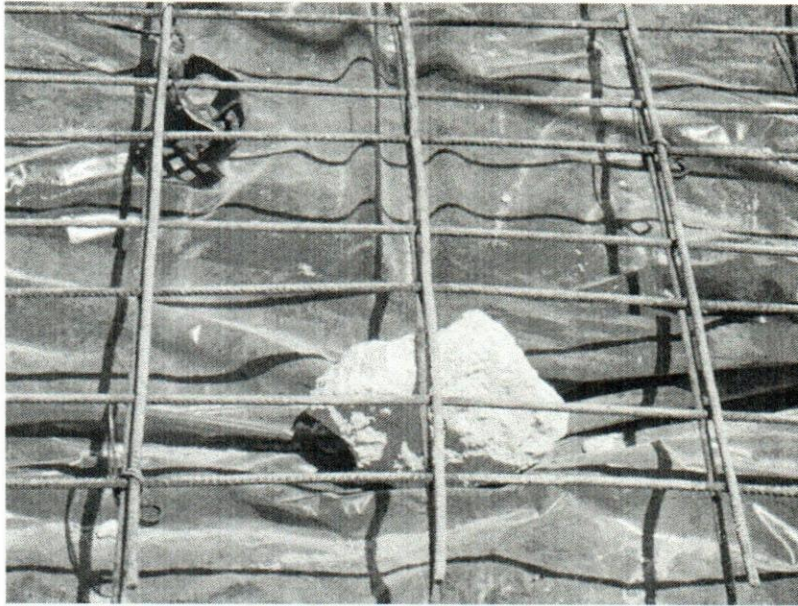


Figura 50 Losa de Cimentación

En la figura 50, se debe cuidar este tipo de detalles en el proceso constructivo, ya que la presencia de materiales como esta roca además de modificar el volumen de concreto, incide también en las propiedades de los materiales para lograr la resistencia y la calidad conforme a proyecto.

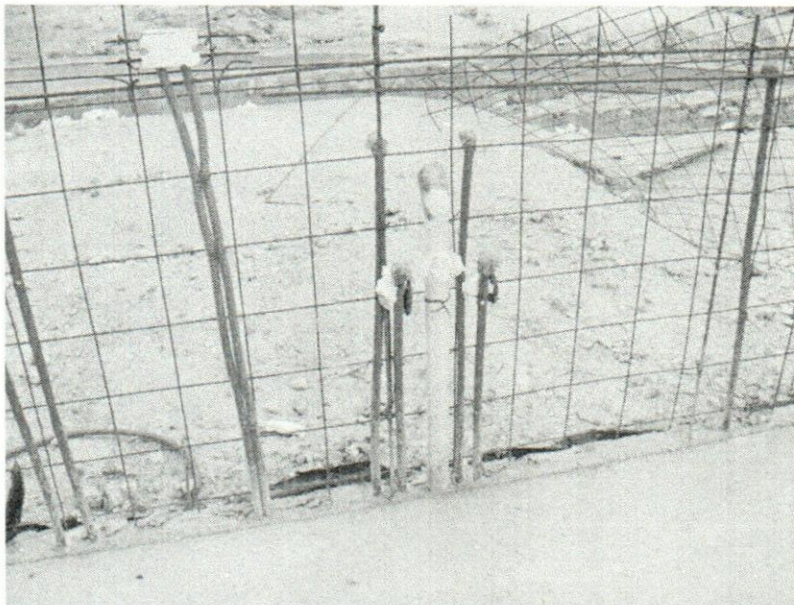


Figura 51 Armado de Muro y Colocación de tubos y mangueras

En la figura 51, se observa el armado del acero de refuerzo para muros, así como la colocación de tubería para la instalación hidráulica y sanitaria, y la colocación de manguera para la instalación eléctrica.

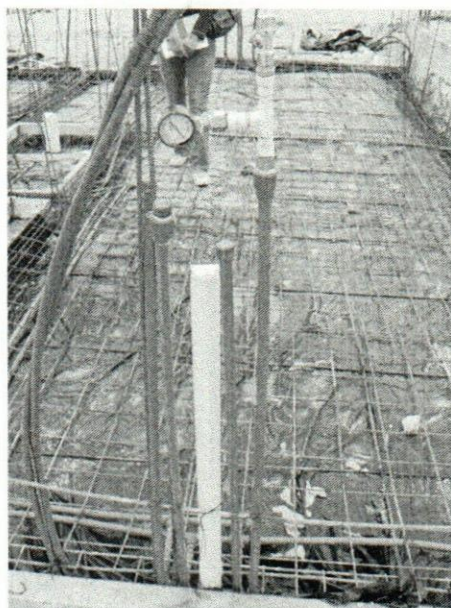


Figura 52. Pruebas realizadas en la instalación hidráulica

En la Fig. 52, se puede apreciar las pruebas a que son sometidas las instalaciones hidráulicas, por parte del personal de Premín, las cuales consisten en: Prueba Hidrostática e Hidrodinámica. Una vez terminada la instalación y antes del colado del muro se hace la prueba hidrostática e hidrodinámica en sitio para verificar el buen funcionamiento de la misma. La prueba hidrostática se lleva a cabo inyectando agua a la tubería a una presión de 6 kg/cm^2 , durante un período de 20 minutos a las instalaciones y 3 kg/cm^2 por 20 minutos cuando se tengan conectados los muebles y accesorios.

