

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DPTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA



TRABAJO DE GRADUACIÓN
“MANUAL TÉCNICO DE PROCESOS
CONSTRUCTIVOS”

PRESENTADO POR:
SERGIO NOBLE GÓMEZ
JAIME BALMORE RAMOS
ALEX ALFREDO RODRIGUEZ VIGIL

PARA OPTAR AL TITULO DE
INGENIERO CIVIL

SAN MIGUEL, JUNIO DE 2005

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DPTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA



“MANUAL TÉCNICO DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS”

PRESENTADO POR:
SERGIO NOBLE GÓMEZ
JAIME BALMORE RAMOS
ALEX ALFREDO RODRIGUEZ VIGIL

PARA OPTAR AL TITULO DE:
INGENIERO CIVIL

TRABAJO DE GRADUACION APROBADO POR:

ING. GUILLERMO MOYA TURCIOS
COORDINADOR DE TRABAJOS DE GRADUACION

ING. UVIN EDGARDO ZÚNIGA CRUZ
DOCENTE DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADUACION

CIUDAD UNIVERSITARIA, SAN MIGUEL JUNIO DE 2005

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

RECTORA:

Dra. María Isabel Rodríguez

VICE-RECTOR ACADEMICO:

Ing. Joaquín Orlando Machuca Gómez

SECRETARIA GENERAL:

Lcda. Alicia Margarita Rivas de Recinos

FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL

DECANO INTERINO:

Ing. Juan Francisco Mármol Canjura

SECRETARIA:

Licda. Lourdes Elizabeth Prudencio Coreas

JEFE DE DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA:

Ing. Oscar Reynaldo Lazo Larín

TRABAJO DE GRADUACION APROBADO POR:

ING. UVIN EDGARDO ZUNIGA CRUZ
DOCENTE DIRECTOR

ING. GUILLERMO MOYA TURCIOS
COORDINADOR DE TRABAJOS DE GRADUACION

DEDICATORIA

De la forma más cristalina, agradezco y dedico a todas aquellas personas que se identificaron conmigo en el desarrollo de mi trabajo y la coronación de mi carrera y en especial a:

A DIOS TODOPODEROSO

Por haberme iluminado el camino hacia la culminación de mi carrera.

A MIS PADRES

Por haberme señalado el sendero de vida hacia el éxito.

A MIS HERMANAS

Por su apoyo incondicional en todo el desarrollo de mi carrera.

A LA MEMORIA DE MARLENY MARILU PORTILLO CAÑAS

Por haber sido motivo siempre de inspiración, para salir adelante, además por haber conquistado lo que un día fue nuestro sueño. Te dedico este triunfo por haber sido uno de los seres más bellos en mi vida y que además siempre vivirás en mi corazón.

A MI SOBRINO CARLOS LUIS

Por ser un amigo, un hijo, un confidente, por darme fuerzas para salir adelante, por ser incondicional para conmigo, por tu apoyo, tus palabras de aliento, tu confianza, por siempre creer en mi.

A RICARDA ZELAYA

Por el apoyo que me brindó, en determinado momento de mi carrera.

A BLANCA ESTELA NAVARRO

Por haberme acompañado a lo largo de toda mi carrera de inicio a fin, de manera incondicional; asimismo, por siempre creer en mi, por ser limpia y cristalina en cada una de tus palabras de aliento cuando más lo necesité, por tanto detalle hermoso que hubo siempre hacia mi te dedico este triunfo. QUE DIOS TE BENDIGA por haber sido tan bondadosa para conmigo.

A SONIA ARACELY CALDERON RIVERA

Por brindarme apoyo académico, en el desarrollo de mi trabajo.

A MI HIJO SERGIO ADGUSTO

Por ser uno de mis grandes motivos de inspiración para subir día con día un peldaño más en la escalera sin fin hacia la superación.

sergio

AGRADECIMIENTO

A DIOS TODOPODEROSO, por haberme bendecido en cada etapa de mi vida y guiado por el sendero del bien permitiendo la culminación de mi carrera con éxito.

A LA VIRGEN MARIA, por escuchar mis plegarias y oraciones y estar presente en todo momento y permitir finalizar de esta manera mi objetivo

A MIS COMPAÑEROS, Alex y Sergio, por el apoyo mutuo brindado desde el inicio de este trabajo hasta la finalización del mismo.

A MI ASESOR, Ing. Uvin Edgardo Zúniga, por proporcionarnos información valiosa y guiarnos de manera eficiente desde el principio hasta finalizar nuestro trabajo.

A FAMILIARES Y AMISTADES, que de una u otra manera colaboraron para poder llevar a cabo este proceso y finalizarlo con éxito.

Jaime Balmore

DEDICATORIA

A MI MADRE, Lilian Ramos, por su sacrificio desde el primer momento de mi vida así como por guiarme por el sendero correcto desde el principio de mi educación hasta la culminación de mi carrera.

A MIS HERMANOS, Edgar y Heidy, al apoyarme y motivarme en los momentos difíciles durante mi formación como profesional.

A MI TIA-ABUELA, Paula Perla, por sus sabios consejos y velar por mi bienestar desde mi infancia hasta este momento tan importante de mi vida

A MI ESPOSA, Alma, por compartir conmigo los momentos críticos e impulsarme con amor a hacerle frente a los obstáculos y alcanzar de esta manera la meta propuesta.

A MI HIJA, Mónica, Por darme el don de ser padre e inspirarme a salir adelante y cumplir con mi objetivo.

A MI TIO, Evelio Santamaría, por brindarme su apoyo incondicional durante todo el proceso de formación profesional.

Jaime Balmore

AGRADECIMIENTO

Al haber culminado esta etapa tan importante de mi vida no puedo dejar de lado el agradecer a todos y todas aquellas personas que de una u otra forma participaron y contribuyeron a que alcanzara esta meta. Las palabras y el espacio se quedan cortos para enumerarlos uno a uno, pero particular y especialmente agradezco a:

DIOS TODOPODEROSO, por ser el que me ha guiado, iluminado y protegido durante este largo camino.

LA VIRGEN SANTÍSIMA, por ser aquella madre celestial que siempre estuvo a mi lado, cuidando e intercediendo por mí.

NUESTRO DOCENTE DIRECTOR, Ing. Uvin Edgardo Zúniga, por su guía y ayuda hasta terminar el trabajo.

MIS TIOS, Pedro Flores y Doris de Flores, por su ayuda y apoyo en los momentos que los necesité.

FAMILIARES Y AMIGOS, que de una u otra forma me apoyaron

MIS MAESTROS, desde aquellos de primaria hasta los universitarios, por haberme transmitido el conocimiento necesario para alcanzar esta meta.

MIS COMPAÑEROS, Moyo y Noble, por su comprensión y esmero para terminar el presente trabajo

Alex Alfredo

DEDICATORIA

Existen personas que por su ayuda, comprensión, sacrificios, cariños debo más que agradecimiento, por lo que merecen una mención especial, y muy sinceramente son a las cuales DEDICO este triunfo.

A MIS PADRES, Alfredo Rodríguez y Vilma de Rodríguez, por haber estado a mi lado desde mis primeros pasos, enseñarme el camino recto y especialmente por todos los sacrificios hechos a lo largo de mi vida para alcanzar este triunfo

A MIS HERMANOS: Carlos Orlando, Verónica Saraí y Francisco Javier, por su comprensión, apoyo y por estar siempre conmigo impulsándome a llegar al final.

A MI ABUELA, Orbelina Rodríguez (de grata recordación) por su cariño, consejos y ánimos.

A MI NOVIA, Delfina María, por su apoyo, cariño y comprensión

Alex Alfredo

INTRODUCCION

Hoy en día vivimos en un mundo que nos exige eficiencia e incluso perfección en cada una de las ramas en las que nos desempeñamos, para poder desarrollarse en una sociedad en la que sólo los que cumplan con lo anterior podrán hacerlo.

El campo de la Ingeniería Civil, y específicamente, el área de las edificaciones no es ajena a lo expuesto en el párrafo anterior, por el contrario es un campo esencial en el desarrollo de la sociedad, en efecto se puede apreciar que el desarrollo de los países y sociedades van de la mano con el desarrollo de sus edificios: Al desarrollarse una mejor sociedad, una mejor economía, es necesario el desarrollo de mejores edificaciones, que lleguen a suplir las nuevas necesidades que se van generando con el desarrollo mismo.

Nuestro país no es ajeno a este desarrollo y cada día se van necesitando la construcción de nuevas edificaciones; para ello es necesario que se cuente con profesionales capaces de responder a estas necesidades, cada vez más exigentes.

Los planes de estudios de la carrera de Ingeniería Civil y Arquitectura, presentan cursos o asignaturas en las cuales se pretende capacitar al estudiante para obtener el conocimiento necesario para poder hacer frente a las viejas y nuevas necesidades en el ámbito de la construcción; sin embargo, estos planes en muchas ocasiones se quedan cortos en su objetivo debido a diferentes causas.

El presente Manual trata acerca de los principales procesos constructivos involucrados en el desarrollo de un edificio, mostrando una pequeña teoría de los mismos, dando énfasis en la ejecución de los mismos.

El presente trabajo pretende ser una herramienta más para que los diferentes actores, especialmente alumnos de las carreras de Ingeniería Civil y carreras afines, podamos estar preparados para responder a las exigencias y retos que el campo de la edificación nos demanda.

INDICE

1	GENERALIDADES	2
1.1	ANTECEDENTES	2
1.2	JUSTIFICACIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.2.1	<i>Planteamiento del problema</i>	4
1.3	OBJETIVOS.....	5
1.3.1	<i>Objetivo General</i>	5
1.3.2	<i>Objetivos Específicos</i>	5
1.4	ALCANCES Y LIMITACIONES	6
1.4.1	<i>Alcances</i>	6
1.4.2	<i>Limitaciones</i>	7
1.5	METODOLOGÍA.....	8
2	OBRAS PRELIMINARES.....	10
2.1	INSTALACIONES PROVISIONALES	10
2.1.1	<i>Generalidades</i>	10
2.1.2	<i>Bodegas de Almacenamiento</i>	10
2.1.3	<i>Oficinas Provisionales</i>	13
2.1.4	<i>Instalaciones Eléctricas Provisionales</i>	14
2.1.5	<i>Instalaciones Hidráulicas Provisionales</i>	15
2.1.6	<i>Instalaciones Sanitarias Provisionales</i>	16
2.1.7	<i>Instalaciones Provisionales para los Trabajadores</i>	19
2.1.8	<i>Otros Conceptos</i>	23
2.1.9	<i>Procedimiento a seguir para realizar la construcción de las instalaciones provisionales</i>	26
2.1.10	<i>Clases de Instalaciones Provisionales</i>	27
2.2	TRAZO	27
2.3	NIVELACIÓN	36
2.4	EXCAVACIÓN.....	39
2.5	COMPACTACION	46
2.5.1	<i>Métodos para compactar</i>	47
3	CONCRETO.....	50
3.1	GENERALIDADES	50
3.2	COMPONENTES DEL CONCRETO	51
3.2.1	<i>Cemento</i>	51
3.2.2	<i>Agregados</i>	52

3.2.3	Agua.....	56
3.2.4	Acero.....	56
3.2.5	Aditivos	57
3.3	FABRICACION DEL CONCRETO	57
3.3.1	Mezclado Manual.....	58
3.3.2	Mezclado Mecánico.....	59
3.3.3	Pre-mezclado.....	61
3.4	TRANSPORTE Y COLOCACION DEL CONCRETO	62
3.4.1	Vibrado del Concreto	64
3.5	CURADO DEL CONCRETO	69
3.6	PRUEBAS AL CONCRETO	71
3.6.1	Prueba de Revenimiento	71
3.6.2	Prueba de Resistencia a la Compresión.....	73
3.7	PROPIEDADES DEL CONCRETO	75
3.7.1	Trabajabilidad.....	76
3.7.2	Impermeabilidad	77
3.7.3	Densidad	77
3.7.4	Resistencia al fuego.....	77
3.7.5	Contracción.....	78
4	CONCRETO ESTRUCTURAL.....	80
4.1	GENERALIDADES	80
4.2	CIMENTACIONES.....	80
4.2.1	Zapata Corrida.....	81
4.2.2	Zapatas Aisladas	84
4.2.3	Zapata combinada.....	85
4.2.4	Losa de Cimentación	85
4.2.5	Proceso Constructivo de Zapatas.....	89
4.3	COLUMNAS DE CONCRETO	93
4.3.1	Tipos de Columnas	94
4.3.2	Requisitos generales para el diseño de columnas de concreto reforzado.....	98
4.3.3	Proceso Constructivo de Columnas	99
4.4	VIGAS DE CONCRETO REFORZADO	133
4.4.1	Tipos de Vigas.....	134
4.4.2	Intersección de Vigas y Columnas	135
4.4.3	Disposición del Refuerzo en Vigas.....	137
4.4.4	Proceso Constructivo de Vigas.....	140

4.5	SOLERAS Y NERVADURAS	162
4.6	LOSAS	165
4.6.1	Aspectos Básicos	165
4.6.2	Losas Densas	165
4.6.3	Losas-Aligeradas	167
4.6.4	Losas Nervadas en una Dirección	167
4.6.5	Proceso Constructivo de Losa	169
5	PAREDES	208
5.1	GENERALIDADES	208
5.2	PARED DE LADRILLO DE BARRO	209
5.3	PAREDES DE BLOQUE DE CONCRETO	216
5.3.1	Grados:	217
5.3.2	Tipos:	217
5.3.3	Características	218
5.4	PAREDES PORTANTES O DE CARGA	223
5.5	JUNTAS	227
5.5.1	Juntas de control	227
5.5.2	Juntas de morteros (sisas)	227
5.6	MORTERO	229
5.7	CONCRETO FLUIDO	231
5.8	PROCESOS CONSTRUCTIVOS	232
5.8.1	Soleras de Fundación	232
5.8.2	Paredes de bloque	256
5.8.3	Paredes de Ladrillo de Barro	281
5.8.4	Repello y Afinado	286
6	TECHOS	292
6.1	GENERALIDADES	292
6.2	TIPOS PRINCIPALES DE TECHOS	292
6.2.1	Techos con Superficie Plana Horizontal	292
6.2.2	Techos con Superficie Inclinada	293
6.3	ESTRUCTURA DE SOPORTE	295
6.3.1	Estructura de Soporte de Madera	295
6.3.2	Estructuras de Soporte de Acero	299
6.3.3	Vigas Macomber	299
6.4	CUBIERTAS	302

6.4.1	<i>Cubiertas de Teja</i>	303
6.4.2	<i>Cubiertas de Fibrocemento</i>	303
6.4.3	<i>Cubiertas de palastro ondulado (lamina galvanizada)</i>	304
6.4.4	<i>Cubiertas a base de estructuras y lamina de asbesto</i>	304
6.5	PROCESOS CONSTRUCTIVOS	305
6.5.1	<i>Estructura de Acero</i>	305
6.5.2	<i>Estructura de Madera</i>	331
6.5.3	<i>Cielo Falso</i>	349
7	PISOS	355
7.1	GENERALIDADES	355
7.2	PISOS DE LADRILLO DE CEMENTO.....	356
7.3	PISOS CERÁMICOS	357
7.4	PISOS DE CONCRETO	358
7.5	PROCESOS CONSTRUCTIVOS	358
7.5.1	<i>Pisos de Ladrillos de Cemento</i>	358
7.5.2	<i>Pisos de Cerámica</i>	371
7.5.3	<i>Colado de Losa para Piso de Cerámica</i>	376
7.5.4	<i>Trazo y colocación de Cerámica</i>	380
8	ESCALERAS	389
8.1	GENERALIDADES	389
8.2	PARTES DE LA ESCALERA	389
8.2.1	<i>Peldaño</i>	389
8.2.2	<i>Barandillas</i>	391
8.3	PROCESO CONSTRUCTIVO	392
9	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	397
9.1	CONCLUSIONES.....	397
9.2	RECOMENDACIONES	398
	BIBLIOGRAFÍA	400

CAPITULO I

"GENERALIDADES"

1 GENERALIDADES

1.1 ANTECEDENTES

El área de la construcción como campo de acción del ingeniero civil en El Salvador se encuentra actualmente asediada; ya que estos tienen que depurar sus conocimientos y habilidades a través de la experiencia directa; es decir, sin el apoyo de bibliografía actualizada sobre procedimientos de construcción; esto es la bibliografía que existe se encuentra desfasada y si está actualizada es extranjera; sin mencionar además que dicha bibliografía toca tópicos acerca de la construcción puntuales, no así una secuencia concatenada o integrada de procesos constructivos para realizar una obra, entre las cuales se mencionan: *Práctica Constructiva* de Francisco Arquero, 1980; *Materiales y Procedimientos de Construcción* de Bárbara Zetina, 1955; *Instructivo Para Maestros de Obra*, Pacheco Cachón, 1970; y más recientemente, *Guía Auxiliar Sobre Procesos Constructivos en Edificaciones* de Dinora del Carmen Avendaño y otros.

Lo anterior genera problemas en el área de la construcción que cobra vital importancia en muchos aspectos.

1.2 JUSTIFICACIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Una de las razones fundamentales por la que fallan de manera alarmante en los presupuestos y programación de obras los estudiantes que han cursado Planeamiento y Administración de Obras I, en el Departamento de Ingeniería y Arquitectura de la Facultad Multidisciplinaria de Oriente, y en general los alumnos de diversas universidades, es por el desconocimiento que se posee de los procesos constructivos que la obra conlleva; asimismo nunca se podrá programar una obra cuyo proceso se desconoce; también es utópico pensar que se estará apto para supervisar o dirigir un proceso constructivo que se desconozca.

La Industria de la Construcción en El Salvador avanza de manera acelerada; pero la bibliografía con la que se cuenta en éste en su mayoría es de origen extranjero y muy escasa, es decir, no se ajusta a nuestra realidad en cuanto a procesos constructivos se refiere y además esta bibliografía no está adyacente al nivel académico de los estudiantes de Planeamiento y Administración de Obras I, quienes sólo han cursado materias teóricas-básicas (Matemáticas, Físicas, Sólidos, etc.) que se encuentran totalmente aisladas de la construcción en donde la práctica cobra vital importancia para su aprendizaje.

Un problema muy común en el estudiante que ha cursado la asignatura antes mencionada, es que al insertarse en el campo de la Construcción se encuentra que el lenguaje técnico que utiliza es totalmente diferente al lenguaje empírico que utilizan maestros de obra, albañiles, auxiliares y en general todas aquellas personas que se dedican a la Industria de la Construcción. Por otra parte, en el desarrollo de la Asignatura no se hacen prácticas de campo y si se hacen, no son suficientes como para llegar a tener familiaridad con el conocimiento de los procesos constructivos que exige el programa.

Además, los estudiantes e incluso hasta ingenieros civiles graduados de las diferentes Universidades, se inscriben en cursos cortos sobre procesos constructivos desarrollados por instituciones o asociaciones involucradas en el área, reflejando estas inscripciones de manera clara y transparente el desconocimiento que se tiene acerca de los mismos; pero los estudiantes y profesionales no llenan su deficiencia con estos

cursos, no porque éstos no tengan la consistencia técnica, sino porque el desarrollo de los mismos está orientado a procesos constructivos puntuales (procesos constructivos de paredes de ladrillo de barro, de columnas, de soleras, etc.) y no así a procesos concatenados, es decir, integrados, en los cuales se refleje la construcción de un edificio desde el inicio hasta el fin.

1.2.1 Planteamiento del problema

Es claro entonces, que existen deficiencias en el conocimiento de los procesos constructivos en todos aquellos estudiantes que han cursado la asignatura de Planeamiento y Administración de Obras I en la Universidad de El Salvador; en consecuencia se hace necesario la elaboración de un Manual Técnico de Procesos Constructivos, que describa de manera concatenada, es decir, ordenada o integrada cada uno de los procesos constructivos en la industria de la construcción salvadoreña; para que luego el estudiante posea una herramienta que ayude a enfrentar el problema en la elaboración de presupuestos, programación y supervisión de procesos constructivos como producto del desconocimiento de los mismos; este Manual Técnico además será con un nivel académico adyacente para los estudiantes de Planeamiento y administración de Obras I, es decir, superará los problemas de extranjerismo que presenta la mayor parte de la bibliografía actual, ya que se ajustará a nuestra realidad salvadoreña. Asimismo los estudiantes se verán sustancialmente beneficiados en su formación profesional; de la misma forma encontrarán apoyo en este manual Arquitectos, Ingenieros Civiles, Técnicos en construcción, obreros y en general todas aquellas personas que tengan relación directa con la industria de la construcción.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

Elaborar un Manual Técnico de Procesos Constructivos enmarcado en el programa de la materia de Planeamiento y Administración de Obras I de la Universidad de El Salvador.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Contribuir, por medio del manual, a que los alumnos tengan una herramienta más para el curso de Planeamiento y Administración de Obras I.
- Proporcionar para cada uno de los procesos constructivos una teoría breve y clara acerca del mismo, a fin de evidenciar la relación teórica – práctica.
- Ilustrar a través de esquemas, cada uno de los procesos constructivos, para tener una idea clara de los aspectos más relevantes de los procesos constructivos.
- Brindar criterios idóneos a fin de obtener procesos constructivos que permitan desarrollar obras de calidad.

1.4 ALCANCES Y LIMITACIONES

1.4.1 Alcances

- El presente trabajo estuvo orientado a los estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil, dentro del marco establecido en el programa del curso Planeamiento y Administración de Obras I; a excepción de las generalidades y cimentaciones profundas.
- Los procesos constructivos expuestos están orientados a las edificaciones más comunes en El Salvador, tales como:
 - Edificación de paredes de carga: Estos son cuando existen paredes con suficiente resistencia como para recibir y transmitir las cargas sin la presencia de columna; pudiendo ser éstas de mampostería reforzada, es decir, a base de bloques de concreto o arcilla.
 - Edificios de concreto reforzado a base de marcos: es cuando la estructura principal son vigas y columnas que forman un entramado estructural capaz de resistir las cargas. En este caso las paredes son elementos secundarios desligados de las columnas y las vigas superiores.
 - Estructura a base de marcos y paredes interactuantes: este caso es el más frecuente y aprovecha las ventajas de ambos sistemas, en los cuales las paredes quedan ligadas a las columnas debido a que presentan comportamiento estructural.

En todos estos tipos de estructuras se describirán sus elementos principales de que están formados y su proceso constructivo; así como una serie de ilustraciones que dejarán más claros los conceptos vertidos en cada apartado.

- También se tratará la construcción de techos con soporte de madera y cubierta de teja, así como techos con soporte metálicos (polines espaciales, vigas macomber) con cubierta de asbesto cemento, lámina; asimismo se trata de la construcción de escaleras de concreto reforzado de tramos rectos; además se abordarán los pisos de ladrillo de cemento, cerámica y pisos de concreto.

1.4.2 Limitaciones

- Se presentarán los procesos constructivos para edificios de hasta dos niveles de altura.
- No se abordará el diseño de ninguna estructura
- En cimentaciones, se expondrá únicamente el proceso constructivo de zapatas aisladas.
- Los elementos que involucren encofrados, se incluirán únicamente los encofrados de madera.
- El manual no cubrirá las instalaciones eléctricas ni hidráulicas.
- No se considerarán los procesos concernientes a acabados, tales como: pintura, puertas, ventanas, etc.
- El presente documento no contempla el control de calidad de materiales ni el control de las normas de seguridad en las construcciones.

1.5 METODOLOGÍA

Para alcanzar el objetivo de elaborar un Manual Técnico de Procesos Constructivos que beneficie a los estudiantes de Planeamiento y Administración de Obras I de la Universidad de El Salvador, Ingenieros civiles, Arquitectos, Técnicos en Construcción, Maestros de Obra y en general todas aquellas personas que tengan relación directa con la industria de la construcción, se hizo con la metodología siguiente:

Se realizó una profunda investigación bibliográfica, adaptándola en cuanto a vocabulario y procedimiento constructivo a la realidad salvadoreña; además, se hicieron entrevistas a personas idóneas en cada rama específica de la construcción dentro del marco de nuestros alcances; es decir, no se le consultó acerca de encofrados a un armador, sino precisamente a un carpintero para mencionar un ejemplo, y de esta manera la entrevista brindó información precisa y refinada acorde a cada proceso constructivo.

Además se realizaron numerosas visitas de campo a lugares donde se desarrollaban construcciones, para observar y recavar los diferentes aspectos involucrados en la ejecución de cada proceso tratado en el presente documento. Estas visitas de campo se hicieron de forma ordenada, de tal forma de llevar el orden y la relación expuesta en el documento de los procesos; es decir, no se hizo una visita al armado y colado de una columna si en ese momento se estuviera desarrollando el capítulo de obras preliminares, por mencionar un ejemplo.

Asimismo, en las visitas de campo se tomaron fotografías a las fases de los procesos constructivos que se consideraron ineludibles para la buena comprensión de cada uno de los diferentes procesos.

En relación de la prioridad bibliográfica se le dio relevancia a la bibliografía salvadoreña y de países vecinos del área centroamericana, dejando por último la bibliografía Norteamericana, por considerar que estos procesos son muy distintos a los utilizados en nuestro medio.

CAPITULO II

"OBRAS PRELIMINARES"

2 OBRAS PRELIMINARES

2.1 INSTALACIONES PROVISIONALES

2.1.1 Generalidades

Las instalaciones provisionales son obras necesarias cuando se va a ejecutar una construcción, pero que tiene la característica que cuando se ha dado por finalizado el proyecto, tienen que desaparecer del lugar donde han sido colocadas.

Generalmente, son construidas a base de madera como costanera, cuarterones, regla pacha; que sirven como marco y el forro de láminas galvanizadas acanaladas o lisas, las puertas son de marco de madera y forro de plywood, las ventanas pueden ser de madera o de marco de aluminio o celosía de vidrio. La estructura de techo es de madera y la cubierta es de lámina galvanizada. La magnitud de estas instalaciones estará directamente relacionada con el volumen de la obra a realizar y la naturaleza de ella.

Entre las principales instalaciones provisionales tenemos:

1. Bodegas de almacenamiento.
2. Oficinas provisionales.
3. Instalaciones eléctricas.
4. Instalaciones hidráulicas provisionales.
5. Instalaciones sanitarias provisionales.
6. Instalaciones provisionales para los trabajadores.

2.1.2 Bodegas de Almacenamiento.

Estas instalaciones son construidas con la finalidad de conservar y proteger los materiales, herramientas y equipos contra todos los agentes atmosféricos que posteriormente serán utilizados para dar cumplimiento al desarrollo de la obra.

Un objetivo importante de estas instalaciones, es el de tener reservas de materiales en la obra, para que ésta no sea detenida por falta de los mismos.

La bodega debe ser ubicada en un lugar donde no interrumpa las actividades que se tienen que llevar a cabo en la obra; por eso es conveniente que ésta quede en lugares cercanos a la construcción.

En cuanto a las dimensiones dependerá principalmente de la obra que se va a ejecutar, pero que debe de tener la capacidad para que haga una reserva permanente en la obra de 3 o 4 jornadas de trabajo.

El área de la bodega a utilizar no puede ser definida aleatoriamente, por ello se utilizan algunos parámetros de estimación:

- La superficie se puede calcular en una relación de 0.2 a 0.6 m² por obrero.
- El almacenaje de cemento necesitará 1 m² por cada 14 bolsas, además no se debe apilar más de 7 bolsas para evitar el endurecimiento por bodegaje. Se colocarán sobre tarimas de madera con una altura mínima de 10 cm. Sobre el nivel del suelo.
- Con respecto a los proyectos pequeños, las dimensiones de la bodega oscilan entre los límites de 3.50 a 4.00 mts de ancho por 4.00 a 6.00 mts de largo. Si en la bodega se almacena material inflamable (pintura, cal, etc.) deben tener adecuada ventilación.

Para la construcción de la bodega deberán respetarse los siguientes requisitos:

1. La bodega deberá construirse fuera del área de construcción.
2. Debe estar ubicada en un lugar accesible.
3. Para determinar su área debe tomarse en cuenta la cantidad de equipo, herramientas y materiales a almacenar.
4. Deberán construirse en su interior una tarima que esté de 10 a 25 cms del piso para la colocación del cemento.
5. Se debe incluir también: un estante para herramientas, un estante para accesorios y clavos, una mesa para escritorio y en ciertos casos un compartimiento adicional para el almacenamiento de materiales o equipo especial. (Ver Figura 2-1).
6. La altura mínima será de 2.30 mts.



Figura 2-1: Bodega con diferentes estantes

El material utilizado para la construcción de las bodegas dependerá básicamente de la economía del constructor.

Para formar el marco o estructura se utilizan cuartones hincados en el terreno unos 40 cms y colocados a plomo; para las paredes, madera clavada en los cuartones o lámina galvanizada clavada en los cuartones; para el techo, puede utilizarse como estructura de soporte costaneras de pino, y como cubierta lámina galvanizada. (Ver Figura 2-2).

Dependiendo de las exigencias del constructor, el suelo de estas bodegas puede ser compactado utilizando para ello apisonadores manuales o mecánicos.

La persona encargada de llevar el control de los materiales que se encuentran en la bodega, recibe el nombre de “BODEGUERO”.



2.1.3 Oficinas Provisionales.

Estas deberán estar ubicadas en un lugar donde se tenga una posición desde la cual se tenga la visibilidad a todo el proyecto.

Su principal objetivo, es el de guardar los planos que se están utilizando en la obra, también, es el lugar donde se programan y se organizan las actividades que se tienen que llevar a cabo. Para la construcción de la misma el procedimiento de construcción y los materiales son los mismos que para la bodega.

Las oficinas son construidas específicamente para aquellas personas que participan de una manera técnica en la ejecución del proyecto; como son, el ingeniero encargado de la obra y otros que necesiten acceso en las mismas. En algunos casos éstas también sirven como pagaduría.

Sus dimensiones mínimas oscilan de 2.5 mts a 3.0 mts, dentro de la cual contiene una mesa no menor de 1.5 mts, cuatro sillas, alumbrado eléctrico apropiado, un lugar adecuado donde guardar los planos; asimismo, instrumentos para dibujo tales como: escalímetros, borradores, etc. También en éstas permanece un documento

contractual de mucha importancia como es la bitácora. Además varios tomacorrientes, un lavamanos (para uso exclusivo de oficina), un servicio y el piso similar al de la bodega.

2.1.4 Instalaciones Eléctricas Provisionales

En toda obra de construcción es necesario contar con energía eléctrica, por tanto deberán hacerse instalaciones provisionales a fin de tener abastecimiento de electricidad en los lugares que sea necesario; con el objeto de poder operar máquinas o motores eléctricos que se utilizan en el proceso de trabajo, tales como: vibradores, soldadores, sierras eléctricas, bombas, concreteras, etc.

Para poder contar con este tipo de instalación provisional, se llenan todos los requisitos (solicitudes, pago de aranceles, etc.) dependiendo de la ubicación de la construcción a las siguientes instituciones: Compañía de Alumbrado Eléctrico de San Salvador (CAESS), Compañía de Luz Eléctrica de Santa Ana (CLESA), Compañía de Luz Eléctrica de Sonsonate (CLES), Empresa Eléctrica de Oriente (EEO), Distribuidora de Energía del Sur (DELSUR).

Aprobada la solicitud de servicio eléctrico, se pide a estas empresas la conexión de los servicios provisionales; para lo cual se tiene que pagar cierta cantidad de dinero por los derechos de conexión y otra en calidad de depósito, cuyo monto dependerá de los servicios a prestar. Ellos mismos se encargan de colocar un contador con el objeto de controlar la energía consumida. Una vez hecha la conexión en el punto de entrega por la empresa en el tablero y cables propiedad del constructor, las demás conexiones corren por cuenta del constructor; es decir, hacer las instalaciones eléctricas en todo el terreno donde se realizará la construcción en función de cómo se vaya a utilizar la energía. Luego estos cables se tienen que llevar hasta el poste donde se encuentra el tablero principal propiedad de la construcción (Ver Figura 2-3).



2.1.5 Instalaciones Hidráulicas Provisionales.

El abastecimiento de agua en una construcción, es una de las instalaciones más importantes, ya que por lo general sirven para: abastecer de agua a los obreros, trabajos de albañilería, lavado de ciertos materiales antes de su utilización, fabricación del concreto, etc.

La provisión de agua en una construcción puede hacerse por medio de:

- Sistemas provisionales de cañería, solicitados a la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA). Para la instalación de la cañería, el constructor debe llenar una solicitud de factibilidad y demás trámites para llevarlo a dicha institución. Esta última, luego de recibir la solicitud envían un representante para la debida inspección y para hacer su presupuesto. Si dicha inspección es aprobada se instala la tubería y un contador, hasta el lugar donde ellos especifiquen, es decir, sólo ANDA está autorizada a tocar las tuberías que le pertenece, a lo sumo el constructor puede llegar excavando hasta que la tubería quede visible; pero nunca entroncar ninguna tubería de ANDA. Luego el

resto de las tuberías y ramificaciones de la cañería corren por cuenta del constructor.

- Camiones Cisternas. Estos funcionan de manera idónea cuando no hay factibilidad para el acceso al servicio de agua, a través de los servicios que brinda la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANANDA). Los camiones cisterna distribuyen el agua en pilas, barriles metálicos o plásticos, ubicados adecuadamente dentro de la obra. (Ver Figura 2-4).



2.1.6 Instalaciones Sanitarias Provisionales.

2.1.6.1 Sanitarios

Las instalaciones sanitarias son indispensables en toda obra, su principal objetivo es el de atender las necesidades biológicas de los trabajadores. Los más comunes son los servicios a base de fosas sépticas, que pueden ser de entarimados, hechos de madera o de tazas prefabricadas de cemento, las cuales ya vienen con

todos sus accesorios, es decir; su plataforma, la taza y tapadera. El piso debe ser de concreto simple, para así poder lavarlos. Además, cerca al sanitario deberá estar cualquier dispositivo que permita la higiene de los obreros, tales como: un barril o pila con agua, no faltando sus respectivos detergentes.

Los servicios sanitarios se deben de instalar lo más cerca de las aguas negras existentes; pero no demasiado cerca de las áreas de construcción de actividades laborales o talleres.

En caso de no existir alcantarillado o estar muy lejos, se harán letrinas de fosa. Podemos considerar si existen instalaciones de aguas negras un inodoro por cada diez trabajadores o una letrina de fosa por cada 15 obreros.

El tipo de servicios que se construye depende de factores tales como: la ubicación de la obra, la duración que ésta va a tener, etc. En cualquier caso deberá procurarse que sean lo más higiénicas posibles y que no causen ninguna molestia a las propiedades vecinas, ni contravengan las disposiciones y reglamentos de las autoridades de salud pública; así como también lo establecido en el *SINDICATO UNIÓN DE TRABAJADORES DE LA CONSTRUCCIÓN (SUTC)*. Estas instituciones recomiendan: desinfectar los sanitarios por lo menos una vez por semana, con cal, creolina o cualquier otro desinfectante la primera; la SUTC establece que es obligación instalar un lugar adecuado para el aseo personal, así como también servicios sanitarios para la protección de la salud de los trabajadores y proporcionarles agua potable. (Ver Figura 2-5).



2.1.6.2 Agua Potable

En el proyecto es necesario el abastecimiento de agua para poder ser utilizada en el consumo y aseo de los obreros, además de las diversas actividades de albañilería (elaboración de motero, curado de paredes, vigas, losas, columnas, zapatas, cuadrados, repellos, afinados, zulaqueados de pisos, etc.) elaboración de concreto, limpieza de herramientas y algunos materiales para su utilización.

El abastecimiento de agua potable debe efectuarse antes de iniciarse los procesos constructivos. Como instalaciones provisionales debe observarse lo siguiente:

1. La instalación deberá efectuarse de tal manera que de salida cercana en el lugar de colocación de las concreteras a la hora de efectuar los colados.
2. Se deben construir depósitos de almacenamiento, para los casos que no exista abastecimiento o servicio continuo.
3. Los diámetros para las instalaciones podrán ser de $\varnothing \frac{3}{4}$ " para líneas principales y de $\varnothing \frac{1}{2}$ " para líneas secundarias.

En el suministro de agua potable, deberá verificarse lo establecido en la respectiva especificación de seguridad. Se aplicará el sistema de alcantarillado sanitario

lo establecido también en su respectiva especificación de seguridad. Se hace hincapié en estos rubros, en los aspectos de salud y seguridad, ya que suelen ser primordiales.

2.1.7 Instalaciones Provisionales para los Trabajadores.

Entre las principales Instalaciones provisionales para los trabajadores tenemos:

- a) Vestidores.
- b) Comedores
- c) Talleres.

2.1.7.1 Vestidores

Estas instalaciones se construyen para que los trabajadores guarden sus objetos personales y puedan cambiarse de ropa para incorporarse a sus actividades laborales. Deberán estar dotados de lavamanos y ducha incluso, si es posible. Según la dimensión de la obra la superficie se puede calcular a razón de 1.0 a 2.0 m² por obrero.

Los vestidores, se construyen con madera generalmente de pino y forrados con lámina galvanizada; asimismo su ubicación debe ser tal que no atrase a la obra.

En general los vestidores deberán erigirse de tal forma que en ningún momento contravengan lo dispuesto en el *SINDICATO UNIÓN DE TRABAJADORES DE AL CONSTRUCCIÓN (SUTC)*, el cual en la cláusula 16 dice: “1°) *Proporcionar al trabajador un lugar seguro, para guardar las herramientas y útiles de su propiedad; el lugar será independiente de la bodega, con llave, bajo la responsabilidad de los vigilantes*”. (Ver Figura 2-6).



Figura 2-6: Desvestideros para obreros

2.1.7.2 Comedores

Estas instalaciones se determinan para que los obreros puedan tomar sus alimentos, casi siempre están dotados de mesa y bancos de madera empotrados en el suelo.

El comedor se debe ubicar de tal forma que no atrase las actividades del trabajo y lejos de las letrinas.

Se debe vigilar la higiene de este lugar y no permitir la acumulación de papeles, botellas o desperdicios, los cuales pueden ser focos de infección de algunas enfermedades. Será necesario colocar recipientes con tapaderas.

2.1.7.3 Talleres

Dentro de los espacios necesarios de habilitar para el buen desarrollo de la obra se encuentran los diferentes talleres, entre los cuales se encuentran los siguientes:

- a) Taller de Armadura
- b) Taller de Carpintería

- c) Taller Mecánico.
- d) Taller de Fontanería.

2.1.7.3.1 Taller de Armadura:

Este es un elemento de las instalaciones provisionales, dentro del cual se realizan todas las actividades relacionadas con el acero tales como: cortarlo, doblarlo, amarrarlo con alambre de amarre, a fin de preparar zapatas, estribos (coronas), soleras, bastones, vigas, tensores, etc.

Estos talleres sirven también para que los armadores guarden sus herramientas (grifas, alicates, tuncas, tenazas, martillos, almádanas, sierras, clavos de acero, niveles de caja, cintas métricas, cáñamos o pitas, etc.) en cajones hechos con costanera y tablas de pino con su respectivo portacandados. Estos son construidos hincando cuartones en el terreno debiendo quedar éstos a plomo, sobre éstos descansan unas costaneras y colocando lámina galvanizada como material de cubierta con clavos; asimismo, deberán estar ubicados de manera tal que en ningún momento interfieran en el desarrollo de la obra. Deberán tener un lugar donde guardar los elementos ya armados tales como: columnas, nervios, zapatas, etc. (Ver Figura 2-7).



Figura 2-7: Taller de armadura

2.1.7.3.2 Talleres de Carpintería.

Esta es una instalación provisional, donde se trabaja con la materia prima que es la madera, la cual es cortada, cepillada, y se prepara a fin de armar los encofrados para zapatas, pedestales, columnas, vigas, losas, etc. Esta instalación sirve también para que los carpinteros guarden sus herramientas (niveles de caja, plomadas, martillos, sierras eléctricas y de mano, escuadras, cáñamos o pitas, etc.), en un cajón hecho de madera (tablas y costaneras), no faltando el portacandados para seguridad.

Además deberá tener, un lugar para proteger del sol y agua las piezas de madera ya elaboradas.

Los talleres de carpintería se erigen hincando cuarterones en el suelo y poniéndolos a plomo; sobre éstos van clavados unas vigas de costanera en forma horizontal, sobre la que se clava la lámina galvanizada como cubierta; por otra parte, la ubicación debe ser idónea para que no atrase la obra a realizarse. (Ver Figura 2-8).



Figura 2-8: Taller de carpintería

2.1.7.3.3 Taller Mecánico

En este taller, es donde se lleva toda la maquinaria liviana (bailarinas, apisonadores, etc.), para darle su respectivo mantenimiento y de ser necesario, las reparaciones respectivas. Su construcción, es parecida al taller de carpintería y armaduría; asimismo, la forma en que guardan los mecánicos sus herramientas. La ubicación, se rige siempre bajo el criterio de no atrasar el desarrollo de la obra.

2.1.7.3.4 Taller de Fontanería.

Es en este taller donde se preparan los elementos necesarios para abastecer de agua la edificación y demás servicios como lo son aguas lluvias y negras.

2.1.8 Otros Conceptos.

2.1.8.1 Cerco de Protección

Toda obra en su construcción debe estar rodeada por un cerco de protección, cuyo principal objetivo es impedir el acceso a personas ajenas a la obra; también brinda protección a los patentes y a la obra en el día y la noche; de la misma forma, evitar el hurto de materiales y herramientas.

Los cercos se construyen de lámina galvanizada, y cuarterones o costaneras de pino; hincando éstos últimos en el suelo poniéndolos a plomo de forma rústica. Después se clava lámina galvanizada para hacer el forro que forma el cerco perimetral.

Sus dimensiones dependen del perímetro del terreno donde se realizará la edificación y su altura puede variar entre los 4 y 7 pies, aproximadamente de 1.20 a 2.00 mts. (Ver Figura 2-9).

2.1.8.2 Caseta de Vigilancia

Está constituida de lámina galvanizada y cuarterones y/o costaneras de pino, generalmente ubicada al lado del portón de acceso principal, cumple con las siguientes funciones:

- Restringir y controlar el acceso de personas a la obra.
- Controlar la entrada y salida de materiales y trabajadores.
- Para vigilancia nocturna. (Ver Figura 2-10).



Figura 2-9: Cerco perimetral de protección al proyecto



Figura 2-10: Caseta de Vigilancia

2.1.8.3 Rótulos

El contratista construirá por su cuenta un rótulo con leyendas referentes a la obra en ejecución (cuando así se requiera en la obra), la leyenda, diseño y ubicación serán proporcionadas al contratista por la supervisión en su oportunidad.

2.1.9 Procedimiento a seguir para realizar la construcción de las instalaciones provisionales.

2.1.9.1 Trabajo de Gabinete

Ubicación: Se determina la ubicación óptima de las instalaciones, pueden seguirse las siguientes recomendaciones:

- Identificar en los planos las áreas de construcción, acceso y pasillo.
- Para las oficinas el lugar escogido debe ser tal que se tenga un panorama completo del avance de la obra.
- La bodega debe estar ubicada de manera que la descarga y desalojo de material no interfiera con las actividades laborales.
- Si se deben instalar en áreas de construcción, deben escogerse para esto las últimas áreas que serán construidas.

2.1.9.2 Dimensionamiento

Deben elegirse las dimensiones óptimas de acuerdo al tamaño de los espacios disponibles y de la magnitud del proyecto, si se eligen grandes se desperdician espacios vitales para el desarrollo de la obra, o si se eligen muy pequeños podemos tener problemas de hacinamiento o de material dejado a la intemperie por falta de espacio.

2.1.9.3 Trabajo de Campo

Cuando se llegan a cabo la construcción de las instalaciones en la obra, un orden adecuado, podrá ser:

- Construcción de la bodega y las oficinas.
- Abastecimiento de agua potable.
- Construcción de los servicios sanitarios.
- Construcción de las instalaciones para trabajadores y las instalaciones eléctricas.

2.1.10 Clases de Instalaciones Provisionales.

2.1.10.1 Prefabricadas.

Son las que tienen dimensiones fijas, sólo se ubica el lugar y se arman en la obra, para las empresas grandes salen económicas pues la utilizan en varios proyectos.

2.1.10.2 Fabricadas IN SITU:

Cuando los materiales son cortados en la orden de cuerdo a las dimensiones especificadas, son construidas en el lugar y pueden o no ser reutilizadas para otro proyecto.

2.2 TRAZO

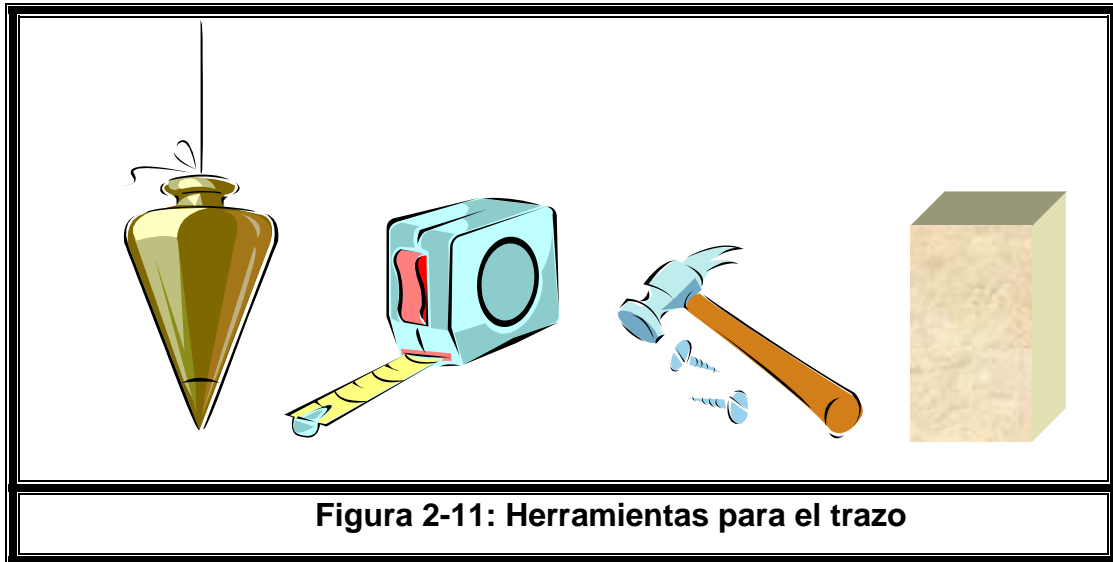
El trazo consiste en marcar sobre el terreno según las indicaciones del plano, la situación exacta de la futura construcción.