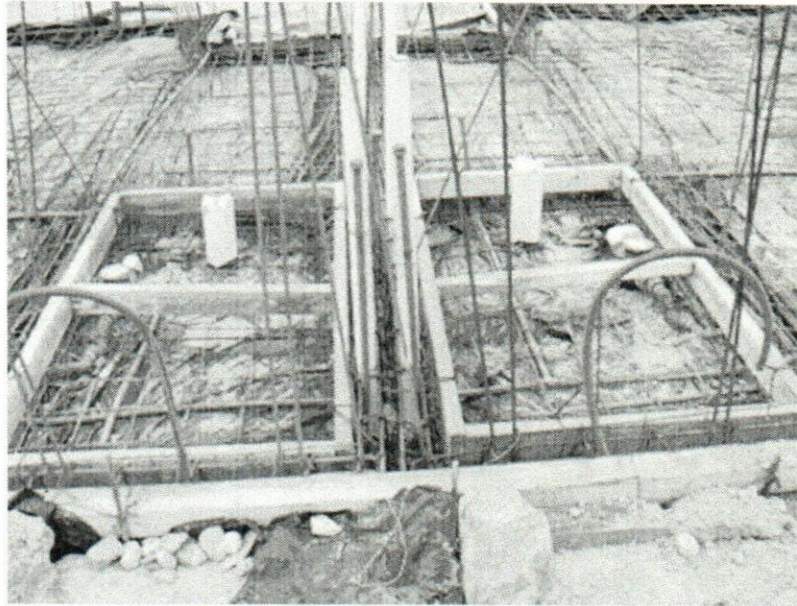


Figura 53 Armado y colocación de tubería

En la figura 53, una vez realizada la instalación se procede al taponamiento temporal de las tuberías antes del colado para que durante éste, no sean obstruidas por el concreto.

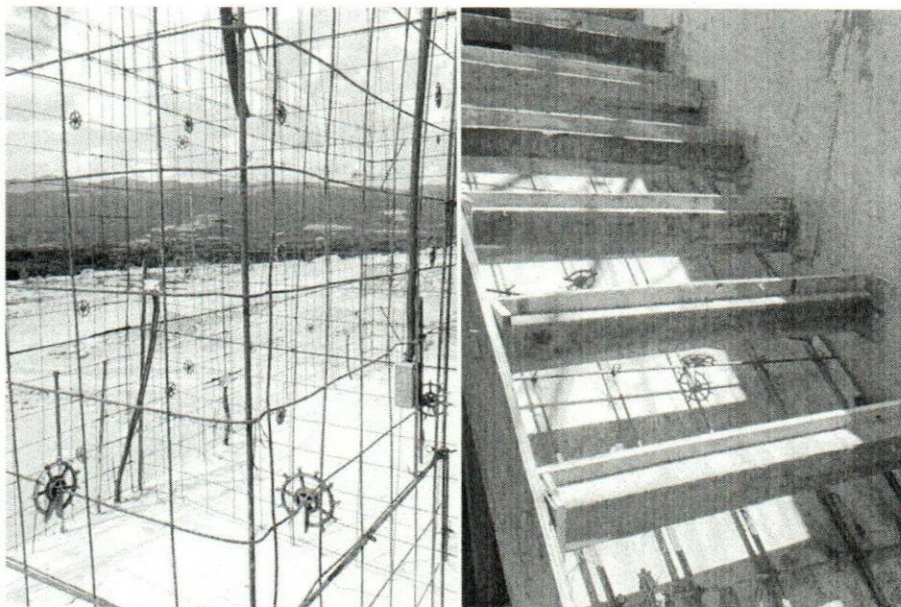


Figura 54 Colocación de discos separadores

En la figura 54, para que el acero quede totalmente embebido en el muro, es importante calzar el acero con los discos separadores para centrar el acero de refuerzo y evitar el contacto con las paredes del molde.