Antes de comenzar el trazo y nivelación es imprescindible que el maestro de obra, técnico en construcción, ingeniero civil, arquitecto o en general la persona que hará el trazo haya estudiado cuidadosamente los planos de la construcción propuesta, particularmente la planta arquitectónica, de fundaciones y el plano de ubicación.

La importancia de leer particularmente la planta arquitectónica, de fundaciones y el plano de ubicación es que en éstos aparecen los ejes de las paredes, de soleras, de zapatas y acotadas, las distancias entre ejes de pared, soleras, zapatas; asimismo, se leen los niveles de los diferentes espacios en relación al nivel del piso ya terminado; también aparecen distancias de ancho de paredes, de soleras de fundación, de zapatas. Es entonces el trazo de estos ejes que cobra vital importancia porque de esta actividad depende en gran medida el éxito de todo el desarrollo de toda la obra.

Luego de manera proporcional a la cantidad de ejes que figuren en la planta arquitectónica y de las distancias a lo largo de los ejes de las paredes perimetrales y de aquellos ejes que lleguen perpendiculares a las mismas se procede a preparar el material (regularmente se toman cuatro estacas de costanera por cada eje y la distancia

del perímetro en regla pacha), que consiste básicamente en costanera, regla pacha de pino respectivamente, en nuestro medio por lo general, clavos de dos pulgadas, nylon (cordeles), lápices de color, martillos, almádanas, machete, trompos (estacas de corta longitud), cinta métrica metálica y no metálica y una copia de la planta arquitectónica (Ver Figura 2-11).



El primer paso para la realización del trazo es obtener una línea de referencia, la cual tiene que ser definida en el terreno, pues a partir de ésta se tienen que referir las demás.

Generalmente esta línea suele ser algún límite con una construcción existente o bien una línea que sea paralela al cordón de la cuneta de la calle (línea de construcción). Ésta se define en el terreno hincando trompos (estacas cortas), insertando clavos sobre los trompos y luego tendiendo un cordel entre estos dos clavos. Posterior a esto se traslada esta línea con una plomada a las niveletas, las cuales consisten en dos costaneras (estacas) hincadas en el terreno que llevan como travesaño una regla pacha, ambas generalmente de madera de pino. Una vez se han trasladado estos puntos a la niveleta se colocan unos clavos en forma de “V” y se marca con un lápiz de color, también se acostumbra marcar con una sierra sobre la regla para que la línea de construcción quede bien definida (Ver Figura 2-12).

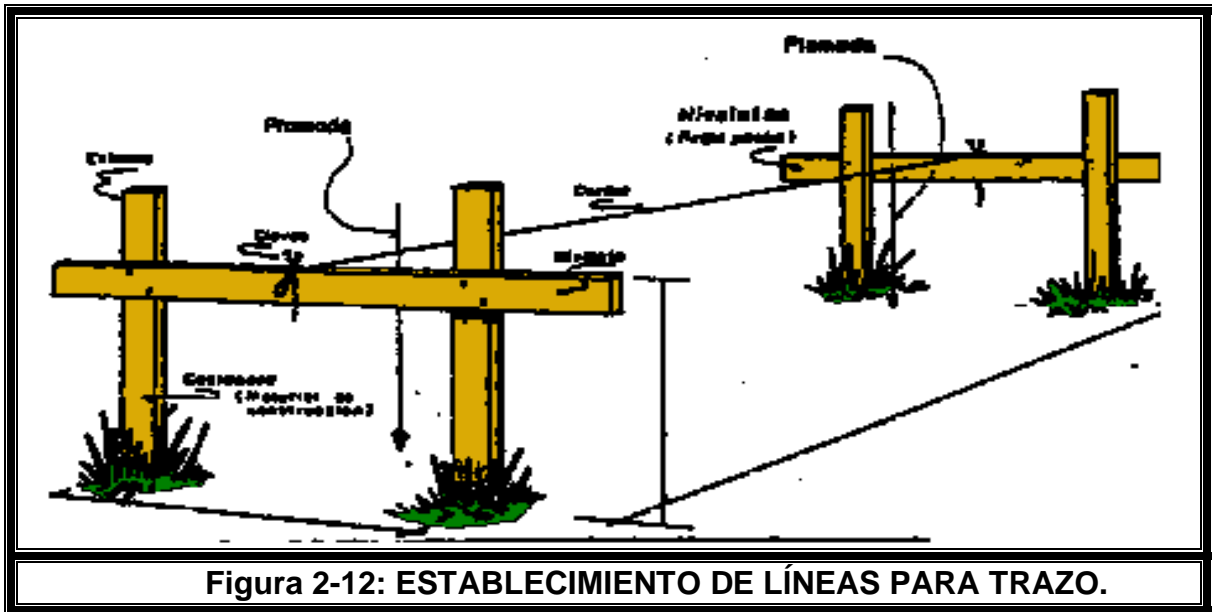


Figura 2-12: ESTABLECIMIENTO DE LÍNEAS PARA TRAZO.

Teniendo ubicada la línea de construcción, procedemos a trazar todos aquellos ejes que de cuerdo al plano llegan perpendiculares a la línea de construcción principalmente los de las paredes perimetrales.

Para trazar los ejes perpendiculares a la línea base sacamos las escuadras en relación a la línea base, utilizando el método 3 – 4 – 5 que se fundamenta en el Teorema de Pitágoras.

Las siguientes medidas son adecuadas para la comprobación de escuadras:

Tabla 2-1: Tabla para la obtención de escuadras

0.80 m	0.60 m	1.0 m
1.20 m	1.60 m	2.0 m
1.80 m	2.40 m	3.0 m
2.40 m	3.20 m	4.0 m
3.00 m	4.00 m	5.0 m
3.60 m	4.80 m	6.0 m
4.20 m	5.60 m	7.0 m
4.80 m	6.40 m	8.0 m
5.40 m	7.20 m	9.0 m

Para sacar una escuadra se procede de la manera siguiente: Estando tendidas y bien tensas las pitas o cordeles tanto la de la línea base como la del eje que será perpendicular a la línea base se miden 3 m a partir del punto donde se quiere la perpendicular y se marca con lápiz de color. Luego se miden 4.0 m a partir de la intersección de las pitas a lo largo de la línea base teniendo cuidado de que la cinta esté siempre horizontal y se marca con lápiz de color. Luego se mide la distancia entre las dos marcas, es decir, entre la marca que está sobre la línea base y el eje que llegará perpendicular a la línea base debiendo medir exactamente 5.0 m para asegurar que ambas líneas son perpendiculares o están a escuadra (Ver Figura 2-13).

Teniendo ya trazada la línea base y los ejes perimetrales se procede a trazar todos aquellos ejes que no son principales los cuales se leen perfectamente en los planos.

La manera de hacerlo es la siguiente: se leen bien en los planos las distancias a la que se encuentran éstos de los ejes principales y se procede a medir sobre un eje principal esta distancia, teniendo cuidado de que la cinta métrica se encuentre siempre en posición horizontal y luego se marca esta distancia con lápiz de color, sobre la pita del eje principal, posteriormente se sacan paralelas y una vez ya definidas se marcan con lápiz de color sobre las niveletas y se colocan dos clavos en forma de "V"; además, se marca con referencia sobre la niveleta eje al cual corresponde; por ejemplo: eje de cocina, eje de pared de colindancia, eje de la línea de la pared de fachada.

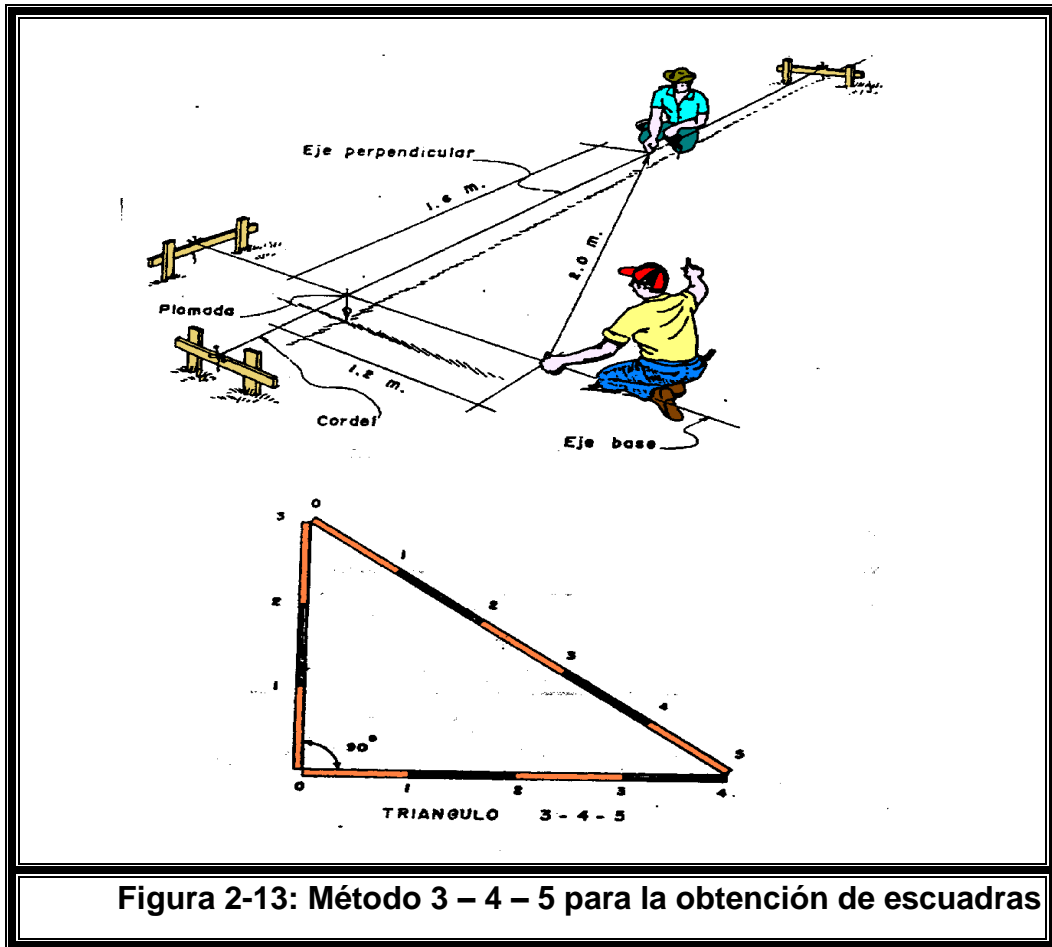


Figura 2-13: Método 3 – 4 – 5 para la obtención de escuadras

Se procede de manera análoga para todos los demás ejes que no sean principales hasta llegar a formar una cuadrícula conocida en nuestro medio como toril (Ver Figura 2-14).

Cuando se tenga que realizar un trazo se debe dejar las niveletas a un mismo nivel a lo largo de todo el terreno; es decir, contenidas en un plano horizontal, pues nos servirán como referencia para medir la profundidad de las excavaciones o para chequear cualquier nivel en el edificio, como por ejemplo el nivel del piso ya terminado, la profundidad de una solera, etc.

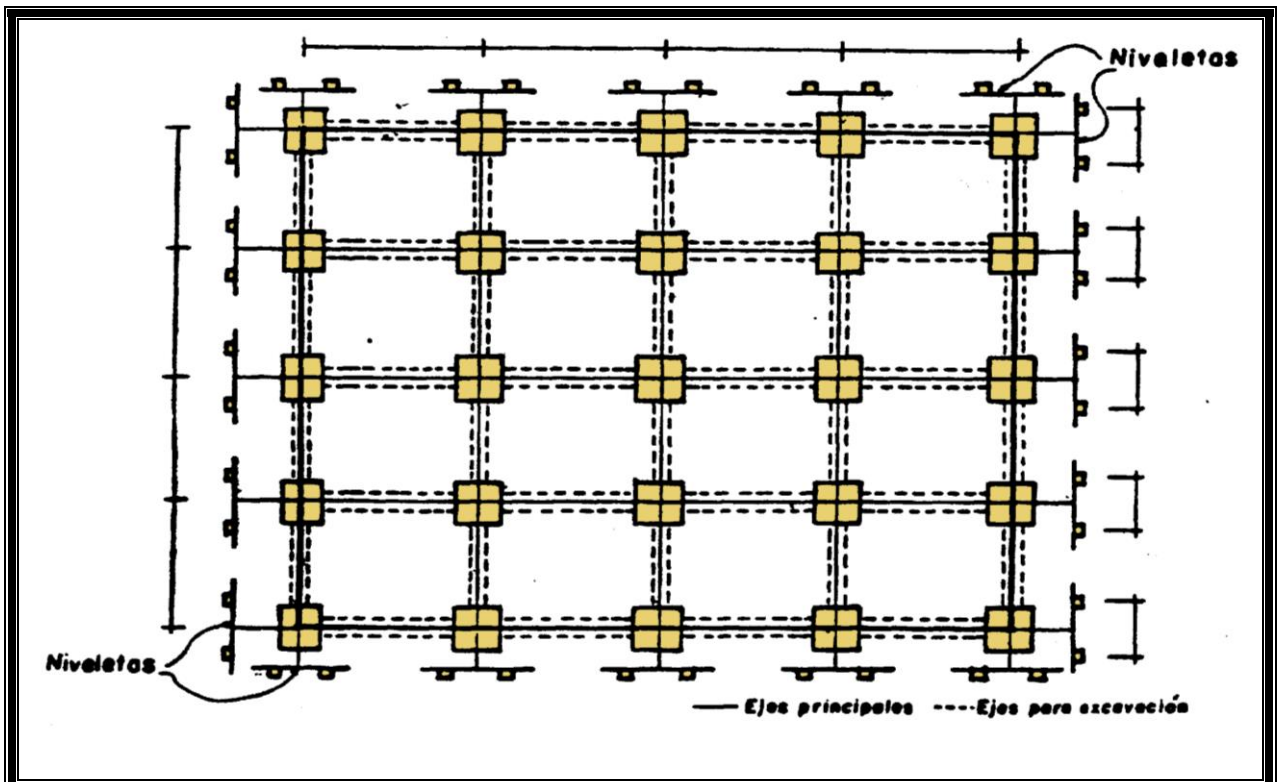


Figura 2-14: Planta trazo y replanteo de toril

Es recomendable, que las niveletas queden un metro o metro y medio separadas del lugar donde se tenga que llevar a cabo las excavaciones de los cimientos, para evitar que interfieran cuando se esté trabajando y además para dar mayor accesibilidad al lugar de trabajo; asimismo, es recomendable que las costaneras no queden separadas a más de dos metros pues esto traería como consecuencia que los niveles mientan, ya que la regla de pino se deforma por efectos de la temperatura (Ver Figura 2-15).



Completo el trazo, la operación siguiente es el replanteo de las escuadras de los ejes principales, para lo cual se colocan los cordeles (pitas) bien tensos sobre las niveletas de manera de formar un rectángulo y luego se miden las diagonales (crucetas), si éstas son iguales, se interpreta que están a escuadra (Ver Figura 2-16).

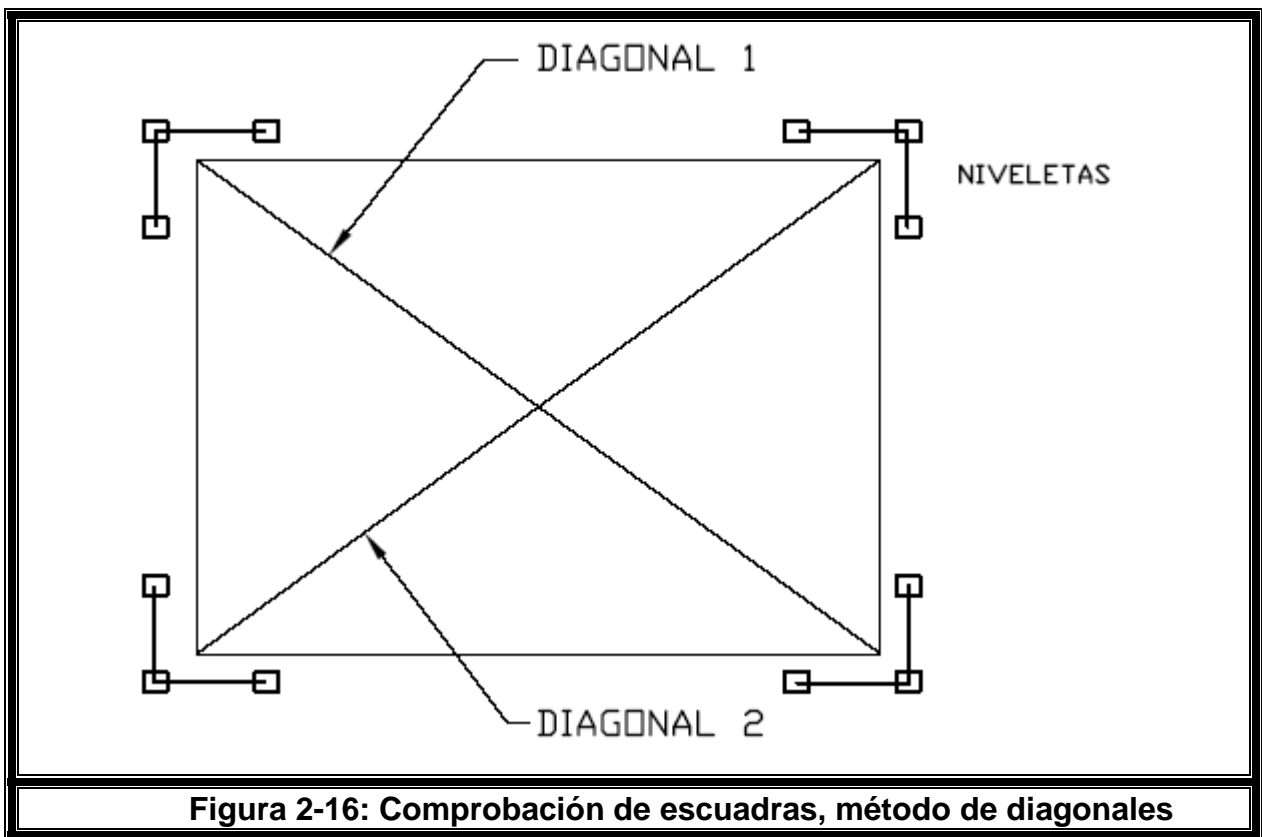


Figura 2-16: Comprobación de escuadras, método de diagonales

Además, deberá verificarse que las pitas queden al beso en las intersecciones, es decir, que una no quede debajo de la otra con alguna luz y viceversa; ya que de ser así lo que indicaría es que las niveletas no están al mismo nivel.

Una vez rectificado el trazo, y teniendo marcado en éste los ejes de las paredes, lo que se hace es marcar el ancho de las soleras de fundación leídas en el plano, así como también el ancho de las zapatas. Para marcar con lápiz de color sobre la niveleta se mide con una cinta métrica la mitad del ancho de la solera de fundación a uno y otro lado del eje de la pared. El color del lápiz que se utilice tiene que ser distinto al color con el que se marcó el eje de la pared para no confundirse; de manera análoga se hace para marcar el ancho de las zapatas, es decir, se mide a partir del eje de la pared la mitad del ancho de la zapata a uno y otro lado del eje de la pared y se marca con un color distinto con el que se ha marcado el eje de la pared e inmediatamente se coloca alguna referencia para no confundirla con el eje de la pared (Ver Figura 2-17 y Figura 2-18).

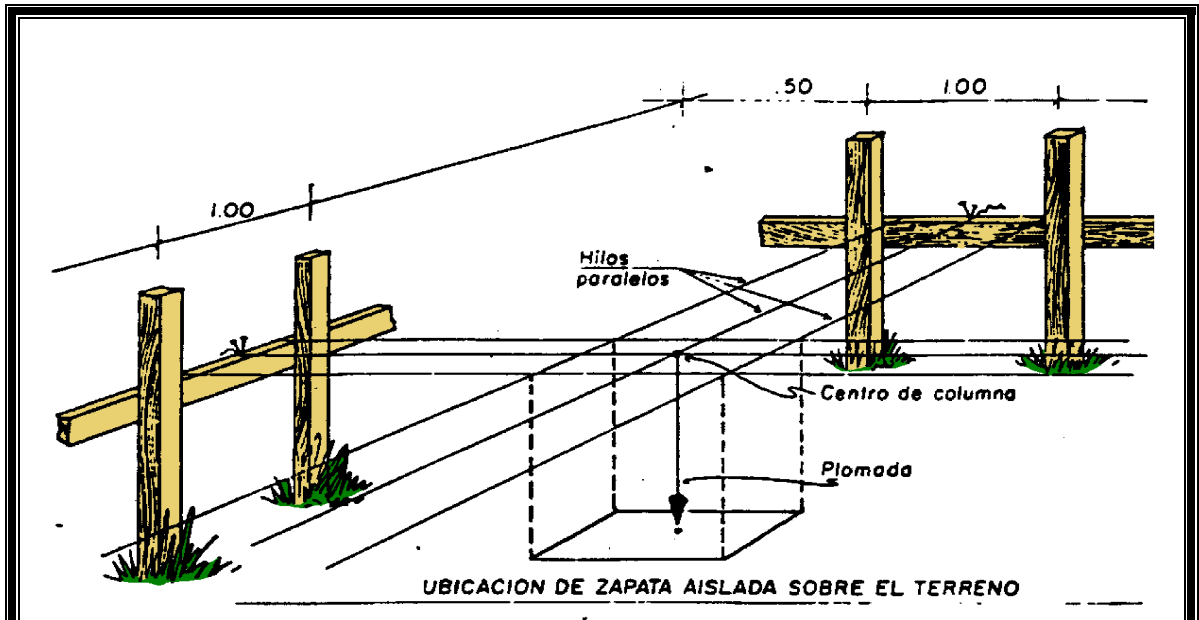


Figura 2-17: Replanteo de zapata aislada

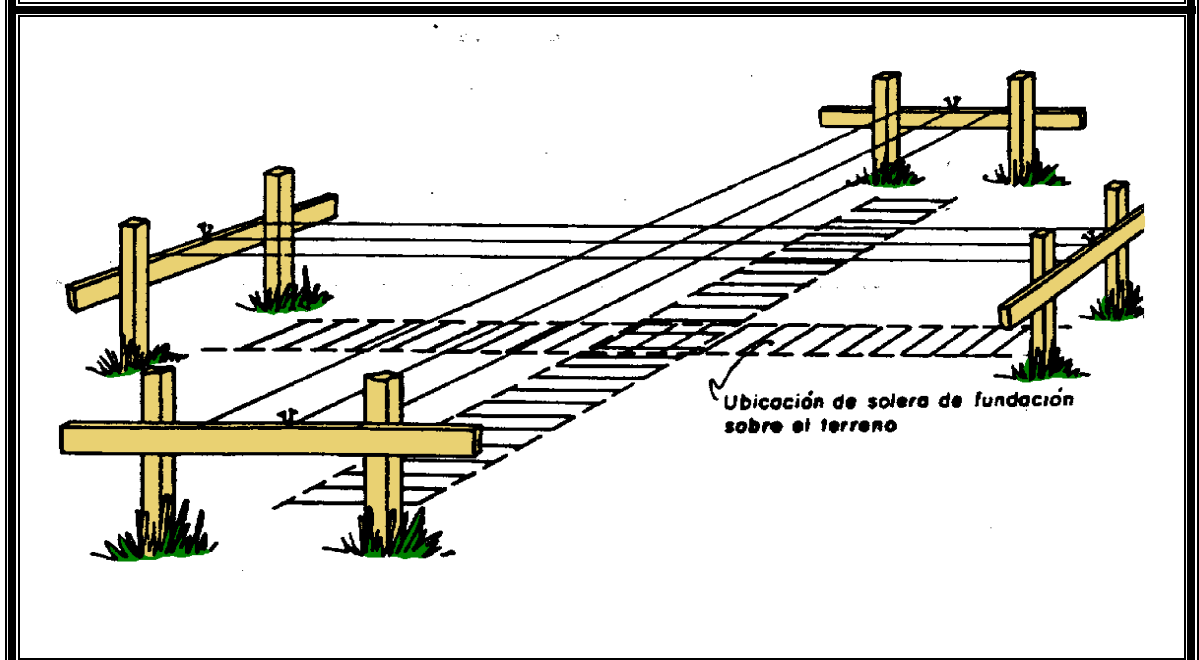


Figura 2-18: Replanteo de solera de fundación

Quando el procedimiento que se ha explicado antes, para el trazo de un edificio no es suficiente por las condiciones del lugar donde se construirá la obra, se usan

aparatos topográficos; con los cuales se dejan puntos fijos o de referencia por medio de trompos (estacas cortas), para luego ser utilizadas en el trazo.

2.3 NIVELACIÓN

Se define la nivelación como un proceso que nos sirve para determinar la diferencia de elevación entre puntos de la tierra.

Para realizar esta tarea se debe establecer primero un plano de referencia, al cual se relacionan todos y cada uno de los puntos de nivelación del lugar. Esta referencia se encuentra marcada en los edificios públicos.

Como alternativa se puede marcar un plano de referencia arbitrario al que se le denomina en nuestro medio “nivel cero cero”.

El plano de referencia corresponde por lo general al nivel del piso ya terminado (NPT) de la construcción propuesta. Para fijarlo se utiliza una pieza de madera o preferiblemente de acero, hincada en el terreno para protegerla y al mismo tiempo que quede bien fija, se rodea de concreto y se cerca. Así queda protegida y no puede ser destruida o movida por vehículos o trabajadores (Ver Figura 2-19).

Si el edificio proyectado se va a construir en un área donde existan edificios contiguos, el banco de nivel puede ser la parte superior de un objeto cercano y permanente, como puede ser la tapadera de un pozo de visita, una solera de fundación. Este plano de referencia no corresponde por lo general con el nivel del piso ya terminado de la construcción propuesta.

Una vez establecido el banco de marca se procede a la transferencia de niveles en toda la obra la cual debe realizarse con sumo cuidado y precisión.

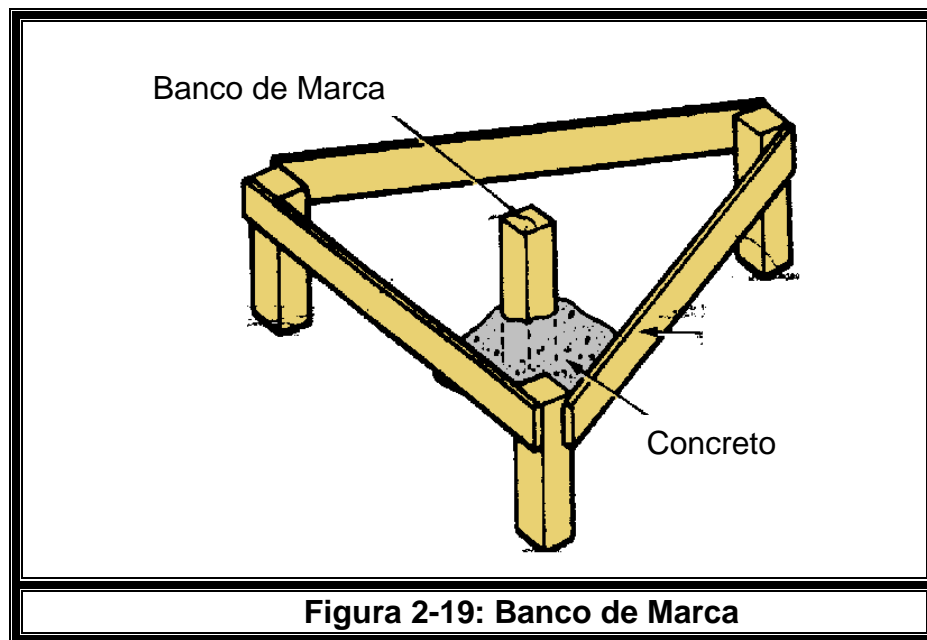


Figura 2-19: Banco de Marca

Son varios los métodos que se pueden utilizar y los más comunes son: Teodolito y nivel de manguera. La nivelación con teodolito ofrece la ventaja de mayor precisión; pero esta es utilizada en obras de gran magnitud regularmente, por el costo que implica contratar una cuadrilla de topógrafos a diferencia de la nivelación con manguera que generalmente se utiliza en obras pequeñas y además ésta nivelación involucra un bajo costo pudiéndola realizar ésta un maestro de obra, técnico en ingeniería civil, ingeniero civil o arquitecto. La nivelación con manguera se fundamenta en el principio de los vasos comunicantes.

Las mangueras a usar tienen que ser transparentes y de varios metros de longitud, se le hacen unas marcas en sus extremos, aproximadamente a unos 25 cms. de los mismos. Luego se le llena de agua limpia hasta las marcas, teniendo el cuidado de que no existan burbujas en el interior; ya que de existir éstas mentirían los niveles.

El procedimiento para realizar una nivelación con manguera es el siguiente: en los puntos en los cuales se desea medir la diferencia de nivel, se colocan estacas bastante largas generalmente costaneras o cuarterones, sobre la primera estaca se marca una altura de referencia con lápiz de color, por lo general se suele tomar un metro; luego la marca que tiene la manguera en uno de sus extremos es puesta sobre este punto de referencia y el otro extremo de la manguera, se sube o se baja hasta

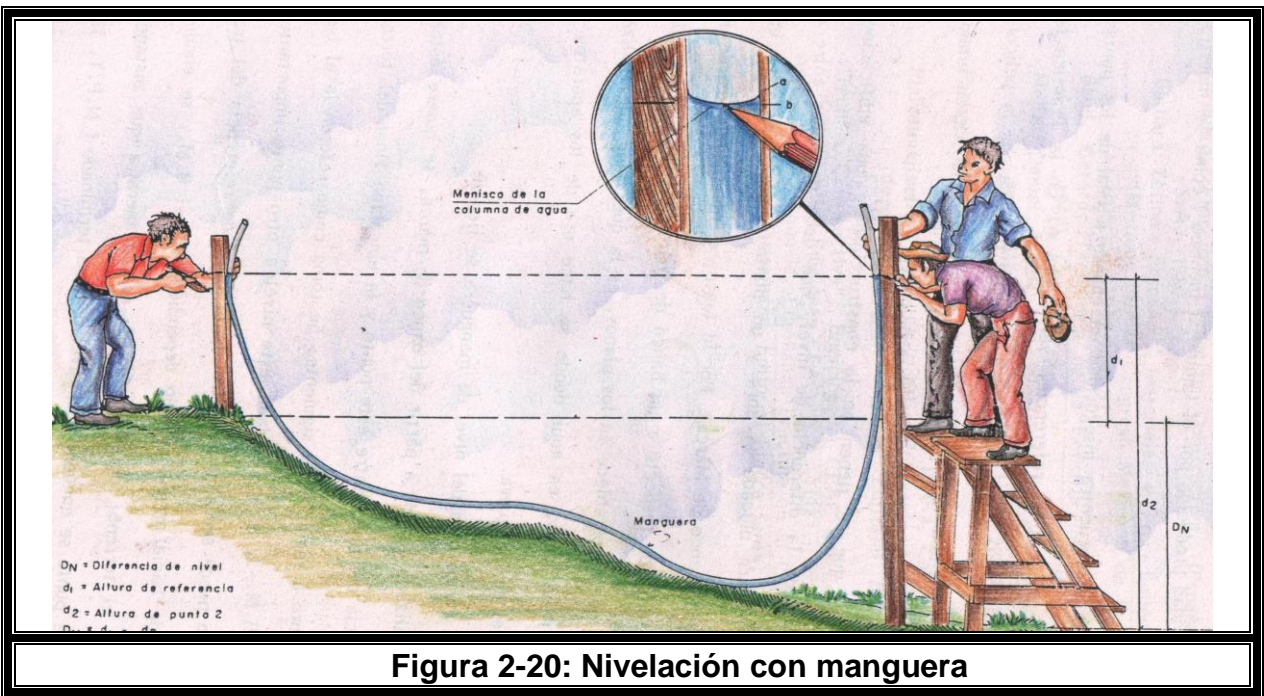
lograr que el agua haya alcanzado el reposo, una vez alcanzado el reposo se marca sobre la segunda estaca con lápiz de color; en este sentido sólo queda la diferencia de altura por determinar (Ver Figura 2-20).

La capilaridad es una de las propiedades de los líquidos y esta propiedad consiste en que éstos se adhieren sobre la superficie en que están contenidos.

Este fenómeno ocurre cuando se utiliza el nivel de manguera en una construcción; ya que en el extremo superior se forma una concavidad producida por el líquido (menisco) (Ver Figura 2-20).

Generalmente se encuentra inseguridad en cuanto a cual de los puntos, se tomará como referencia (Ver Figura 2-20). En la práctica de la construcción, se toma la concavidad de abajo formada por la película de agua.

En los planos que se tiene en la construcción ya viene especificado la diferencia de nivel que debe haber entre el terreno donde va quedar ubicada la obra y un punto fijo el cual tiene una elevación conocida (banco de marca). Por lo tanto el nivel de la estructura, debe estar tomada respecto a un banco de marca. Ésta diferencia de nivel que se establece en los planos es la que tiene que realizarse en la obra.



Entre los niveles que vienen especificados en los planos podemos mencionar: el nivel del piso ya terminado (NPT), la profundidad a la que irá enterrada la solera de fundación (SF), las zapatas, la altura de las paredes, ventanas, el nivel al que debe quedar la cochera, el jardín, etc. Es aquí donde se utiliza el nivel de manguera o aparatos topográficos.

El nivel de manguera, es utilizado cuando a partir del banco de marca se quiere establecer la diferencia de nivel entre este punto y la ubicación final del terreno.

El banco de marca cobra vital importancia en la construcción de un edificio, porque a partir de éste podemos precisar con exactitud el nivel a que quedaría cualquier elemento del edificio; por ejemplo, el jardín, las tuberías para drenajes de aguas lluvias y negras, las soleras de fundación, intermedias, vigas, losas, techo, cielo falso, etc. o sea, a partir del banco de marca tomamos distancias arriba de cero o abajo del mismo. Por lo general, las niveletas se colocan a unos 50 cms por encima del nivel de piso terminado, esto a criterio del constructor. El proceso a seguir para esto es ir trasladando este nivel de una estaca a otra para localizar los puntos donde se clavarán las niveletas; esta actividad se conoce como “correr niveles”.

2.4 EXCAVACIÓN

Una vez que el terreno ha sido nivelado y se han trazado los ejes principales de la obra, se procede a marcar los anchos para las excavaciones; pudiendo ser éstas para soleras de fundación, zapatas, ductos eléctricos, telefonía, etc. siguiendo las dimensiones especificadas en los planos.

Se debe prever que si el suelo donde se harán las excavaciones presenta poca cohesión, o sea, que es un suelo suelto, se deben aumentar las dimensiones a excavar, para permitir posteriormente colocar el encofrado, correspondiente a las cimentaciones. Generalmente se aumentan 10 cm a cada lado, teniendo siempre presente el ancho de la solera de fundación, zapata, tubería, recubrimiento, espesor de tabla, etc. (Ver Figura 2-21).

Cuando las fundaciones son colindantes con otros terrenos y obras, la dimensión de la excavación se marcará de un solo lado de la niveleta hacia el interior de la construcción (Ver Figura 2-21).

Después de haber realizado el trazo del ancho de las excavaciones, y tener las pitas tendidas, se bajan estos puntos al terreno con una plomada y luego se marcan con cal y con el pico y la piocha, posteriormente se quitan las pitas de las niveletas, desde luego teniendo el sumo cuidado de no dañar éstas porque servirán para controlar niveles de cielo falso, de piso terminado, de repisa, etc.

Luego se procede a realizar las excavaciones propiamente dichas, la cual consiste en remover el terreno, haciendo que pierda la cohesión al fraccionar los materiales que la componen.

La excavación puede realizarse por capas de 40 cm., hasta llegar a la profundidad deseada. De vez en cuando se tienden los cordeles del trazo del ancho de las excavaciones, con el objeto de comprobar que la excavación no se ha desviado o si se ha desviado corregirla.

El sistema para excavar dependerá del tipo de terreno que se presente y del volumen de tierra a remover, así en terrenos suaves y semi-duros, se pueden utilizar herramientas de mano como palas, picos, piochas y azadones, como se muestra en la Figura 2-22. Las palas pueden ser de punta cuadrada o redonda y en ambas las hay de mango corto y largo. Las palas de punta cuadrada son adecuadas para perfilar bien las paredes verticales de las excavaciones, las palas de mango corto facilitan el trabajo en excavaciones estrechas como zanjas y pozos.



Figura 2-21: Excavación para soleras de fundación



El procedimiento más simple para excavar es el que utiliza como herramienta de ataque, la pala y el pico; y para transportar el material suelto la carretilla de mano.

En terrenos duros se pueden utilizar además barras, cinceles y almádanas para poder romper el material; inclusive se puede utilizar explosivos si el caso lo amerita.

Generalmente las excavaciones las realizan peones o auxiliares de construcción, excavando unos y transportando otros, dependiendo de cómo los haya organizado para esta actividad el maestro de obra (Ver Figura 2-22).

El material suelto será depositado en lugares donde no obstruya el avance de la obra; la tierra que se extraiga de las zanjas se puede dejar junto a las mismas si es buena y utilizable, es decir, que esté exento de hojas, raíces, que no sea arcilla, talpetate, etc., ya que se empleará de nuevo para el relleno cuando las fundaciones estén construidas; se tendrá el cuidado de no cubrir las niveletas con la tierra; porque esto atrasaría otros procesos constructivos como: armadura, carpintería, etc.

El auxiliar o peón que ejecuta la excavación, extrae la tierra de las zanjas o pozos apaleándolas en sentido vertical desde una profundidad de 1.5 a 2.0 m, como máximo.

Para profundidades mayores se puede utilizar otros sistema para extraer la tierra: excavación escalonada, empleando palas mecánicas, grúas, etc., tal como se muestra en la Figura 2-23.

La excavación se hará respetando las líneas marcadas con cal, ya que es antieconómico hacer las zanjas más anchas de lo especificado.



Cuando se efectúen excavaciones de 1.0 a 1.5 m de profundidad, tendrán un ancho mínimo de 40 a 60 cm de tal manera que permita realizar el trabajo dentro de la zanja con la libertad adecuada para efectuar los movimientos necesarios de picado y paleado, siendo así más eficiente el trabajo. Para profundidades mayores, el ancho de la zanja se incrementará 50 cm. por cada metro de profundidad; esta deberá ser como máxima 1.5 a 2.0m, para que el individuo pueda traspalear la tierra a la superficie. Cuando sea necesario excavar profundidades mayores, la tierra se desalojará con baldes o cubetas amarradas a lazos.

Al realizar la excavación, se tendrá el cuidado de formar las paredes verticales, si el terreno es consistente (Ver Figura 2-24) o con una inclinación adecuada (talud) si el terreno es flojo, evitando de esta manera posibles derrumbes.

También es necesario controlar la profundidad de la excavación; esto se puede hacer utilizando estadias (reglas graduadas largas) que indiquen los niveles de la

excavación; o con un escantillón; en ambos casos, deben de tenderse bien las pitas y leer la profundidad especificada en los planos de fundaciones.



Cuando la excavación son para zapatas puntuales, se realizan excavaciones tipo pozo, las cuales generalmente sirven de molde para alojar la fundación; también para realizar la excavación de una zapata puntual se realiza en primer lugar una plantilla, hecha ésta de regla pacha y a escuadra colocándose cordeles a la mitad de cada lado, posteriormente se tienden las pitas sobre los niveles en ejes ortogonales y luego se coloca la plantilla para marcar el largo y ancho de la zapata (Ver Figura 2-25).

Cuando las excavaciones sean demasiado profundas y amplias, se debe estudiar la posibilidad de utilizar maquinaria pesada para ejecutar dichas excavaciones.

A veces se requiere excavar grandes profundidades, ya sea por el tipo de cimentación, o porque se tengan que construir sótanos, por lo que se puede llegar a interceptar el nivel freático (nivel de agua subterránea), si éste no es muy profundo, presentándose problemas con el agua dentro de las excavaciones; este problema se tiene también cuando llueve, por lo que se tiene que drenar el agua para poder

continuar con los pasos siguientes de la construcción. Cuando el agua no es mucha, se puede extraer con baldes o también se puede bombear.

Cuando se tenga que excavar en terrenos arenosos o de poca estabilidad o estable pero próximo a lugares de tránsito pesado, es necesario efectuar el ademado (entibaciones) para evitar derrumbes posteriores e incluso pérdidas humanas.

Cuando las paredes de excavación están próximas entre sí, el ademado se puede realizar por medio de tiras horizontales de madera acuñadas por medio de travesaños, esto se va realizando por partes, según se vaya profundizando en la excavación. Este tipo de ademado se aplica a zapatas puntuales y corridas; así como también para las instalaciones de tuberías, sea para tubería de agua lluvia o negras, como es mostrado en la Figura 2-26.





Figura 2-26: Excavación ademada

2.5 COMPACTACION

La compactación del suelo es el procedimiento de aplicar energía al suelo suelto y eliminar espacios vacíos aumentando así su densidad y en consecuencia su capacidad para soportar cargas.

Casi toda estructura que hace el hombre es finalmente soportada por suelos de uno u otro tipo.

Durante la construcción de una estructura, generalmente el suelo es movido de su posición natural mediante operaciones de excavación, nivelación o zanjeamiento. Siempre que esto se haga, el aire penetra en la masa del suelo y el suelo aumenta de volumen. Antes de que este suelo pueda soportar una estructura sobre el suelo mismo o a un lado, los espacios vacíos deben eliminarse a fin de obtener una masa sólida con gran resistencia.

En la construcción de edificios es provechosa la compactación del suelo. Esta ofrece los siguientes beneficios:

- Aumenta la capacidad para soportar cargas

- Impide el hundimiento del suelo
- Reduce el escurrimiento del agua
- Reduce el esponjamiento y la contracción de suelos

2.5.1 Métodos para compactar

Existen varios métodos para realizar la compactación; pero en las edificaciones los más comúnmente utilizados son:

- Compactación Manual: Es aquella que se realiza dejando caer un instrumento pesado al suelo, generalmente estos instrumentos son elaborados con cilindros de lámina llenados de concreto y son de peso variable (pisones)
- Aplicando fuerzas de impacto: Esta es producida por una zapata apisonadora que golpea y se separa del suelo a alta velocidad, de hecho amasando el suelo para aumentar su densidad. El equipo comúnmente utilizado recibe el nombre de “bailarina”.



Figura 2-27: Compactación manual



Figura 2-28: Compactación con bailarina

CAPITULO III

"CONCRETO"

3 CONCRETO

3.1 GENERALIDADES

Se puede definir el concreto como un material pétreo que se obtiene de una mezcla dosificada de cemento, arena y grava. El concreto por tanto es un material que resulta de la unión de otros, que son los agregados (arena y grava), unidos por un aglutinante a base de cemento y agua. Esta descripción general comprende una variedad muy amplia de productos terminados. Las partículas sueltas pueden consistir en virutas de madera, desechos industriales, fibras minerales y varios materiales sintéticos. El aglutinante puede ser alquitrán de hulla, yeso, cemento portland o varios compuestos sintéticos.