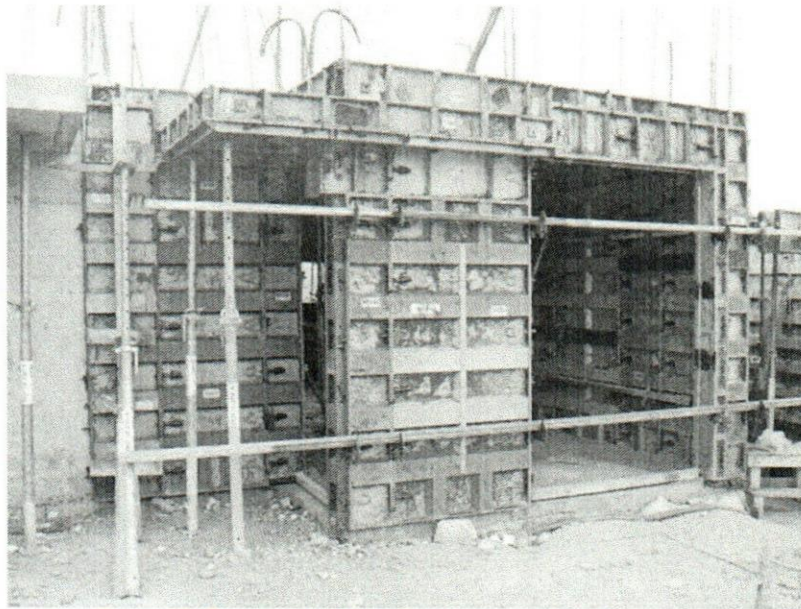


Figura 55. Colocación de moldes y apuntalamiento

En la figura 55 se observa la colocación de los moldes de los muros, así como la utilización de los alineadores, para obtener muros rectos y mejores ajustes en las uniones entre paneles, así como el apuntalamiento vertical.

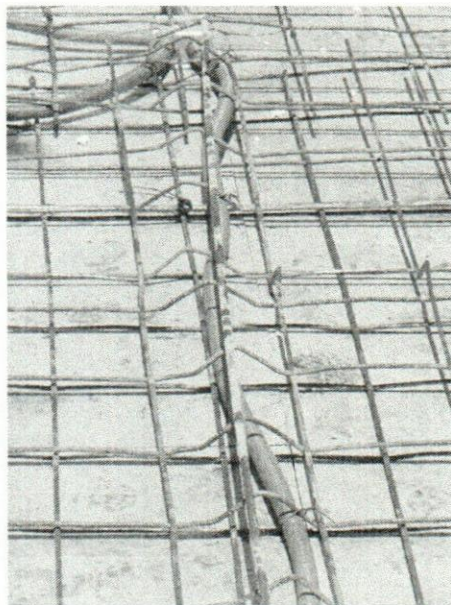


Figura 56. Armado en losa

En la figura 56 se observa que debido a las instalaciones eléctricas se hacen dobleces en el acero de refuerzo de la losa, y se debe cuidar que al realizar este tipo de adecuaciones no se afecte a lo estipulado en proyecto.

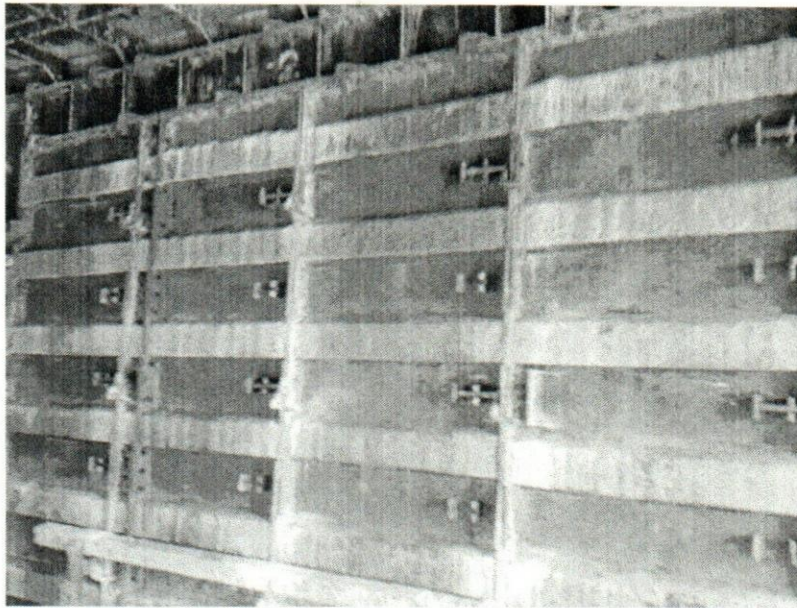


Figura 57. Molde para colado del muro armado

La figura 57 corresponde al molde que se utiliza para el colado de los muros armados, se puede apreciar también el alineamiento horizontal del mismo.

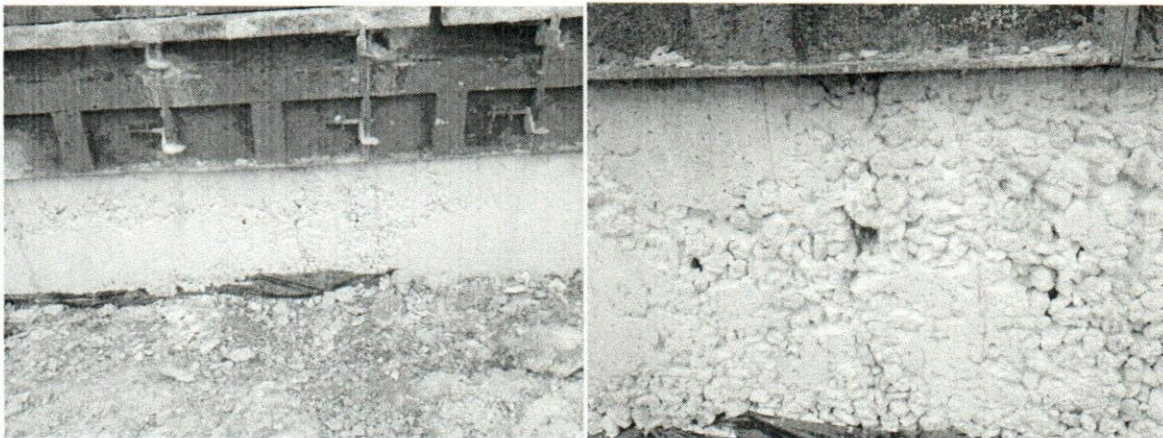


Figura 58 Acabado en la cimentación

En la figura 58 se observa que existe una aglomeración de agregados en una zona de la cimentación, presentándose una mala apariencia, además de que la mala distribución de los agregados provoquen problemas tanto en la resistencia de la misma como en su calidad, ya que en la imagen de la derecha se puede visualizar parte del acero de refuerzo, lo cual puede propiciar problemas en el acero de refuerzo, pues al estar expuesto a la intemperie, aumentan las posibilidades de contaminación del acero, el cual puede sufrir de futuras corrosiones.

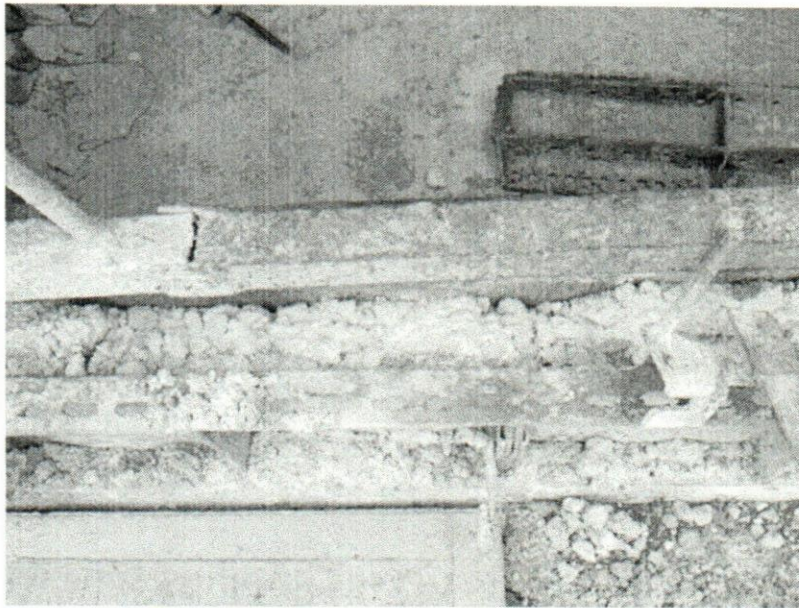


Figura 59 Acabado en vanos inferiores de puertas.

En la figura 59 se aprecia el acabado en el vano inferior de las puertas, presentando una aglomeración de agregado grueso, lo cual puede ser originado al mal vibrado del concreto, lo cual origina una mala distribución de los agregados.

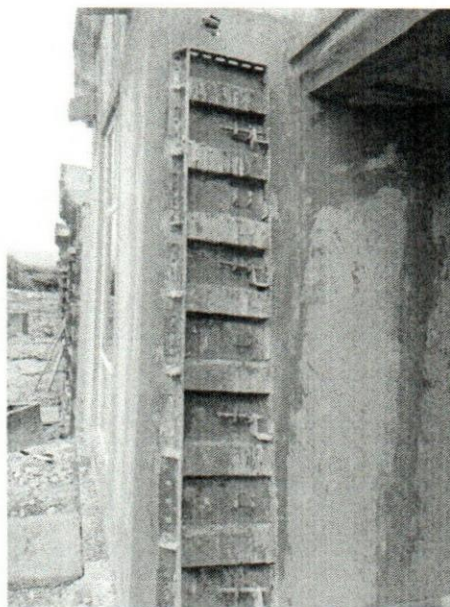


Figura 60. Molde para muro armado

En la figura 60 se puede observar la falta de limpieza a los moldes una vez que han sido retirados. Se recomienda la limpieza total de los moldes, para que así puedan incrementar su vida útil, además de que al no limpiarlos inmediatamente después de ser desmoldados, el concreto tendrá una mayor

adherencia, y esto repercutirá en futuras utilidades, ya que los acabados no tendrán la apariencia adecuada, en parte a la modificación en las zonas de contacto del molde con el muro.