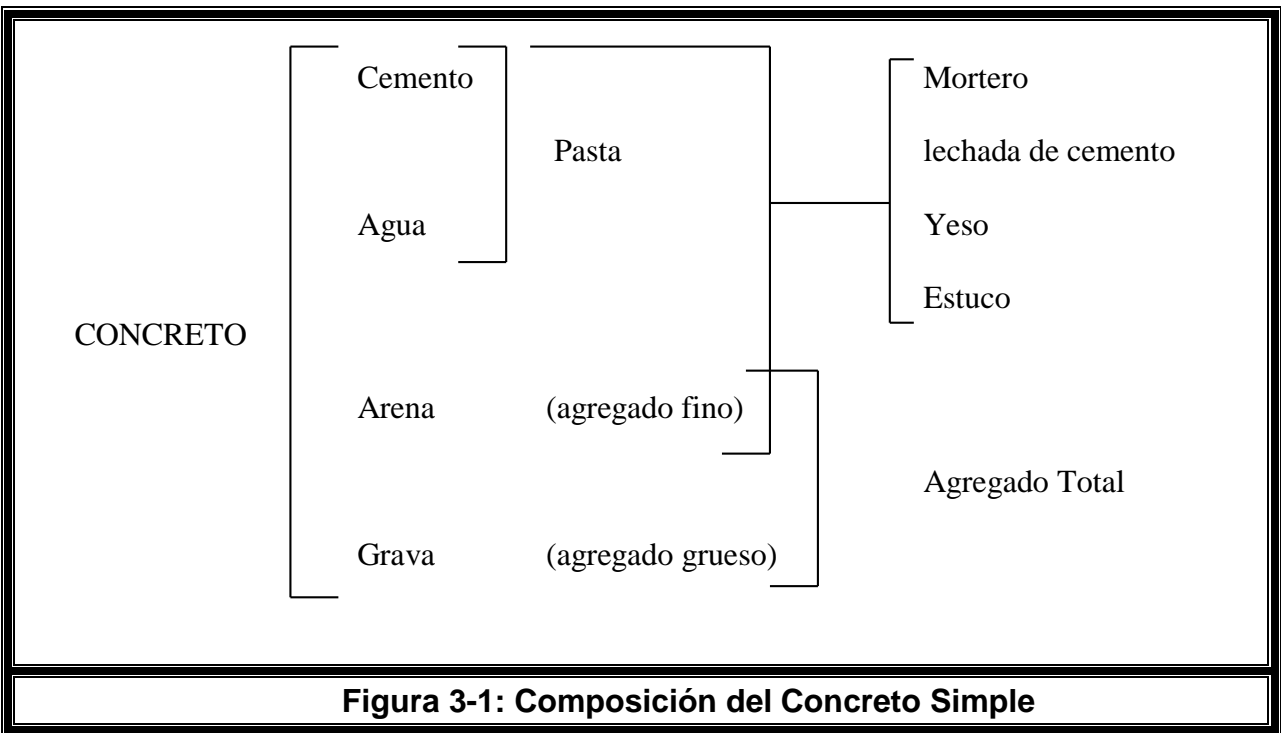


Figura 3-1: Composición del Concreto Simple

3.2 COMPONENTES DEL CONCRETO

3.2.1 Cemento

El cemento más usado en la construcción de edificios es el cemento Pórtland. De los cinco tipos de cementos Pórtland básicos que, en general, están disponibles y para los cuales la *American Society for Testing and Materials*, ASTM (Sociedad Estadounidense para Pruebas y Materiales) ha establecido especificaciones, dos de ellos representan la mayoría del cemento que se emplea en los edificios. Estos son: un cemento de uso general que se utiliza para producir concreto diseñado para que alcance su resistencia requerida en 28 días, aproximadamente, y un cemento de fraguado rápido o alta resistencia inicial para fabricar concreto que alcance su resistencia de diseño en un período rápido de una semana.

El cemento Portland es un polvo fino, compuesto principalmente de cal, sílice, alúmina y óxido de hierro que tiene la propiedad de endurecer con el agua debido a una reacción química que experimenta al hacer contacto con ella.

Todos los cementos Portland fragúan y se endurecen al reaccionar con el agua. Este proceso de hidratación va acompañado por la generación de calor. En estructuras de concreto como las presas, la elevación de la temperatura que se produce en los materiales llega a ser un factor determinante, tanto en diseño como en la construcción, pero en general el problema no es de importancia en la construcción de edificios. Un cemento de baja generación de calor está diseñado para usarse en los casos que la elevación de la temperatura durante la hidratación es un factor determinante. Desde luego, es esencial que el cemento que se use en la construcción corresponda al empleado al diseñar la mezcla, a fin de producir la resistencia a la compresión específica del concreto. El cemento será de portland tipo I o II que cumpla con la especificación ASTM C-150. Además el cemento endurecido no deberá usarse bajo ninguna circunstancia.

El cemento tiende a endurecerse al permanecer almacenado durante mucho tiempo, debido a la absorción de humedad y de bióxido de carbono de la atmósfera.

El almacenamiento del cemento embolsado debe hacerse en una bodega cerrada impermeable. Se recomienda seguir las siguientes reglas para el almacenamiento:

- Apilar las bolsas sobre una plataforma elevada sobre el piso del local al menos unos 15 cms y separar las pilas de las paredes.
- Apilar las bolsas de modo de minimizar la circulación de aire entre ellas.
- Cubrir las pilas con láminas de plástico resistente.
- Almacenar las bolsas de modo de ir las utilizándolas en el mismo orden en que se les fue recibiendo.
- Evitar periodos de almacenamiento superiores a los 30 días.
- No arrojar las bolsas desde lo alto ni arrastrarlas por el piso.

En grandes obras, en ocasiones es necesario adquirir el cemento a granel. El cemento almacenado en los grandes silos de las plantas de cemento de distribución puede permanecer largos períodos sin deteriorarse. Para minimizar la formación de grumos duros durante el transporte y almacenamiento a granel, se recomienda:

- Inspeccionar periódicamente la estanqueidad de las compuertas cerradas de los vehículos de transporte a granel.
- Mantener las compuertas cerradas cuando no se las usa.
- Usar sistemas de aire comprimido con trampas de agua.
- Inspeccionar regularmente los silos por posibles grumos o pegas.

3.2.2 Agregados

La arena y la grava empleada en la fabricación del concreto, consiste en un material formado por fragmentos de roca sana, de granos duros, con una resistencia a la compresión mayor o igual a la resistencia del concreto del que formarán parte.

El tamaño de los agregados en el concreto varía desde fracciones de milímetros, hasta varios centímetros, estos agregados se dividen en dos grupos de tamaños: Finos y gruesos.

El agregado fino estará constituido por partículas de origen natural o artificial o mezcla de ambas. La arena es un material granular fino, que resulta de la disgregación natural de las rocas o de la trituración de las mismas.

Los agregados finos (arena), son aquellas partículas que pasan el tamiz de 4.76 mm de lado, para una abertura cuadrada (o su equivalente si es circular), y se retiene en otro tamiz de 0.075 mm de abertura (malla No 200).

La grava, o agregado grueso, también procede de piedras naturales, las cuales se procesan en plantas trituradoras especiales, resultando gravas de varios tamaños, aunque también se pueden obtener de bancos naturales (grava de ríos).

Los agregados gruesos (gravas) son las partículas cuyo tamaño menor se retiene en el tamiz de 4.76 mm y el máximo se define por requisitos de colocación del concreto en los moldes y entre las varillas de refuerzo. El tamaño mayor de agregado grueso no debe exceder a $1/5$ de la menor dimensión del miembro de concreto en el cual se depositará y no debe exceder a $3/4$ del espacio libre entre varillas de refuerzo.

Atendiendo a su tamaño, la grava se clasifica comúnmente de la siguiente manera: grava #1 (12mm), grava #2 (25-38 mm) y grava #3 (45-60mm). Sin embargo, esta clasificación no es suficientemente precisa, por lo que debe clasificarse en los laboratorios.

Puede afirmarse que la resistencia del concreto aumenta mientras más resistente sean los agregados y estén dispuestos de tal manera que aumente su densidad.

Los granos de grava y arena deben ser cristalinos, libres de pizarras, lajas o piezas en descomposición, además estarán limpios de arcilla, tierra y materia orgánica; deben tener buena graduación, o sea una adecuada proporción de granos de varios tamaños. La buena graduación de los agregados se mide en base a su granulometría.

3.2.2.1 Granulometría de los Agregados.

La granulometría de un agregado mide la forma de distribución del tamaño de las partículas que lo constituyen. Esta distribución se obtiene haciendo pasar los agregados secos por mallas de abertura normalizada y determinando los pesos que quedan retenidos en cada una de esas mallas. Los pesos se expresan en porcentaje con respecto al peso total del agregado seco.

Las normas establecen límites aceptables a la granulometría de los agregados individuales mediante bandas (o límites) granulométricas. En la siguiente figura se presentan las bandas granulométricas aceptadas.

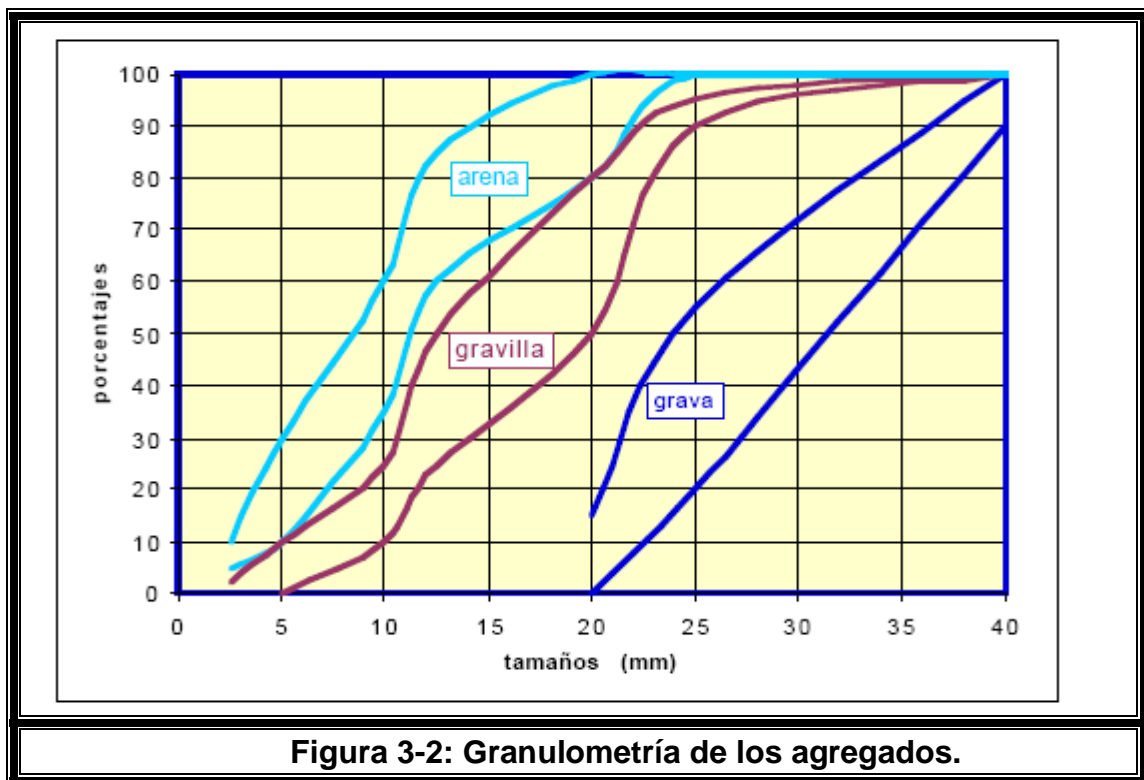


Figura 3-2: Granulometría de los agregados.

La norma ASTM C-33 especifica los siguientes porcentajes en peso que deben retener ciertas mallas al hacer pasar el material en ellas:

Malla N°	% que pasa
3/8	100
4	95 – 100
8	80 – 100
16	50 – 85
30	25 – 60
50	10 – 30
100	2 – 10

Tabla 3-1: Porcentajes retenidos para agregado fino

Además, el agregado fino que se utilice para la fabricación del concreto deberá cumplir con las siguientes condiciones:

- Módulo de finura entre 2.3 y 3.1
 - Pasa tamiz 200, no mayor del 3% para concreto sujeto a desgaste y no mayor del 5% para cualquier otro caso.
 - Deberá estar libre de raíces, micras, limos o cualquier otro material que pueda afectar la resistencia del concreto
- **Para el agregado grueso:**

Para el agregado grueso la granulometría dependerá del uso para el que se requiera el concreto. La Tabla 3-2 muestra los porcentajes retenidos en cada malla de acuerdo al elemento para el que se utilizará.

MALLAS \ USO	fundaciones	columnas	Vigas y losas
	2 ½ "	100	-
2 "	95 – 100	100	-
1 ½ "	-	95 – 100	100
1 "	35 – 70	-	95 – 100
¾ "	-	35 – 70	-
½ "	10 – 30	10 – 30	25 – 60
Nº 4	0 – 5	0 – 5	0 – 10
Nº 8	-	-	0 – 5

Tabla 3-2: Porcentajes retenidos en mallas para el agregado grueso

Además se debe tener en cuenta, que la cantidad de material que pasa el tamiz No. 200 no será mayor de 1%.

El almacenamiento de agregados se hará en áreas diferentes para cada tipo, bien drenadas y que permitan conservar los materiales libres de tierra o elementos extraños.

3.2.3 Agua

El agua para fabricar el concreto debe ser preferiblemente potable, limpia, libre de elementos perjudiciales al concreto, como sales, sulfato y cloruros; también no debe tener arcilla ni materia orgánica, ni cualquier sustancia que pueda afectar las acciones de endurecimiento, curado o la calidad general del acabado de concreto. Se podrán emplear aguas que contengan menos del 1% en sulfatos.

3.2.4 Acero

En el caso del concreto reforzado se agrega un componente más: El Acero de Refuerzo. El acero empleado en el concreto reforzado consiste en varillas redondas, en su mayoría de tipo corrugado, con rebordes o salientes en sus superficies. Las deformaciones en la superficie ayudan a producir una mayor adherencia entre el concreto y el acero. El acero de refuerzo se identifica por grados, siendo los más comunes el grado 40 y grado 60, con esfuerzos de fluencia de 40,000 Lb/pulg² y 60,000 Lb/pulg².

Nº	Diámetro	AREA		perímetro (cms)	PESO				
		cm2	plg2		kg/m	lb/m	lb/varilla	m/quintal	varillas/quintal
2	1/4	0,32	0,0491	1,995	0,249	0,5489	3,33	181,44	30
3	3/8	0,71	0,1105	2,992	0,56	1,234	7,4	81	13,6
4	1/2	1,27	0,1963	3,99	0,994	2,191	13,14	45,36	8,5
5	5/8	1,98	0,3068	4,987	1,552	3,422	20,53	29,26	4,87
6	3/4	2,85	0,4418	5,985	2,235	4,297	29,52	20,25	3,4
7	7/8	3,88	0,6013	6,982	3,042	6,706	40,24	14,92	2,5
8	1	5,06	0,7854	7,98	3,973	8,759	52,55	11,43	1,9
10	1 1/4	7,91	1,227	9,975	6,209	13,688	82,13	7,3	1,9
12	1 1/2	11,38	1,7671	11,96	8,94	19,688	118,01	5,1	0,85

Tabla 3-3: Propiedades del Acero

3.2.5 Aditivos

Las sustancias que se agregan al concreto para mejorar su manejo, acelerar su fraguado, endurecer su superficie, incrementar su permeabilidad y en general, modificar propiedades del concreto, se conocen como *aditivos*. El término abarca todos los materiales diferentes al cemento, al agua y a los agregados, que se añaden justo antes o durante la mezcla. Muchos de los compuestos patentados contienen cal hidratada, cloruro de calcio y caolín. El cloruro de calcio es el aditivo que se utiliza con más frecuencia para acelerar el fraguado del concreto; sin embargo, su uso excesivo puede provocar la corrosión del acero de refuerzo en el concreto reforzado. Se debe de tener cuidado con los aditivos, sobre todo con aquellos de composición desconocida.

3.3 FABRICACION DEL CONCRETO

Para la fabricación del concreto se debe de contar de antemano con el diseño de la mezcla. Generalmente en obras de gran magnitud, se usa equipo especializado para medir de forma automática las cantidades de los materiales que componen el concreto. Pero cuando no se cuenta con esta clase de equipo se acostumbra a construir en la obra cajones de madera con los cuales medir las cantidades de los materiales, estos cajones son llamados “perigüelas”. Es recomendable tener una perigüela para cada uno de los materiales a utilizar en la fabricación del concreto: cemento, arena, grava #1, grava #2, etc. Las perigüelas se construyen de tal manera de que su volumen interior sea igual al volumen de material a utilizar en la mezcla. Además de la utilización de perigüelas, en nuestro medio se suele hacer la dosificación del concreto mediante la utilización de baldes, cubetas, carretillas, etc.

La fabricación del concreto se puede realizar de 3 maneras: de forma manual, con máquina revolvedora y pre-mezclado.

Se hace hincapié que para concreto estructural, la norma técnica de construcción de concreto estructural de El Salvador, no acepta la fabricación de concreto manual.

3.3.1 Mezclado Manual

Aunque no es recomendable realizar las mezclas de concreto de forma manual debido a que la mezcla producida no es uniforme y se obtienen resistencias hasta 50% más bajas que con mezclado mecánico, sólomente se debe de efectuar de esta manera cuando no haya otra solución y el volumen de concreto sea pequeño. Se debe usar una mayor cantidad de cemento para disminuir sus inconvenientes y proceder de la siguiente forma:

- Disponer de una cancha de concreto o mortero pobre para la preparación del concreto. Esta cancha es una superficie plana y dura para poder hacer bien la revoltura y evitar la contaminación de los materiales con elementos y sustancias perjudiciales. Medir la arena previamente en carretillas dosificadoras o con un cajón cubicado (perigüela). Vaciar la arena (agregado fino) en la cancha y distribuirla. La cancha también puede ser una plataforma de madera (batea).
- Distribuir el cemento sobre la arena, aumentando en un 25% lo recomendado para mezclado mecánico. Se mezcla en seco con palas y azadones hasta que el conjunto tome una coloración gris uniforme. Se debe de extender la mezcla en la cancha y repetir dos veces.
- Luego de mezclada la arena con el cemento, se vacía el agregado grueso, que al igual que la arena se debe medir en carretilla dosificadoras o en perigüela. Se debe revolver bien todo el conjunto y extenderlo sobre la cancha.
- Con los materiales revueltos, se forma un cono y se abre un cráter para depositar el agua según la relación agua-cemento. Se agrega toda el agua necesaria de una sola vez, no hay que agregar el agua en forma parcial a medida se va revolviendo. Se revuelve toda la masa hasta obtener una consistencia plástica uniforme.
- Para evitar que el concreto empiece a fraguar debido a algún retraso en la colocación de éste en los moldes, no se permitirá que transcurran 30 minutos entre la preparación y la colocación del concreto. No se debe de agregar agua para ablandar la mezcla.

3.3.2 Mezclado Mecánico

El mezclado mecánico se realiza con máquinas especiales, llamadas comúnmente: *concreteras, mezcladoras o revolvedoras*.

Una concretera consiste básicamente de un tambor rotatorio de lámina de acero, en cuyo interior se encuentran unas aspas que facilitan el mezclado de los materiales y hacen que la mezcla avance a la salida de la concretera. Las concreteras están calculadas por volúmenes de cemento, así se encuentran concreteras de $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$, 1, 1 $\frac{1}{2}$, 2 , 2 $\frac{1}{2}$ y 3 bolsas. Existen dos tipos de concreteras: basculantes, o de eje inclinado y no basculantes o de eje vertical u horizontal.

La carga de los materiales se deberá realizar de la siguiente manera:

- Cargar el 90% del total del agua correspondiente al volumen que se va a mezclar.
- El 50% del agregado grueso.
- Toda la arena correspondiente al volumen a elaborar
- El cemento total correspondiente al volumen de concreto que se elaborará.
- El 50% restante del agregado grueso.
- El 10 % restante del agua.

El tiempo de mezclado normalmente está entre 1 y 3 minutos o lo establecido en la norma ASTM C-94. Pero en general el tiempo de mezclado depende del tipo de concretera empleada, de la composición granulométrica de los agregados y del agua que contenga el concreto.

Luego se vacía rápidamente el tambor en carretillas o en una plataforma de madera (batea) colocada bajo el cucharón de salida, para que el concreto sea transportado al lugar donde se utilizará.

A continuación se presentan algunos tipos de concreteras:



Figura 3-3: Concretera basculante con tolva de carga



Figura 3-4: Concretera Basculante.

3.3.3 Pre-mezclado.

En obras de gran magnitud o cuando se requiere usar grandes cantidades de concreto en poco tiempo, se acostumbra usar el denominado concreto “pre-mezclado”, el cual es enviado en camiones concreteros.

El camión concretero está formado por una cuba o bombo giratorio soportado por el bastidor de un camión adecuado para soportar el peso.

La cuba o bombo giratorio, tiene forma cilíndrica o bicónica estando montada sobre la parte posterior y en ella se efectúa la mezcla de los componentes. Esta cuba reposa sobre el chasis, por medio de soportes y rodillos.

En el interior de la cuba las paletas proporcionan una mezcla longitudinal uniforme al concreto y un vaciado rápido. Su orientación puede ser modificada, ya sea para facilitar el mezclado en el fondo, durante el transporte o bien para recoger el concreto durante el vaciado.

En la parte superior trasera de la cuba, se encuentra la tolva de carga, de tipo abierto, con una fuerte pendiente hacia el interior de la misma. La descarga, se encuentra instalada en la parte trasera baja de la cuba, constituida por una canaleta orientada en 180° de giro y con inclinación que se ajusta mediante un sistema mecánico manual o hidráulico. La Figura 3-5 muestra un camión concretero.

El tambor del camión debe girar por lo menos a 50 rpm y no se debe permitir que gire a más de 100 rpm, para lo cual se limita el tiempo total de mezclado y agitación a hora y media o lo establecido en la norma ASTM C-94. Si el lugar de la obra queda muy lejos de la planta concretera y se prevé que los camiones tardarán en llegar un tiempo mayor al especificado, se utilizan aditivos retardadores del fraguado en el concreto para poderlo usar adecuadamente.

El vaciado se puede hacer en bateas, tolvas o por bombeo si se requiere en alturas, ahorrando así el tiempo de acarreo del concreto.

Es de tomar en consideración el cálculo del intervalo de llegada entre camión y camión, para evitar el congestionamiento en la obra, causando tardanza en el vaciado, lo que resulta perjudicial.



Figura 3-5: Camión Concretero

El tiempo de vaciado debe de ser tal que al terminar un camión, el próximo debe de estar listo en la obra. Los camiones deben de colocarse en un lugar apropiado para facilitar la descarga del concreto.

3.4 TRANSPORTE Y COLOCACION DEL CONCRETO

El concreto deberá transportarse de la mezcladora al sitio de destino tan pronto como sea posible y por métodos que eviten segregación de los materiales, pérdida de los ingredientes o pérdidas en el asentamiento de más de 5 cm (2"). El concreto endurecido no se usará.

Tanto los vehículos para transporte de concreto desde la mezcladora al sitio de destino, como el método de manejo cumplirá con los requisitos aplicables de la sección C-94 de la ASTM.

En el momento de la colocación del concreto, debe evitarse que éste incorpore aire a su masa, esto depende de la forma y la velocidad con que se realice la colocación. Una colocación rápida (avance de más de dos metros de altura por hora) permitiría la eliminación de poros, aunque lo fundamental es mantener la velocidad de colocación uniforme, siendo más fácil lentamente.

El concreto tendrá la consistencia y disposición que permita su colocación en todas las esquinas o ángulos de las formaletas, alrededor del refuerzo y de cualquier otro elemento embebido, sin que haya segregación. El agua libre en la superficie del concreto colado se recogerá en depresiones alejadas de la formaleta y se retirará antes de colocar una nueva capa de concreto, ésta se colocará tan pronto como sea posible y nunca después de treinta (30) minutos de preparada la mezcla, a menos que haya sido dosificada con un aditivo plastificante, que garantice su colocación después de ese tiempo.