Figura 61 Contaminación de materiales de construcción

Se puede apreciar en la figura 61, que muchas ocasiones en obra no se cuidan los materiales de la contaminación que puedan sufrir, a pesar de estar colocado sobre polietileno negro, se puede apreciar que la arena se encuentra contaminada por residuos de materiales productos de los trabajos en obras, se incrementan las cantidades de finos, y esto provocará que los concretos sufran modificaciones en su composición química, lo cual se manifestará con futuros agrietamientos.

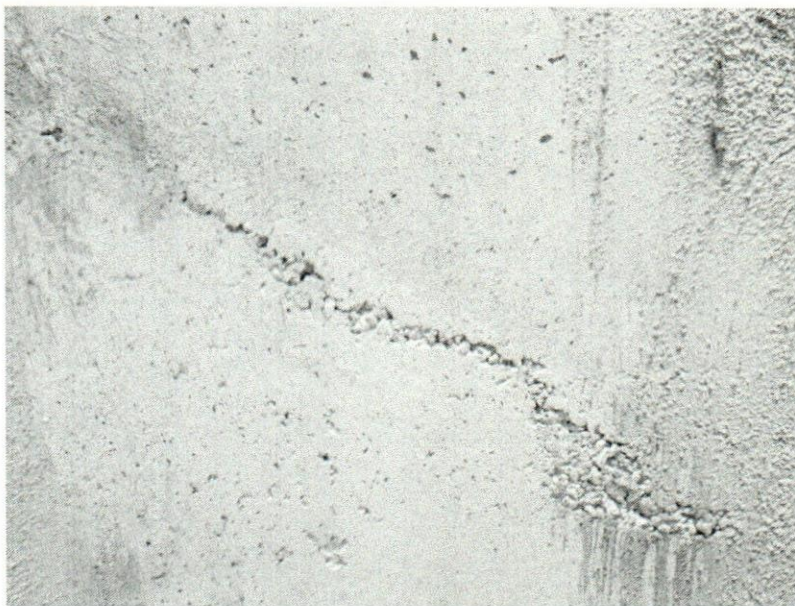


Figura 62 Segregación en muros

Se puede apreciar en la figura 62 que una vez desmoldados los muros de concreto armado, se presentan segregaciones de agregados gruesos en ciertas zonas del muro, esto originado al mal vibrado del mismo.



Figura 63 Fisuras en muros

Se pueden apreciar la aparición de ciertas fisuras (Figura 63) en los muros, las cuales no son por falla estructural, sino más bien se deben a problemas como exceso de finos, curado ineficiente, el cual origina un incremento en la temperatura

durante el fraguado del concreto, esta acción térmica provoca ciertas tensiones internas lo cual origina la fisuración del concreto.

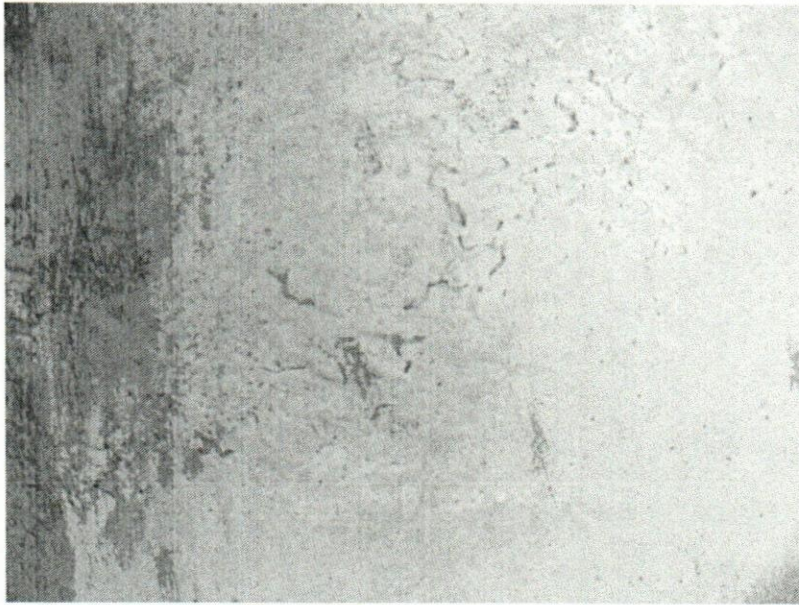


Figura 64 Mal acabado de muros

La figura 64 representa las consecuencias a las que conlleva la mala limpieza de los moldes para el muro armado, muchas veces no se puede desprender el concreto adherido a las paredes del mismo, y al utilizarlo en futuras ocasiones, provocan un acabado como el señalado en la imagen.