En la colocación de la mezcla es necesario tener en cuenta los siguientes puntos:

- Que el concreto se mantenga en su estado plástico durante el colado.
- Evitar segregación o pérdida de material
- Que el colado sea continuo desde el inicio hasta el fin del elemento a colar (vigas, losa, columna, etc.)
- No utilizar concreto que haya fraguado parcialmente.
- Utilizar juntas de colado si los volúmenes son demasiados grandes, siempre que estas cumplan con las especificaciones del ACI.
- Mantener una velocidad constante durante la colocación.
- Cuando el espesor del elemento que se está vaciando sobrepasa los 50 cms, el material debe ser colocado en dos capas, cuidando que al colocar la segunda sobre la primera, ésta se encuentre fresca todavía y en condición plástica, sin comenzar el fraguado a fin de que ambas capas se compacten.

3.4.1 Vibrado del Concreto

El vibrado, el paleado - incluso el apisonamiento con el pie - son medios útiles para eliminar el aire del concreto y compactarlo, pero la mejor manera y la más rápida es la vibración.

Cuando una mezcla de concreto es vibrada, se "fluidifica" y se reduce la fricción interna entre las partículas de agregados - de la misma manera que el azúcar o la arena seca en un frasco no muy lleno, se asientan al golpearlo ligeramente, haciendo que las partículas se aprieten más una con otra. Esta fluidificación hace que el aire atrapado surja a la superficie, y que el concreto se compacte.

Con una mezcla cohesiva y apropiadamente diseñada, se minimizan la segregación y el sangrado. En una mezcla excesivamente húmeda, los trozos grandes de agregado pueden asentarse durante la compactación, dando como resultado una capa débil de lechada en la superficie; cuando esto ocurre, la lechada debe ser retirada.

La vibración se puede producir por varios procedimientos:

- Vibrado interno, por medio de vibraciones de inmersión, o pre-vibradores.
- Vibrado externo, por medio de vibradores de contacto con el encofrado.
- Vibrado por el uso de mesas vibratoras.
- Vibrado superficial.

El vibrado del concreto por cualquiera de estos métodos permite alcanzar una mayor compactación del material que la que se lograría con cualquier procedimiento manual.

3.4.1.1 Vibración Interna

La mayoría de los concretos se compactan por inmersión o mediante atizadores vibradores. Este último método se considera generalmente el más satisfactorio, ya que el vibrador trabaja directamente sobre el concreto y puede cambiarse rápida y fácilmente de una posición a otra.

Es el proceso más utilizado. Se lleva a cabo introduciendo en la masa un vibrador, que consiste en un tubo, de diámetro externo variado entre los 4 cm y los 10 cm, dentro del cual una masa excéntrica gira alrededor de un eje. La masa es movida

por medio de un motor eléctrico y su acción genera un movimiento oscilatorio, de cierta amplitud y frecuencia, que se transmite a la masa de concreto. En situaciones en que se puede disponer de una fuente de aire comprimido, el motor del vibrador puede ser movido neumáticamente, y se llama entonces vibrador neumático o de cuña.

La vibración que recibe el concreto hace que su masa, inicialmente en estado semiplástico, reduzca su fricción interna como resultado de la licuefacción tixotrópica del mortero. En ese nuevo estado semilíquido el material se desplaza y ocupa todos los espacios del encofrado, mejorando su densidad al ir eliminando los vacíos existentes entre los agregados, o en el seno de la masa, en forma de aire atrapado. En un momento de este proceso, que es relativamente rápido, se produce un flujo de agua y cemento hacia la superficie, que adquiere una apariencia acuosa y brillante. Ese momento se toma como indicación práctica de que la masa logró la densificación esperada en esa zona, y se debe proceder a extraer el vibrador lentamente del lugar, y trasladarlo a la zona contigua.

De acuerdo al tamaño y característica del vibrador interno y a las condiciones de plasticidad del concreto, su zona de influencia es mayor o menor. Cuanto más seco y áspero es el material, menor la zona de influencia. Si se ha seleccionado un vibrador pequeño para las condiciones del caso, se necesitará más tiempo para lograr la compactación, pero si, por el contrario, el vibrador resultara grande, se corre peligro de producir segregación o de dañar los encofrados.

El vibrador deberá insertarse en posición vertical dentro de la capa recién vaciada, en puntos formando una cuadrícula hipotética, separados entre sí como una y media vez el radio de acción del vibrador, lo cual genera, en las áreas perimetrales de esas zonas de influencia, una doble vibración.

El tiempo que debe permanecer el vibrador sumergido en cada punto se determina en la práctica mediante la observación directa de la superficie en las cercanías del punto de penetración. Cuando cese el escape de burbujas de aire y aparezca una costra acuosa y brillante, se debe retirar el vibrador. Cuando se introduce el vibrador se debe llevar rápidamente hacia el fondo, para evitar que compacte la zona superior y se impida la salida de las burbujas de abajo. Al concreto no le conviene la falta de vibración ni el exceso. En el primer caso le pueden quedar a la masa

demasiados vacíos, no eliminados. Estos vacíos significan puntos sin resistencia mecánica y con riesgo de penetración de agentes agresivos. En términos generales, se estima que por cada 1% de vacíos en la masa, se pierde 5% de capacidad resistente. Si se genera un exceso de vibración en una zona, se corre riesgo de producir segregación, haciendo que los granos gruesos se vayan hacia el fondo y que los finos y el cemento queden sobrenadando en la superficie.

La frecuencia a la cual trabaja un vibrador es, a menudo, un factor importante. Para materiales fluidos o de granulometrías finas son preferibles las altas frecuencias, mientras que las bajas son recomendables a los materiales gruesos.

El espesor de la capa a vibrar dependerá de la geometría del elemento y de las características del vibrador. Se recomienda entre 30 y 45 cm.

En caso de que el elemento sea profundo y deba ser vaciados en dos o más capas, al vibrar la segunda capa el vibrador debe haber penetrado en la capa inferior unos 10 a 15 cm, con lo que se trata de evitar una simple superposición de una capa sobre la otra, fundiendo en una sola masa las superficies de contacto. Esto exige una cierta celeridad en el proceso de vibrado ya que la capa inferior debe estar fresca todavía para que se pueda producir esa fusión.

El vibrador no se debe utilizar para mover el concreto. La práctica de arrastrar el vibrador para acarrear material de una zona a otra, lo que genera es segregación de la mezcla.

El vibrador no debe entrar en contacto con las barras de refuerzo ni con la formaleta. La colocación del vibrador en contacto con alguna de las barras metálicas de la armadura es cierto que transmite la vibración a lo largo del refuerzo, pero en las zonas ya vibradas esa sacudida tardía lo que hace es aislar la barra y restarle adherencia al concreto.

El vibrador no debe permanecer demasiado tiempo en un mismo lugar.

Entre los tipos de vibradores internos existen dos tipos básicos:

1. Los que tienen en la cabeza solamente el mecanismo de vibración, el cual opera mediante una flecha flexible, activada ya sea por un motor de gasolina o diesel, uno eléctrico o uno neumático. Este tipo es el más común y tienen la ventaja de que es fácilmente portátil con todo y motor.

2. Los que tienen tanto el motor como el mecanismo de vibración en la cabeza. Los vibradores de motor en la cabeza pueden ser eléctricos o neumáticos. Los que operan eléctricamente requieren una intensidad de corriente especial (frecuencia de 200 ciclos por segundos) y no deben conectarse directamente a la toma de corriente. El voltaje, la frecuencia y las fases deben verificarse constantemente

En cuanto concierne a la efectividad de los vibradores, hay poca diferencia entre estos dos tipos. La elección se hace, por lo general, con base en otras razones, como la disponibilidad, facilidad de transporte o disponibilidad del suministro adecuado de electricidad o aire comprimido.

3.4.1.2 Vibración Externa

En este procedimiento, el equipo vibrante se coloca sobre una o varias caras del molde o encofrado que, en esa forma, recibe directamente las ondas y la transmite a la masa de concreto. Su campo de acción más frecuente es en la prefabricación donde, en general se emplean concretos de resistencias secas. Ante la vibración del encofrado, que debe ser metálico, fundamentalmente, la masa de concreto responde en función de su granulometría y de la cantidad de agua que contenga. El mortero acepta los pequeños movimientos de acomodo de los granos gruesos, pero restringe los desplazamientos excesivos. Si la viscosidad del mortero no fuera la adecuada, el agregado grueso podría llegar a segregarse. Cuando la función del vibrado externo ha terminado aparece sobre la superficie del concreto una capa brillante y húmeda.

La efectividad de este procedimiento de vibración depende de la aceleración que sea capaz de transmitir el encofrado a la masa de concreto. Existen algunas relaciones empíricas que permiten determinar la fuerza centrífuga que deberán ser capaces de desarrollar los vibradores de encofrado, para garantizar una adecuada compactación. En el "ACI Manual of Concrete Practice", de 1994 se señala:

- Para mezclas de consistencia plásticas, en encofrado de vigas o muros:

$$\text{Fuerza} = 0.5(\text{peso del encofrado} + 0.2 \text{ peso del concreto})$$

- Para mezclas secas en prefabricación:

$$\text{Fuerza} = 1.5(\text{peso del encofrado} + 0.2 \text{ peso del concreto})$$

Admitiendo que en general, los vibradores externos se colocan con una separación entre 1,5 m y 2,5 m podemos calcular para cada caso, las características requeridas de frecuencia y amplitud.

El vibrador externo o de abrazadera consta de un motor eléctrico y un elemento no balanceado. Se fija en la cimbra para que las vibraciones sean transmitida al concreto a través de ella. Aunque se emplea principalmente en trabajos de concreto precolado, a veces es necesario en construcciones comunes, cuando no es posible insertar un vibrador, como en el caso de secciones muy esbeltas o con demasiado acero de refuerzo. Estos vibradores compactan sólomente concreto en secciones de menos de 300 mm de espesor.

Cuando se emplean en vibradores externos, la cimbra deberá ser diseñada y construida para soportar las repetidas revisiones de esfuerzo, y para ser capaz de extender uniformemente las vibraciones sobre un área considerable. Para sostener el vibrador, se fijan en la cimbran soportes especialmente diseñados. Puesto que, generalmente, los vibradores se mueven hacia arriba o a lo largo de la cimbra conforme esta se va llenando, el número de soportes debe ser mayor que el de vibradores disponibles.

Cabe señalar los siguientes puntos:

1. Se verificará que todas las juntas, tanto dentro como entre los tableros, estén apretadas y selladas. La cimbra se mueve más que cuando se emplean vibradores, y la lechada puede escurrir por la más pequeña de las aberturas.

2. Se comprobará que los vibradores estén firmemente sujetos o atornillados a los soportes y se vigilarán constantemente durante su empleo, para asegurarse de que no se hayan aflojado, de lo contrario, las vibraciones no se transmitirán completamente a la cimbra y al concreto.
3. El concreto se alimentará en pequeñas cantidades dentro de las secciones, para que quede en capas uniforme de aproximadamente 150 mm de espesor. Esto evita la inclusión de aire conforme se eleva la carga.
4. Se mantendrá en observación continua todos los accesorios, que deben estar atornillados en vez de clavados, especialmente las tuercas de los pernos, que pueden aflojarse fácilmente por la vibración intensa. Se vigilarán también las pérdidas de lechada de concreto y se taparán las fugas siempre que se pueda.
5. Cuando se posible, se compactará mediante un vibrador los 600 mm superiores del concreto en un muro o una columna; si esto no es factible, se compactará por varillado manual o paleando hacia abajo sobre la cara de la cimbra. Los vibradores externos tienden a crear espacios entre la cimbra y el concreto; en las capas inferiores, este espacio se cierra gracias al peso de las capas superiores de concreto, pero en la última capa puede no cerrarse y desfigurar la superficie.

3.5 CURADO DEL CONCRETO

La hidratación de los componentes del cemento y por tanto el endurecimiento del concreto sucede progresivamente con el tiempo; pero es necesario la presencia de agua en contacto con el cemento y una temperatura adecuada que favorezca las reacciones químicas mencionadas. Para esto es preciso que en las primeras horas, después de la colocación del concreto, no haya pérdidas del agua empleada en su fabricación, ya que en una revoltura bien proporcionada hay agua suficiente para completar la hidratación y obtener un curado perfecto

Curado del concreto es el mantenimiento de un ambiente favorable para la continuación de las reacciones químicas del concreto. El curado se puede lograr conservando la humedad interior o suministrando humedad al concreto, protegiéndolo también de las temperaturas externas y del viento por lo menos unos 7 días.

El curado debe de realizarse a edades tempranas ya que en las primeras 3 o 4 horas, después del colado, se forma la estructura interna del concreto que le da resistencia e impermeabilidad.

Hay varias formas de realizar un curado: proporcionando humedad adicional, como inundación de superficies, rociamiento o usando cubiertas de material húmedo; conservando la humedad del concreto, ya sea usando papel impermeable, láminas plásticas, compuestos líquidos formantes de membranas o dejando en su lugar las formaletas (moldes).

Los métodos más usados en El Salvador son:

- Inundación de superficies: aplicable a superficies planas en las cuales se forman piletas de agua con ladrillos o arena alrededor del perímetro de la superficie del concreto.
- Curado por rociamiento: es un método excelente si se realiza de forma continua, consiste en rociar agua por medio de mangueras y un sistema de boquillas, o simplemente con mangueras. Se aplicarán ciclos de rociado de tal manera que el concreto no se seque en cada intervalo, de lo contrario aparecerán grietas causadas por los ciclos alternos de mojado y secado. (ver Figura 3-6).
- Cubierta húmedas de arena: útil cuando haya escasez de agua: se distribuye arena húmeda sobre la superficie del concreto en una capa de 2 pulg de espesor y se deberá mantener siempre húmeda.

Los moldes metálicos o de madera aceitada pueden proteger contra la pérdida de humedad; si la superficie libre de concreto se mantiene saturada por medio de riego o cubiertas húmedas. Además se puede curar con películas impermeables de asfaltos, alquitrán o silicatos de sodio.



Figura 3-6: Curado mediante rociamiento

3.6 PRUEBAS AL CONCRETO

3.6.1 Prueba de Revenimiento

Para saber si un concreto presenta una consistencia dura o muy fluida, se realiza el ensayo de revenimiento, el cual consiste en llenar un molde tronco cónico (cono de Abhrams, ver Figura 3-7) en tres capas apisonando cada capa 25 veces; luego se remueve el molde levantándolo con cuidado verticalmente en 5 +/- 2 segundos. Luego se mide el revenimiento como la diferencia de altura del molde y lo que baja la muestra de concreto

El método es aplicable a concreto plástico que contiene agregado grueso con tamaño menor de 1 ½", y no es adecuado para concreto tan seco que tenga revenimiento menores a 6 mm.

El revenimiento es el mínimo requerido para que el concreto fluya a través de las barras de refuerzo y para que pueda bombearse en su caso, así como para lograr un aspecto satisfactorio.

En muestras de campo y de laboratorio, el concreto que se usa para determinar el revenimiento debe de desecharse.

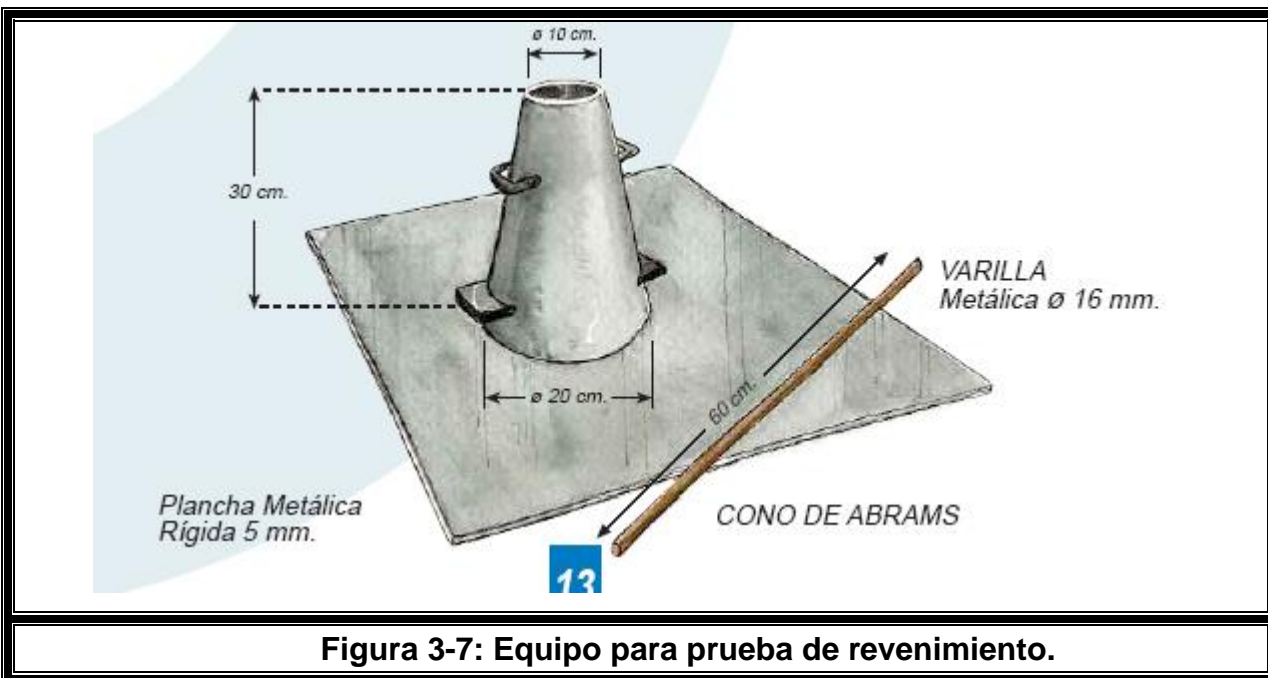


Figura 3-7: Equipo para prueba de revenimiento.

Para efectuar la prueba de revenimiento se siguen los siguientes pasos:

1. Se humedece el cono y se coloca sobre una superficie rígida, plana, húmeda y no absorbente.
2. El operador debe de sujetar firmemente el cono durante el llenado, parándose sobre las dos piezas que para este fin tiene el cono.
3. Llenar el cono en 3 capas, cada una aproximadamente 1/3 del volumen total; cada capa se compacta con 25 golpes de varilla. Aproximadamente la mitad de los golpes se darán cerca del perímetro y después se continuará con golpes en espiral hacia el centro. Se debe de compactar cada capa únicamente a través de su respectivo espesor, de modo que los golpes sólo penetren ligeramente en la capa inmediata inferior.

4. Llenar la tercera capa de modo que exista un exceso sobre la parte superior del cono.
5. Enrasar el cono con una cuchara de albañil.
6. Retirar el cono, alzándolo cuidadosamente en posición vertical. Esta operación deberá hacerse aproximadamente entre 5 y 10 segundos mediante un movimiento uniforme hacia arriba sin aplicar movimiento lateral o torsional.
7. Medir el revenimiento, determinándose la diferencia entre la altura del cono y la del concreto tomando como referencia el centro original de la base (esto se medirá colocando el cono invertido y midiendo la altura entre el cono y el centro del concreto).

3.6.2 Prueba de Resistencia a la Compresión

La resistencia a la compresión del concreto es la medida que define la calidad del mismo; dicha resistencia se obtiene al cargar axialmente a compresión una probeta de concreto, bajo ciertas condiciones, de tal manera que al fallar se obtenga el valor de su resistencia. Esta prueba deberá hacerse después de haber fabricado el concreto, a los 7, 14 y 28 días para obtener resistencias a esas edades y controlar así la calidad del concreto.

Las muestras de concreto, para elaborar los cilindros, se tomarán de la obra y serán ensayados en el laboratorio.

Normalmente, se mide la resistencia a la compresión para garantizar que el concreto (*hormigón*) despachado a determinado proyecto cumple con los requerimientos especificados y con el control de calidad. Para la realización del ensayo a compresión del concreto, se moldean especímenes cilíndricos de ensayo de 4" X 8" (100 X 200 mm) o de 6" X 12" (150 x 300 mm), luego se almacenan en campo hasta que el concreto endurezca, de acuerdo con los requerimientos del *ASTM C-31: Prácticas normalizadas para elaborar y curar especímenes de concreto en campo*.

Cuando se elaboren cilindros para la aceptación del concreto, el técnico que se encuentra en campo debe ensayar otras propiedades del concreto fresco como

temperatura, asentamiento (*reventamiento*), densidad (peso unitario), y contenido de aire. Esta información debe existir, acompañando al grupo de cilindros, hechos para una vaciado (*colado*) o colocación particular. Un resultado de un ensayo de resistencia es siempre el promedio de al menos dos especímenes ensayados a la misma edad. Un juego de 2 a 6 cilindros puede realizarse a partir de la misma muestra de concreto, como mínimo cada 150 yd³ (115 m³) de concreto colocado.

De acuerdo a la ASTM C-31, los resultados de cilindros curados normalmente se usan para:

- Ensayo de aceptación para una resistencia especificada.
- Verificar las proporciones de mezcla para una resistencia especificada.
- Ejercer control de calidad del productor de concreto.

Es muy importante que los cilindros sean preparados y curados siguiendo los procedimientos normalizados. Cualquier desviación de dichos procedimientos resultará en una menor resistencia medida. Los resultados de resistencia bajos debido a procedimientos que no concuerden con las normas causan una preocupación injustificada, costos y demoras al proyecto.

Los resultados de resistencia de los cilindros curados en campo se emplean para:

- Determinar el tiempo en el cual la estructura se puede poner en servicio.
- Evaluar la suficiencia del curado y la protección del concreto en la estructura.
- Programar la remoción de formaletas (*cimbras*) y apuntalamientos.

Los requerimientos para el curado en campo de cilindros difieren de los de curado estándar, y no deben confundirse.

Equipo necesario para realizar el ensayo:

- Moldes para formar los especímenes.
- Varilla apisonadora con punta redondeada de 5/8" (15 mm) de diámetro para cilindros de 6" X 12" ó de 3/8" de diámetro para cilindros de 4" X 8", ó un vibrador.

- Mazo de caucho de 1.25 +/- 0.50 lb (0.6 +/- 0.2 kg)
- Pala, llana de madera, espátula o palustre y cuchara
- Carretilla u otro contenedor apropiado
- Tanque de agua o cuarto de curado con suficiente provisión para mantener el ambiente de curado necesario durante el período inicial. Regularmente en nuestro medio las muestras son curadas sumergiéndolas en barriles de agua limpia.
- Equipo de seguridad apropiado para el manejo de la mezcla de concreto en estado plástico.

3.7 PROPIEDADES DEL CONCRETO

El indicador fundamental de la resistencia del concreto es la resistencia específica a la compresión, denominada $f'c$. Este es el esfuerzo unitario de compresión utilizado en el diseño estructural y el objetivo en el diseño de una mezcla. Se indica en unidades de Kg/cm^2 , por lo que es común referirse a la calidad estructural del concreto al denominarlo simplemente mediante un número, por ejemplo: “concreto 210” (210 Kg/cm^2). En el diseño por resistencia este valor se utiliza para representar la resistencia última a la compresión del concreto. En el caso del diseño por esfuerzos de trabajo, los esfuerzos máximos admisibles se basan en este límite, especificado como una fracción de $f'c$.