Figura 65 Fisuras en losas

En la figura 65 se pueden apreciar fisuras en la losa, dichas fisuras pudieron ser provocados por los siguientes factores. 1) colado en altas temperaturas o con exceso de viento, 2) contracción térmica por la falta de curado, o bien, 3) por exceso de finos en los agregados producto de la contaminación de los materiales en el lugar.

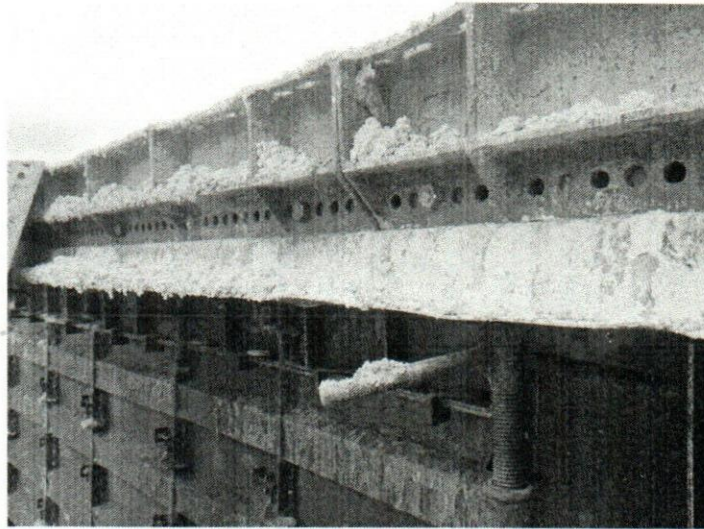


Figura 66. Desperdicios durante el colado

Por lo que se puede apreciar en la figura 66, el no ser cuidadosos en el colado del concreto, origina que mucho material se deposite sobre los elementos que conforman el molde para los muros armados, y si dejamos que estos fragüen, tendrán una mayor adherencia a los elementos, y por consecuencia, será mas difícil de limpiar.

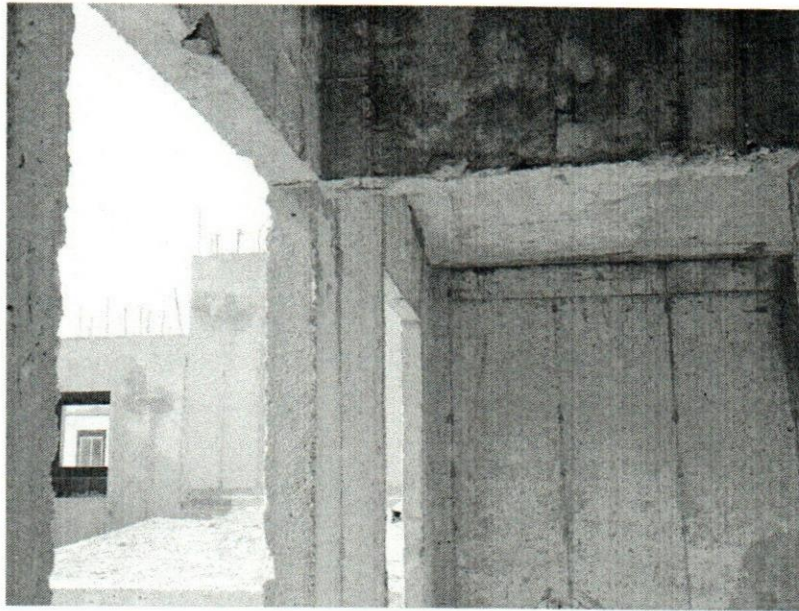


Figura 67. Desperdicios durante el colado

En la figura 67 se aprecia el desplome que presentan alguno de los muros, al desmoldar, esto se debe a que muchos moldes han cumplido con su vida útil, por lo cual es necesario cambiarlos, pues se han deteriorado de tal forma que su uso es perjudicial.