El valor del módulo de elasticidad del concreto se establece mediante una fórmula que incorpora variables del peso (densidad) del concreto y su resistencia. La distribución de los esfuerzos y las deformaciones en el concreto reforzado dependen del módulo del concreto, ya que el módulo del acero es constante.

Cuando se somete a un esfuerzo excesivo y de larga duración, el concreto tiende a sufrir una deformación plástica por fatiga, un fenómeno en el cual la deformación se incrementa con el tiempo bajo esfuerzo constante. Esto influye en las deflexiones y en la distribución de esfuerzos entre el concreto y el refuerzo.

La dureza del concreto se refiere, en esencia, a su densidad en la superficie. Esta depende, principalmente, de la resistencia básica, que se indica por medio del valor del esfuerzo de compresión. Sin embargo, las superficies pueden ser un poco más blandas que la masa central del concreto, debido a la desecación acelerada en la superficie. Algunas técnicas se utilizan para endurecer deliberadamente las superficies, en especial las de la parte superior de las losas. El trabajo fino con llana (“plancha”) tenderá a llevar hacia la superficie un material muy rico en cemento, lo cual da por resultado una dureza mejorada. También se utilizan endurecedores químicos (aditivos), al igual que selladores que atrapan el agua superficial.

El módulo de Elasticidad E_c del concreto terminado es una medida de su resistencia a la deformación. La magnitud de E_c depende de w , el peso del concreto, y de f'_c , su resistencia.

Además de las propiedades básicas estructurales, existen varias propiedades del concreto que se relacionan con su uso como material de construcción y, en algunos casos, con su integridad estructural.

3.7.1 Trabajabilidad

Este término se refiere, en general, a la propiedad del concreto húmedo mezclado para ser manipulado, colocado en las cimbras y darle un acabado mientras aún es fluido. Un cierto grado de trabajabilidad es esencial para el cimbrado y acabado adecuado del material. Sin embargo, la naturaleza fluida de la mezcla queda determinada, en gran parte, por la cantidad de agua presente, por lo que la manera más fácil de volverla más manejable es añadir agua. Hasta cierto punto esto puede ser aceptable, pero el agua adicional por lo común significa menor resistencia, mayor porosidad y mayor contracción, que son en general, propiedades indeseables. A menudo se utiliza la vibración, los aditivos y otras técnicas para facilitar el manejo del concreto sin incrementar el contenido de agua, a fin de obtener el concreto de la mejor calidad.

3.7.2 Impermeabilidad

En general, es aconsejable tener un concreto no poroso. Este puede ser primordial para muros o para pisos, compuestos de losas de pavimentación, pero por lo común es bueno para proteger el refuerzo de la corrosión. La impermeabilidad se obtiene al fabricar un concreto bien mezclado de alta calidad, bien colado en las cimbras y con superficies densas con poco agrietamiento o huecos. Sin embargo, si está sometido a la presencia continua del agua, el concreto se saturará por ser absorbente. Cuando la penetración del agua debe de ser evitada de manera definitiva, deben usarse barreras a prueba de humedad o impermeables.

3.7.3 Densidad

El peso unitario del concreto, en esencia, está determinado por la densidad del agregado grueso (comunmente dos tercios o más del volumen total) y por la cantidad de aire en la masa de concreto terminado.

3.7.4 Resistencia al fuego

El concreto es incombustible, por lo que su naturaleza aislante y protectora contra el fuego se utiliza para preservar el refuerzo de acero. Sin embargo, cuando se expone durante períodos largos al fuego, el material se deforma y agrieta, lo cual produce el colapso estructural o una capacidad reducida que requerirá el reemplazo o reparación después del fuego. El diseño para resistencia al fuego requiere las siguientes consideraciones básicas:

1. Espesor de las partes: Las losas o muros delgados se agrietarán con rapidez, lo que permite la penetración del fuego o gases.
2. Recubrimiento del refuerzo: Se requiere que sea más grueso para tener una resistencia mayor al fuego.
3. Naturaleza del agregado: Algunos son más vulnerables que otros a la acción del fuego.

3.7.5 Contracción

Los materiales mezclados con agua, como el yeso, el mortero y el concreto, tienden a contraerse durante el proceso de endurecimiento. En el caso del concreto simple, la contracción es, en promedio, de aproximadamente un 2% del volumen. Por lo general, el cambio dimensional real de los miembros estructurales es menor debido a la presencia de varillas de acero; sin embargo, es necesario hacer algunas consideraciones en cuanto a los efectos de contracción.

CAPITULO IV
"CONCRETO ESTRUCTURAL"

4 CONCRETO ESTRUCTURAL

4.1 GENERALIDADES

La seguridad de un edificio depende principalmente de su estructura, por lo que para los edificios de concreto reforzado, la calidad de los materiales es un factor importante que no se debe descuidar. Debido a lo anterior, se debe conocer la cantidad, el tipo y las características de los materiales que se utilizarán en la construcción y todos los datos necesarios que permitan llevar con éxito el proyecto estructural.

El concreto reforzado consta básicamente de la unión del concreto en masa y barras de acero (refuerzo); las cuales deben ser calculadas y colocadas sobre la hipótesis de que ambos materiales trabajan simultáneamente para resistir esfuerzos. Esto es posible por que el concreto presenta la ventaja de adherencia y fricción lo que permite que las barras de refuerzo trabajen como una sola unidad con el concreto, resultando de esta manera el "concreto reforzado".

El concreto reforzado presenta grandes ventajas, como su bajo costo, comparándolo con otros materiales; y fácil ejecución, ya que fácilmente adopta muchas formas por medio de moldes de y otros materiales.

A pesar de todos los inconvenientes que puede tener el concreto reforzado, resulta ser el material más adecuado para ejecutar los diferentes tipos de edificios.

4.2 CIMENTACIONES

Se entiende por cimentación a la estructura o parte de la misma destinada a soportar el peso de la construcción que gravitará en ella, y a transmitir sobre el terreno en que se encuentra desplantada las cargas correspondientes en una forma estable y segura para garantizar que la aplicación de las cargas unitarias serán compatibles con las propiedades mecánicas del terreno en que se va a desplantar.

Toda Construcción o estructura deberá ser soportada por una cimentación apropiada y que satisfaga todas las medidas de seguridad. Ninguna edificación se podrá erigir sobre un terreno lleno con algún desecho animal o vegetal, ni sobre restos

de otras construcciones, y por lo regular será necesario una preparación de terreno (detallado en acápite de obras preliminares).

Considerando los análisis de suelos, peso de la construcción y topografía del terreno, se elegirá el tipo de cimentación más adecuada y más económica.

Las cimentaciones se dividen en:

- a) superficiales.
- b) Profundas.

De acuerdo a los alcances y delimitaciones planteados en el capítulo I, solamente nos ocuparán las cimentaciones superficiales. El tipo más común de cimentaciones superficiales son las zapatas, éstas pueden ser construidas de diversos materiales: piedra, concreto reforzado, mixtos y, en raras ocasiones, de metal. Únicamente se tratarán las de concreto reforzado, conocido también como *concreto estructural*. Además de las zapatas también existen las *losas de cimentación*.

Se conoce como zapata al elemento estructural utilizado en fundaciones para transmitir y repartir al suelo las cargas provenientes de vigas y columnas a través de un área mayor, lo cual previene o reduce asentamientos posteriores de la estructura.

Los tipos de zapatas existentes son:

- Zapatas Corridas.
- Zapatas Aisladas.
- Zapata combinada.

4.2.1 Zapata Corrida

Las zapatas corridas o para muros se componen de franjas de concreto colocadas debajo de los muros. El tipo más común de zapata de muro consiste en una franja de sección rectangular, colocada simétricamente con respecto al muro y que se proyecta, como un voladizo. A distancias iguales sobre ambas caras del muro. Con respecto al esfuerzo en el suelo, la dimensión mas crítica de la zapata es el ancho de base medido perpendicularmente, a la cara del muro.

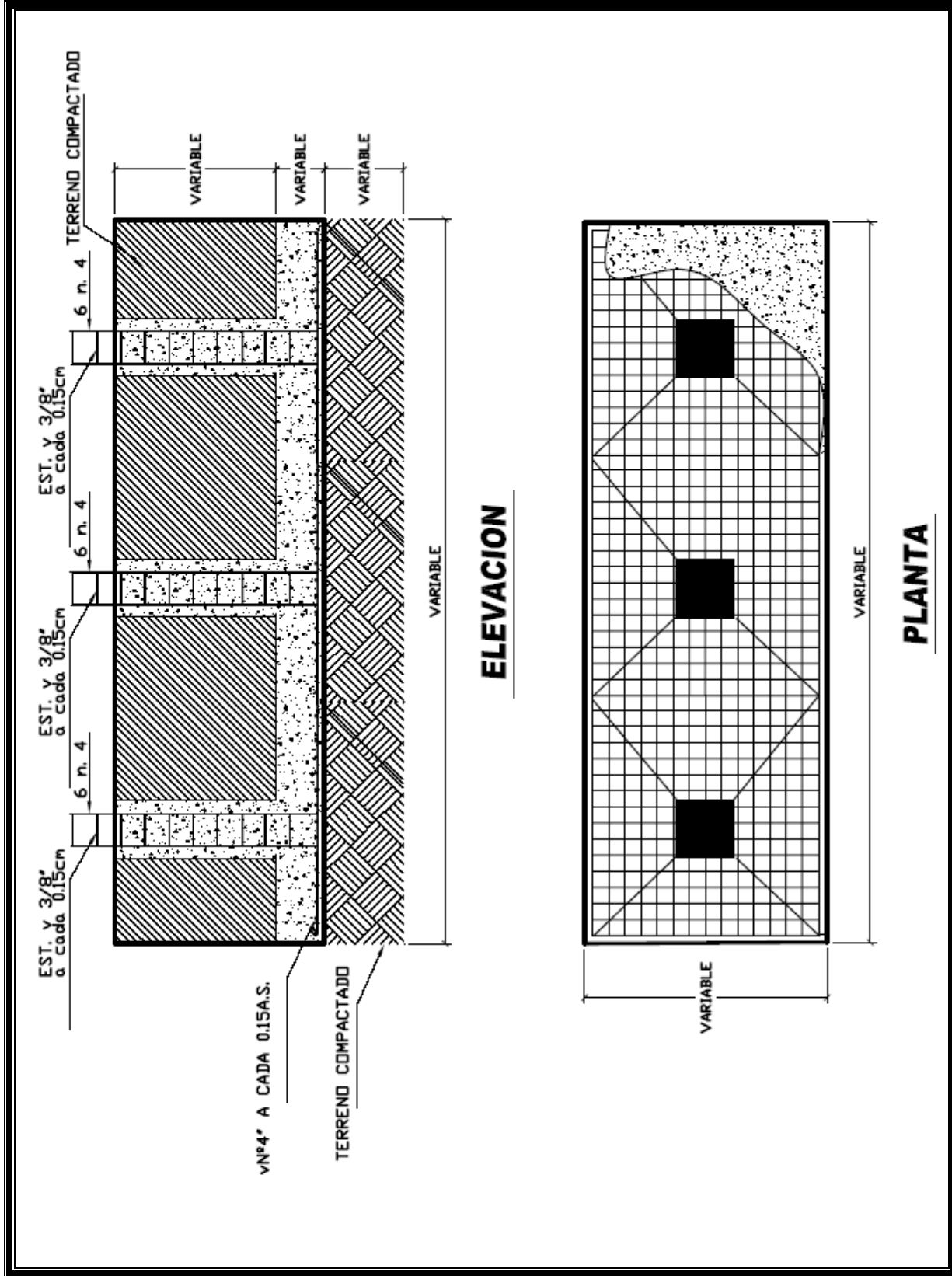


Figura 4-1: Zapata Corrida

En la mayoría de las situaciones, la zapata corrida se utiliza como plataforma sobre la cual se construye el muro. Por lo tanto, se establece un ancho mínimo para la zapata según el espesor del muro, por lo que, en general, se hace un poco más ancha que el muro. Con un muro de concreto, este ancho adicional se utiliza para soportar la cimbra del muro mientras se cura el concreto. En el caso de muros de mampostería, este ancho adicional garantiza una base adecuada para la plantilla de mortero que se utiliza para la primera hilada de bloques. El ancho adicional exacto que se requiere para esta finalidad es una cuestión de criterio. Para el apoyo de las cimbras en general conviene tener, por lo menos una proyección de 3 pulg; para mampostería, el mínimo común es de 2 pulg.

Con muros ligeros, el ancho mínimo que se requiere para la plataforma es más que adecuado en función del esfuerzo admisible de presión solamente. Si este es el caso producirá esfuerzos transversales por cortante y por flexión, relativamente insignificantes, que permiten un espesor mínimo para la zapata y la omisión del refuerzo transversal. La mayoría de los proyectistas prefieren, sin embargo proporcionar refuerzo continuo en la dirección larga de la zapata, aun cuando no se necesite colocar ninguno en la dirección transversal. El objetivo es reducir el agrietamiento por contracción (debida a la disminución de la humedad) y también aumentar su capacidad, a la manera de una viga, para que cubra el claro sobre los puntos blandos en el suelo de apoyo.

A medida que se incrementa la carga sobre el muro, el incremento del ancho necesario de la zapata, para controlar el esfuerzo en el suelo, produce, a la larga, cortante y flexión transversales significativos en la zapata. En algún punto, esto determina el espesor requerido para la zapata y para el refuerzo necesario en la dirección transversal. Si la zapata no está reforzada en la dirección transversal, el esfuerzo predominante es, en general, el esfuerzo flexionante por tensión transversal en el concreto. Si la zapata cuenta con refuerzo transversal, el esfuerzo predominante en el concreto es, por lo común, el esfuerzo cortante.

En general se usan zapatas corridas en las siguientes situaciones:

1. Se trata de cimentar un elemento continuo
2. Se quiere homogenizar los asientos de una alineación de pilares y nos sirve de arriostamiento.

3. Se quiere reducir el trabajo del terreno.
4. Para puntear defectos y heterogeneidades del terreno.
5. Por la proximidad de zapatas aisladas, resulta más sencillo construir una zapata corrida.

4.2.2 Zapatas Aisladas

La mayoría de las zapatas para columnas, aisladas o independientes, son de planta cuadrada, con refuerzo que consiste en dos juegos de varillas perpendiculares entre sí. Éste se conoce como refuerzo en dos direcciones. La columna se coloca, directamente, sobre el bloque de la zapata, o se apoya sobre un pedestal, o dado, que es un bloque ancho y corto sometido a compresión, que sirve para reducir el efecto penetrante sobre la zapata. Para columnas de acero, un dado también sirve para levantar la parte inferior de la columna de acero sobre nivel del terreno.

El diseño de una zapata aislada se basa, en general, en las siguientes consideraciones:

- **Presión máxima del suelo.** La suma de la carga aplicada sobre la zapata el peso de ésta, no deben exceder el límite de presión de apoyo sobre el material de soporte. El área total requerida, en planta, de la zapata, se determina con base a esto.

- **Control de asentamientos.** En los casos en que los edificios se apoyan sobre suelo compresible, es necesario seleccionar áreas de zapata que garanticen un asentamiento uniforme de todas las columnas del edificio, en lugar de buscar el uso máximo de la presión admisible del suelo.

- **Tamaño de la columna.** Entre más grande sea la columna, menores serán los esfuerzos cortantes, flexionantes y de adherencia en la zapata, puesto que éstos se producen por el efecto de voladizo de la proyección de la zapata, más allá de los bordes de la columna.

- **Límite del esfuerzo cortante para el concreto.** Para zapatas de sección transversal cuadrada, éste es, en general, la única condición crítica de esfuerzo para el concreto. Para reducir la cantidad necesaria de refuerzo, el peralte de la zapata se establece, por lo común, muy por arriba del que se requiere según el límite del esfuerzo por flexión para el concreto.

- **Esfuerzo por flexión y límites de las longitudes de anclaje en las varillas.** Éstos se consideran con base en el momento que se genera en la zapata en voladizo en la cara de la columna.

- **Espesor de la zapata para anclaje del refuerzo de la columna.** Cuando una columna soporta una columna de concreto reforzado, la fuerza de compresión de las varillas de la columna se debe transferir a la zapata por medio del esfuerzo de adherencia, conocido como *fijación* de las varillas. El espesor de la zapata debe ser suficiente para dar lugar a la longitud de anclaje necesaria de las varillas de la columna.

Además, las zapatas aisladas se pueden clasificar como Zapatas Centradas y Zapatas de Colindancia. Las zapatas centradas son aquellas en las cuales los pedestales y columnas se ubican en el centro de las zapatas. Las zapatas de colindancia, como su nombre lo indica, son aquellas que se ubican al borde del terreno de construcción, por lo que los pedestales y columnas que llegan a ella se ubican a un costado de la zapata. A su vez en las zapatas de colindancia se pueden distinguir las de colindancia central y de colindancia de esquina. La Figura 4-2 muestra en planta y perfil una zapata centrada y, la Figura 4-3 y Figura 4-4 muestran zapatas de colindancia central y colindancia de esquina

4.2.3 Zapata combinada

Es un elemento estructural similar a la zapata corrida con la diferencia de que lleva vigas de fundación entre columnas que se apoyan en esta para contrarrestar los efectos de volteo.

Además su forma geométrica puede ser rectangular, trapezoidal o cuadrada

4.2.4 Losa de Cimentación

Se define como: “La disposición de una plataforma o tablero de cimentación que transmite las cargas de la construcción al terreno mediante una superficie de piso invertido, que recibe la sollicitación unitaria del terreno y descansa sobre puntos de apoyo de la construcción”.

Las losas de cimentación se usan cuando las cargas que transmiten las columnas a las zapatas son tal que se requiere una dimensión grande de las zapatas que llegan a quedar muy próximas entre sí.

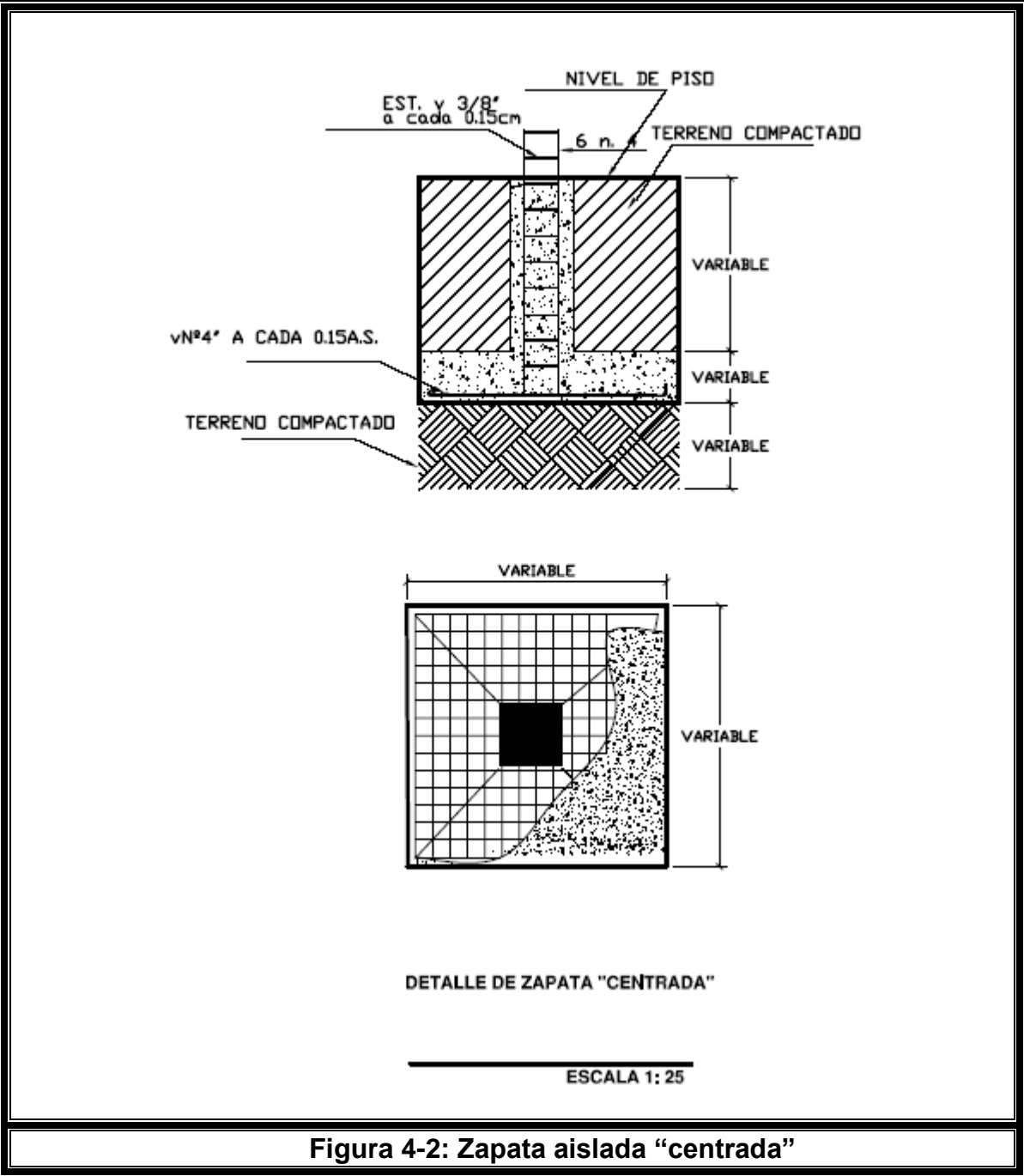
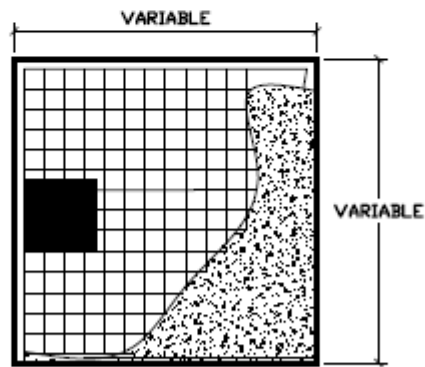
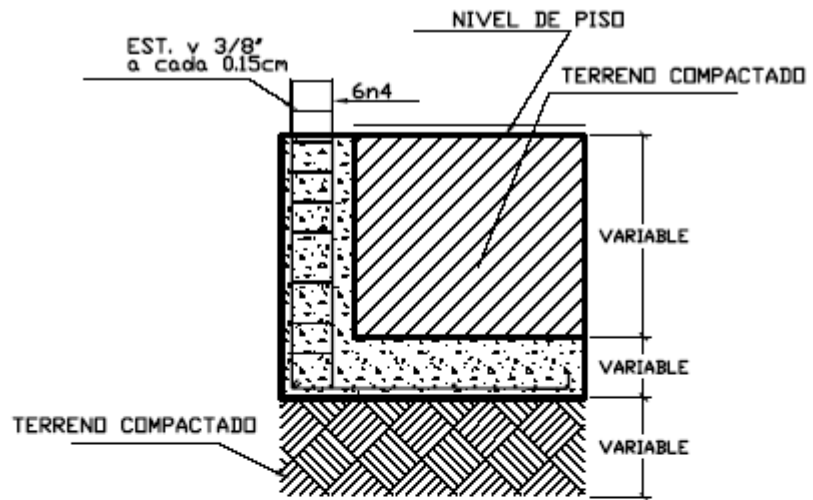


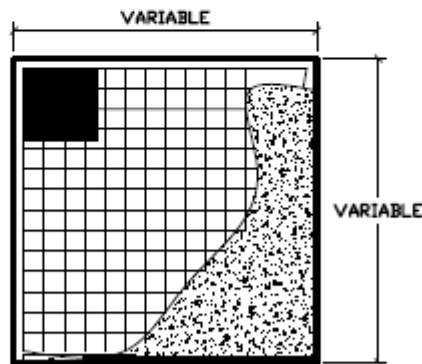
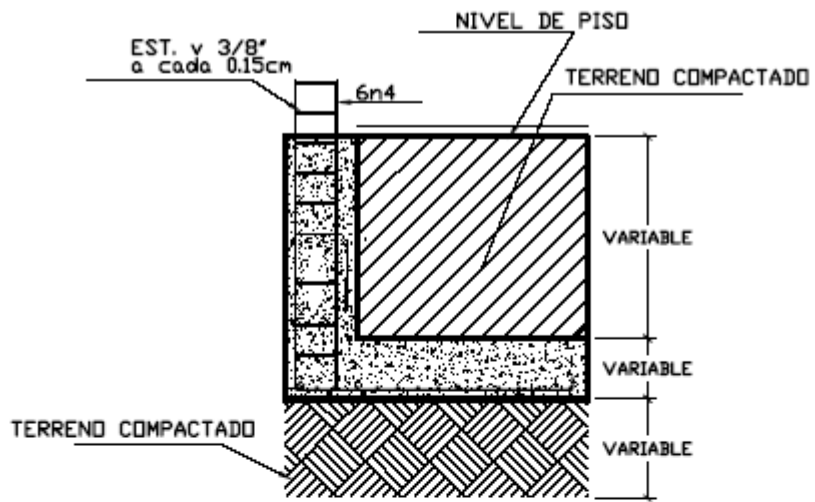
Figura 4-2: Zapata aislada "centrada"



DETALLE DE ZAPATA "DE COLINDANCIA CENTRAL"

ESCALA 1: 25

Figura 4-3: Zapata aislada de "colindancia central"



DETALLE DE ZAPATA "DE COLINDANCIA ESQUINERA"

ESCALA 1:25

Figura 4-4: Zapata aislada de "colindancia esquinera"

4.2.5 Proceso Constructivo de Zapatas

4.2.5.1 Armado de zapatas

La armadura de la zapata debe ajustarse a las especificaciones técnicas y detalles de la misma que figuren en los planos de fundación. Los detalles y especificaciones deberán ser bien leídos e interpretados por EL ING. RESIDENTE y el MAESTRO DE OBRA; además éstos deberán proporcionarle una copia del detalle al armador, para que éste la estudie cuidadosamente antes de comenzar la armadura de la zapata. Luego, el Ing. Residente o arquitecto encargado de la obra estudian los planos de tal manera de llegar o no a la conclusión de hacer modificaciones en los detalles e inmediatamente hacerlo saber al maestro de obra y éste al armador.