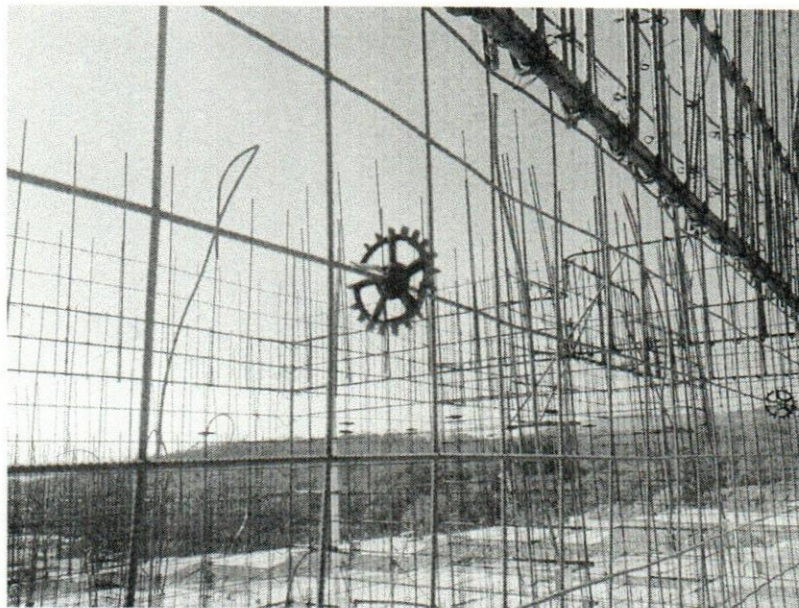


Fig. 68 Colocación de Discos Separadores

En la figura 68 se observa la colocación de los discos separadores en el armado, cuya función es la de mantener centrado el armado dentro del molde.



Fig. 69 Vivienda Terminada

Se aprecia en la figura 69 la vivienda ya terminada a base de muro armado. Ya con las correcciones realizadas de todos los detalles observados, es importante señalar que si se evitarán todas las anomalías identificadas en la presente investigación, se reducirían los tiempos de entrega, así como el costo de las mismas.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El propósito de este trabajo es proporcionar información correspondiente al proceso constructivo utilizado por las desarrolladoras de viviendas, como se pudo apreciar a lo largo del desarrollo del mismo, existen muchos factores que modificarán varios aspectos como los costos, la calidad y los tiempos para la construcción de las viviendas, las conclusiones y recomendaciones presentadas a continuación, se realizan con base a la supervisión y verificación del Proceso Constructivo del Fraccionamiento Jardines del Grijalva, no se pretende generalizar, sin embargo se mencionan ciertos aspectos a cuidar, pues muchas veces la mayoría de los desarrolladores de vivienda, inciden en algunas de la situaciones presentadas en esta investigación.

La limpieza es uno de los aspectos que los contratistas descuidan, le restan importancia, sin embargo, una mala limpieza en los moldes de los muros armados, origina la reducción de la vida útil de los mismos, además de que se deterioran y como consecuencia, los acabados bajan de calidad, lo cual origina más gastos para alcanzar la calidad estipulada en proyecto. También el dejar que los materiales de construcción, como los agregados, se contaminen, propicia que la composición del concreto se modifique, a veces por la presencia de finos o de otros agentes que puedan traer consecuencias como la carbonatación.

Con respecto a las fisuras y otras fallas en el concreto, se debe recordar que un concreto es una mezcla compuesta por pasta y agregados, cuando esta recién mezclado debe ser plástico o semifluido y capaz de ser moldeado a mano (Damas, 1999). La pasta esta formada por agua, cemento y aire atrapado o incluido, y los agregados que forman el concreto son generalmente arena y grava. Durante el colado del concreto, muchas veces se presentan grietas cuando éste se encuentra en estado plástico, las cuales pueden ser evitadas conociendo las causas. La causa básica del agrietamiento es la restricción. Si todas las partes del concreto estuvieran libres para moverse cuando el concreto se expande o se contrae, no habrían agrietamientos ocasionados por cambio de volumen, dado que estos agrietamientos son producidos por el desarrollo de deformaciones

diferenciales que inducen esfuerzos por tensión. Generalmente estas grietas son de dos tipos: Grietas por Asentamiento Plástico y Grietas por Contracción Plástica. Aparte de ser antiestético, el agrietamiento producido en la estructura permite la entrada y difusión de la humedad y del oxígeno, capaces de corroer el acero de refuerzo y, a su vez, promover la degradación estructural y disminuir la vida útil.

Las siguientes recomendaciones pueden evitar o reducir la posibilidad de agrietamientos por asentamiento plástico:

- Aumentar el recubrimiento de concreto
- Disminuir el revenimiento del concreto
- Disminuir los tamaños de las barras de refuerzo.

La revibración ejecutada de manera correcta puede usarse para cerrar grietas producidas por el asentamiento, y así mejorar la calidad y apariencia del concreto en la posición superior de esos trabajos.

Se debe asegurar que el concreto no se adhiera a los encofrados, por lo que éstos deberán poseer textura lisa, estar limpios y cubiertos con una película que evite la adherencia entre ellos (por ejemplo aceite o grasa).

Las siguientes acciones pueden evitar o reducir la posibilidad de agrietamientos por contracción plástica:

- Humedecer los agregados a utilizar para la fabricación del concreto que estén secos y sean absorbentes.
- Humedecer los encofrados.
- Levantar rompevientos provisionales para reducir la velocidad del viento en la superficie del concreto.
- Levantar protectores provisionales de los rayos del sol para reducir la temperatura en la superficie del concreto.
- Mantener baja la temperatura del concreto fresco por medio del enfriamiento de los agregados y del agua de mezclado.

- Proteger el concreto de la evaporación del agua por medio de cubiertas provisionales, como los forros de polietileno, durante cualquier retraso apreciable en la colocación y el acabado.
- Inmediatamente después de la nivelación se puede aplicar con rocío algún retardante de evaporación, comúnmente polímeros, para retrasar la evaporación del agua antes de comenzar con las operaciones de acabado final y curado.
- Reducir el período entre la colocación y el inicio del curado eliminando los retrasos durante la construcción.
- Proteger el concreto inmediatamente después del acabado final para minimizar la evaporación. (Uso de atomizadores de humedad y reductores de evaporación).
- El uso de fibra sintética dentro del concreto aumenta la capacidad de deformación a tensión del mismo.

Si durante el curado llegarán a aparecer grietas de contracción plástica, se podrían cerrar emparejando cada lado de la grieta por medio de una llana y volviendo a dar el acabado. No obstante, el agrietamiento podría volver a ocurrir a no ser que se corrigiera las causas que lo han provocado.

Cuando se emplee curado con agua, éste debe ser continuo para evitar cambios de volumen debidos al humedecimiento y secado alternativos.

Es importante que, los constructores sigan al pie de la letra las recomendaciones que se proporcionan, pues esto les ayudará considerablemente a abatir muchos problemas y vicios observados en el proceso constructivo.

BIBLIOGRAFÍA

- Branson, D. E., Deflexiones de estructuras de concreto reforzado y preesforzado, Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, 1980
- Cárcamo Reyes Marlon Orlando, Agrietamiento del Concreto En Estado Plástico, El Salvador, 2003.
- Carrier Roer & Danforth Richard, Curado del Concreto, Editorial Limusa, 1995.
- Cartas Paredes L. F., 4° Simposio Nacional sobre la enseñanza del Concreto, Instituto Politécnico Nacional, México, 1993.
- Clark John E, Los olmecas en Mesoamérica, Ediciones del Equilibrista S. A., México, D. F., 1994.
- Damas Damas Humberto Atila, Control de Calidad del Concreto Hidráulico, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, 1999.
- De Olloqui José Juan, Apuntes para la Historia de la Vivienda Obrera en México, Editorial Infonavit, México, 1992.
- Escobar Jorge, Introducción a la Tipología Estructural, Guatemala, 1997.
- García Sologaitoa Adolfo Bernabé, Tesis: "Consideraciones generales sobre Concreto Reforzado", Guatemala, 2005.
- Gómez Castillejos María Eugenia, Integración de una propuesta de subasta de viviendas de interés social, para el Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, 1996.
- González Sandoval Federico, Manual de Supervisión de Obras de Concreto, Editorial Limusa, México, 1990.
- Hambin Dora Jane, Las Primeras Ciudades, Bélgica, 1975.
- Harmsen Teodora, Diseño de Estructuras de Concreto Armado, Fondo Editorial, 2005.
- Laguna Carlos, La vivienda a través del tiempo, México, 1995.
- Lozano Calderón Hilda, Infonavit una hipotecaria social, paquete línea III, Ediciones Infonavit, México, 1994.

- Montesinos Alvarado Néctar Augusto, Factibilidad y Viabilidad de proyectos de vivienda de interés social en el Estado de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, 2001.
- S. Merrit F, Manual del Ingeniero Civil, Mc Graw Hill, México, 1992.
- Samper Germán, La evolución de la vivienda, Bogotá, 2004.
- San Bartolomé Ángel, Muñoz Alejandro, Comportamiento de Placas de Concreto Reforzado con mallas electrosoldadas, Perú, 2004.
- Schteingart Martha y M. Solís, Vivienda y familia en México: un enfoque socio-espacial, INEGI, IIS-UNAM, COLMEX, 1995.
- Schteingart Martha, Pobreza, condiciones de vida y salud en la ciudad de México, El Colegio de México, 1997.
- Villafuerte Zúñiga Rosalba, Apuntes para el Curso de Construcción, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, 1992.
- Zambrano Oscar, Causas, Evaluación y Reparación de Fisuras en Estructuras de Concreto, Argentina, 2006.
- <http://www.institutoconstruir.org/centrocivil/SISMORESISTENTE/nte030-2003.pdf>
- <http://www.casaspremin.com.mx/Mexico/Chiapas/jardinesdelgrijalva/ubicacion.html>