Esta actividad se realiza simultáneamente con otras, tales como las siguientes: excavación y compactación. Antes de terminada tanto la excavación como la compactación del pozo donde estará ubicada la zapata, la armadura de ésta debe haber finalizado y estar lista para su colocación; asimismo, la columna, los helados, el encofrado del pedestal y zapata si fuese necesario.

Para armar la zapata propiamente, el armador lee e interpreta el detalle de la misma en la copia que le fue proporcionada; después pasa directamente a la bodega, para que se le entregue el acero de refuerzo, es decir, la cantidad en quintales que ocupará para armar las zapatas; asimismo, pide las sierras, discos para la pulidora, alambre de amarre, en general el material que utilizará para armar la zapata. Tanto el bodeguero como el armador deben tomar nota de lo que uno recibe y el otro entrega para así evitar malos entendidos en la obra.

El obrero, cortará las piezas de acuerdo al detalle, es decir, evitar el desperdicio excesivo del acero, lo cual debe ser constantemente vigilado por el ING. RESIDENTE. La Figura 4-5 muestra a un obrero cortando las varillas para el armado de las zapatas.

Una vez cortadas las piezas, procede a formar el marco de la misma, colocando y armando éste sobre el banco de armadura. El marco de la zapata deberá quedar sujeto en sus extremos con alambre de amarre; posterior a esto se coloca el marco a escuadra, es decir, se miden las distancias de las diagonales del rectángulo o de el

cuadrado que forme la parrilla; debiendo estas diagonales ser iguales para poder inferir que está a escuadra.

Luego, se distribuye el acero en ambos sentidos, es decir, a lo largo de la base de la zapata así como a lo ancho, utilizando la cinta métrica y marcando con lápiz de color rojo, azul, las distancias leídas en el detalle de la zapata o el color que a criterio del armador no le ocasione problemas. En seguida, el obrero junto con su ayudante, se dedican a colocar todas las piezas sobre las marcas antes hechas y a sujetar las mismas utilizando alicates y alambre de amarre. El armador debe revisar constantemente, que el acero en ambos sentidos esté a escuadra, es decir, formando ángulos de 90°.



Figura 4-5: Cortado de Varillas para Zapata

Es hasta este momento, que la zapata está lista para su colocación y se procede a colocarla en un lugar donde no sea golpeada ni por obreros, ni por máquinas y en general protegida de golpes de cualquier naturaleza; asimismo, debe protegerse de no

ser contaminada con aceites, grasas, arcilla, lluvia, etc. Regularmente las zapatas ya terminadas se mantienen en los talleres de armadura antes de su colocación, separadas del suelo al menos unos 20 cms.

4.2.5.2 Colocación de Zapatas

Teniendo armada la zapata y la columna (ver acápite 4.3.3.3), debe estar listo el pozo de excavación donde irá la columna, es decir, deberá tener la profundidad especificada en los planos, compactada hasta el nivel especificado, la superficie donde descansará la zapata debe estar totalmente horizontal, además entre la excavación (pared vertical) y donde irá la zapata debe existir una holgura mínima de 5.0 cms.

Para colocar la zapata, en primer lugar, se tienden las pitas sobre los ejes de las niveletas para replantear exactamente la posición de la zapata, tal como se muestra en la Figura 4-6.

Durante esta actividad, el armador junto con su ayudante debe tener sumo cuidado para que las pitas no sean movidas por auxiliares u obreros que realizan otras actividades; ya que de ser así, el replanteo de la zapata sería errado.

Teniendo las pitas tensas, se procede a bajar estos puntos con una plomada y en el lugar donde cae ésta se insertan unos clavos para que el eje quede definido en el fondo del pozo de la excavación. Definidos los ejes, en el fondo del pozo de excavación se colocan los helados en las esquinas de la zapata antes de introducirla. Luego, se introduce la zapata al pozo y se alinea tanto con los clavos que se encuentran en el fondo como con las pitas que aún están sujetas en las niveletas. Estando ya en línea se colocan pines (pedazos de varilla de $\text{Ø} > 3/8''$). Estos segmentos de hierro son de aproximadamente de unos 20 a 30 cms. de longitud.

La finalidad de colocar estos pines es para que la zapata no se mueva ni cuando se coloque la columna, ni cuando se efectuó el colocado de la zapata. Una vez está fija la zapata, se termina de colocar todos los helados. Estos deberán tener una altura no menor de 15 cms (ver Figura 4-7).



Figura 4-6: Replanteo de zapata aislada



4.3 COLUMNAS DE CONCRETO

La columna es un elemento vertical estructural que sirve de apoyo a vigas, sujeto a compresión por las cargas provenientes de éstas, transmitiéndolas directamente a las zapatas.

La parte inferior de la columna que se apoya en la zapata recibe el nombre de pedestal, siendo de mayor sección que la columna, su función es la de proteger el acero de ésta que penetra al terreno natural, además de aumentar la rigidez de la unión columna-zapata.

Las columnas de concreto se presentan, con mayor frecuencia, como miembros reforzados, con el concreto colado in situ y el acero de refuerzo compartiendo las cargas de compresión y trabajando, como en las vigas, para producir la resistencia necesaria a la flexión. Las formas comunes consisten en secciones transversales circulares, cuadradas o rectangulares de concreto reforzado, con varillas de acero colocadas tan cerca como sea posible del perímetro de la columna. Con la altura normal

de las columnas, las varillas de acero por sí mismas son bastante esbeltas, y para evitar su pandeo a través del delgado revestimiento de concreto, se utiliza alguna forma de restricción para mantenerlas en el núcleo de la columna.

En la actualidad, los cálculos para el diseño de columnas son bastante complejos y, en general, se realizan en la computadora, en la práctica profesional. El trabajo de diseño preliminar puede utilizar algunos elementos auxiliares en el diseño, en la forma de tabulaciones de manuales, como las que aparecen en la información disponible en el *American Concrete Institute* (ACI) o la *Portland Cement Association* (PCA). Sin embargo, con el amplio intervalo de variables, que incluye la resistencia del concreto, la resistencia a la fluencia del acero, el tipo de columna, forma de la sección transversal y dimensiones de la columna, es difícil aportar tablas adecuadas que no lleguen a ser excesivamente voluminosas.

4.3.1 Tipos de Columnas

Las columnas de concreto se presentan, con mayor frecuencia, como elementos verticales de apoyo en una estructura hecha generalmente de concreto colado in situ. Las columnas también se presentan como elementos precolados. Las columnas muy cortas, llamadas pedestales, se utilizan en ocasiones en el sistema de apoyo para columnas u otras estructuras.

La columna de concreto colada in situ se encuentra por lo común dentro una de las siguientes categorías:

1. Columnas cuadradas con refuerzo de estribos.
2. Columnas cilíndricas con refuerzo estribos.
3. Columnas redondas con refuerzo en espiral.
4. Columnas cuadradas con refuerzo en espiral.
5. Columnas con otras formas geométricas (perfil L o T, octagonales, con refuerzo de estribos o en espiral).

Obviamente, la selección de la forma de la sección transversal de la columna es una decisión estructural y arquitectónica. Sin embargo, también habrá que considerar los métodos y los costos de la cimbra, la disposición y la instalación del refuerzo y las

relaciones de la forma y las dimensiones columna con otros componentes del sistema estructural.

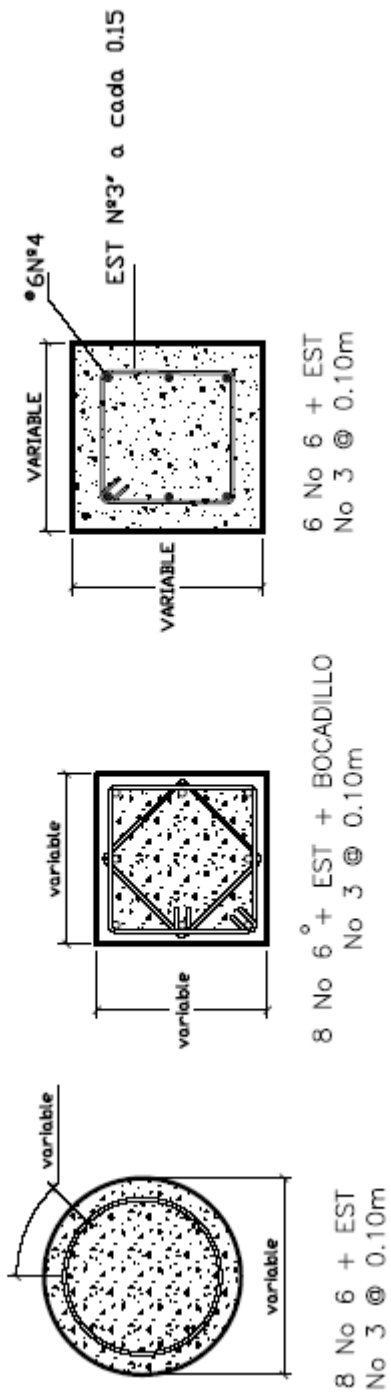
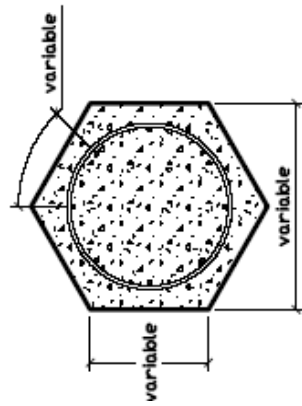
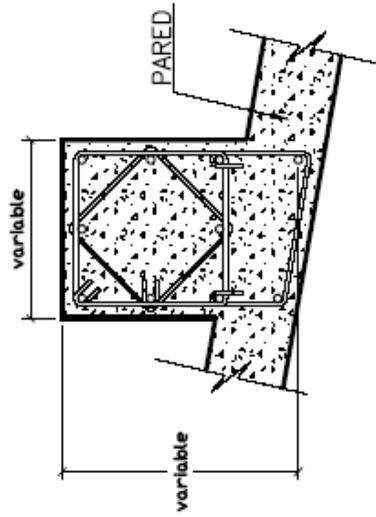


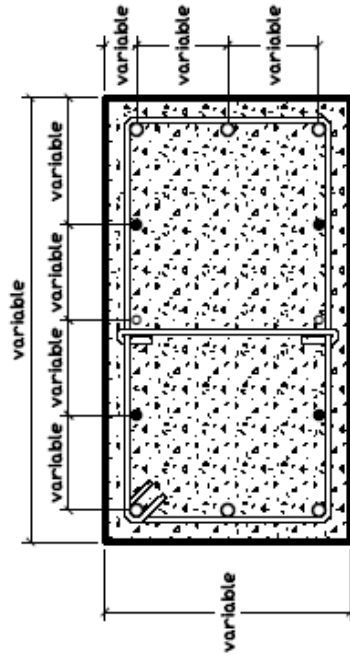
Figura 4-8: Diferentes tipos de secciones de columnas



8 No 6 + EST
No 3 @ 0.10m



10 No 6° + EST + BOCADILLO
+ "U" No 3 @ 0.10m



6 No 6° + 4 No 5° + 2 No 4°
EST. + ALACRAN No 3 @ 0.15

Figura 4-9: Diferentes tipos de columnas

En las columnas de estribos, el refuerzo longitudinal se mantiene en su lugar mediante estribos cerrados hechos con varillas de refuerzo de diámetro pequeño comúnmente, del No.3 ó No.4. Esta columna está representada por la cuadrada. Este tipo de refuerzo se puede adaptar fácilmente a otras formas geométricas.

Las columnas con refuerzo en espiral son aquellas en las que el refuerzo longitudinal se coloca dentro de un círculo, con todas las varillas encerradas por una espiral cilíndrica continua hecha con varilla de acero de diámetro grande. Aunque este sistema de refuerzo trabaje mejor, de hecho, en una columna de sección circular, también se puede utilizar con otras formas geométricas.

La experiencia ha demostrado que la columna con refuerzo en espiral es, ligeramente, más resistente que una columna con estribos equivalente con la misma cantidad de concreto y refuerzo. Por esta razón, el reglamento permite una carga un poco mayor sobre las columnas con refuerzo en espiral. Sin embargo, el refuerzo en espiral tiende a ser caro, y el patrón redondo de las varillas no siempre se lleva bien con otros detalles de la construcción en edificios. Por tanto, se prefieren, a menudo, las columnas de estribos cuando las restricciones en las dimensiones externas de las secciones no son severas.

4.3.2 Requisitos generales para el diseño de columnas de concreto reforzado

Las especificaciones del reglamento y las consideraciones prácticas con respecto a la construcción imponen varias restricciones en las dimensiones de las columnas y en la selección del refuerzo.

Tamaño de la columna. El reglamento vigente no contiene límites en cuanto a las dimensiones de una columna. Por razones prácticas, se recomiendan los límites siguientes. Las columnas rectangulares de estribos se deben limitar a un área mínima de 100 pulg² y una dimensión por lado de 10 pulg si son cuadradas. Las columnas con refuerzo en espiral deben limitarse a un tamaño mínimo de 12 pulg, ya sean circulares o cuadradas.

Refuerzo. El tamaño mínimo de varilla es el No. 5. El número mínimo de varillas es cuatro para columnas de estribos y cinco para columnas con refuerzo en espiral. El

área mínima de acero es de 1% del área total de la columna. Se permite un área máxima de acero de 8% del área total, pero las limitaciones en cuanto a la separación entre las varillas hacen que lo anterior sea difícil de lograr, 4% es un límite más práctico (ver sección 10.14 y 10.8.6 del ACI). El ACI especifica que para un miembro sometido a compresión, con una sección transversal más grande que la requerida por las consideraciones de carga, se usa un área efectiva reducida no menor que la mitad del área total para determinar el refuerzo mínimo y la resistencia de diseño.

Estribos. Los estribos serán, por lo menos, del No. 3 con varillas del No. 10 y menores. Se deben usar estribos del No. 4 con varillas del No. 11, No. 14, No. 18 y paquetes. La separación vertical de los estribos no será mayor que 16 veces el diámetro de la varilla, 48 veces el diámetro del estribo, o la menor dimensión de la columna. Los estribos se colocarán de modo que toda esquina y varilla longitudinal alterna quede sujeta por la esquina de un estribo, con un ángulo inclinado no mayor que 135° , y ninguna varilla quedará separada más de 6 pulg de dicha varilla soportada. Se usan estribos circulares completos para varillas colocadas en un patrón circular.

Revestimiento de concreto. Se requiere un mínimo de 1.5 pulg cuando la superficie de la columna no queda expuesta a la intemperie o en contacto con el suelo; se deben usar 2 pulg para superficies que permanecen en la cimbra expuestas a la intemperie o en contacto con el suelo; se necesitan 3 pulg si el concreto se cuela directamente sobre el terreno natural.

Separación entre las varillas. La distancia libre entre varillas no será mayor que 1.5 veces el diámetro de la varilla, 1.33 veces el tamaño máximo especificado para el agregado grueso, o bien, 1.5 pulg.

4.3.3 Proceso Constructivo de Columnas

4.3.3.1 Armado de Columnas

Listas las zapatas se procede al armado de las columnas para lo cual el armador debe leer el detalle de columna que le fue proporcionado; particularmente debe reparar

en detalles tales como: separación y diámetro de estribos, longitud de empalmes, diámetro del acero longitudinal, sección de la columna, y cualquier duda consultarla al Ing. residente encargado de la obra, para así evitar pérdida de material, tiempo y atraso en la obra.

Para armar la columna, en primer lugar se elaboran los estribos (coronas) estrictamente apegados al detalle y a las especificaciones técnicas. Para hacer los estribos, primero se hace un trazo con pedazos de varillas de acero de diámetro determinado, quedando hincadas éstas en los bancos de armadura o soldadas sobre ángulos y éstos sobre los bancos.

El trazo para realizar las estribos (coronas), es muy importante, ya que de esta actividad depende que los estribos tengan las medidas especificadas en los detalles de las columnas. La Figura 4-10 muestra el trazo formado por pines hincados en una tabla para la elaboración de los estribos.



Figura 4-10: Trazo para elaboración de estribo

Terminado el trazo, donde se harán los estribos, se procede a cortar el acero de refuerzo, con los que se harán los estribos. Para cortar el acero, se utiliza la tunca, sierra, o la herramienta que a criterio del armador considere le proporcione mayor

rendimiento y exactitud. Cortadas las varillas, se meten entre los pines para hacer los dobleces, utilizando las grifas de diámetro de 1/4", 3/8", 1/2", etc. El diámetro de la grifa depende del estribo que se fabricará. Una vez elaborado cada estribo, deberá ponerse a escuadra midiéndolos en diagonal, si éstas son iguales se interpreta que el estribo está a escuadra. La práctica de ir colocando cada estribo a escuadra es muy recomendable, para el momento de poner a plomo la columna no tener problema. Por otra parte, en el mismo instante en que se pone a escuadra, se debe revisar la longitud del gancho, no debiendo ser ésta menor de 7.0 cm.; además debe evitarse aquel estribo que tenga aspecto de rombo o romboide, pues se sabe que este estribo no está a escuadra y le dará problema al armador en el momento de plomear la columna.

Elaborados los estribos, el obrero deberá colocarlos sobre trozos de madera y en orden con relación al gancho, es decir, el gancho deberá ir siendo alternado (ver Figura 4-11).



Para armar la columna se colocan las dos primeras varillas longitudinales y en estas dos varillas se insertan los estribos que en ella habrán de utilizarse para el armado de este elemento. Es claro que las varillas que se insertan son las de un solo rostro. Luego el armador marca con lápiz de color rojo, azul o el que a su criterio considere más visible, la distancia de estribo a estribo; enseguida se amarra el estribo al acero corrido sobre las marcas de lápiz utilizando alicates y alambre de amarre; además el alambre puede ser simple o antorchado (alambre en forma de trenza). Que el alambre sea o no antorchado depende del diámetro del acero longitudinal.

Amarrados todos los estribos a las dos primeras varillas, se le da vuelta a la columna sobre el banco y se introducen las otras dos varillas longitudinales; también, se marcan sobre éstas las distancias a la que deben ir colocados los estribos; luego se amarran los estribos teniendo siempre el cuidado de que estén a 90° respecto del acero longitudinal. Terminadas, el acero longitudinal, se colocan otras varillas si existieran, en el detalle, a la distancia especificada. Por último, utilizando las grifas adecuadas se le hace el dobléz a las patas, de acuerdo a la distancia que se lee en el detalle de columna. Las patas deben ir amarradas a la zapata, por tanto el armador debe dejarlas a escuadra para evitar problemas durante la colocación y plomeado de la columna, es decir, si una de las patas quedara más o menos doblada que otra al colocarla sobre la zapata no quedaría en posición horizontal en el pozo de cimentación. Terminada la columna se ubica en un lugar donde esté protegida de golpes ocasionados por obreros, auxiliares, maquinaria; asimismo se debe proteger de la contaminación de aceites, grasas, partículas de suelo; también se debe proteger de agentes atmosféricos como la lluvia y otros.

La columna ya armada, debe ser recibida por el ING. RESIDENTE encargado de la obra para cerciorarse que el armado de este elemento se apegó estrictamente a las especificaciones técnicas y detalles que figuran en los planos. De encontrarse algún vicio en el armado de la columna el ING. RESIDENTE deberá buscar la salida más viable, es decir, lo más favorable para el proyecto; pero en ningún momento dejarse persuadir por la retórica refinada ni del maestro de obra, ni del obrero. Sí puede escuchar sugerencias, recomendaciones que favorezcan el desarrollo de la armadura de la columna (ver Figura 4-12).



Figura 4-12: Columna armada y protegida en el taller de armadura

4.3.3.2 Colocación de columnas

Para colocar las columnas, se tienden las pitas primero en los ejes de las niveletas, luego se mueven los cáñamos la mitad del ancho de la columna en ambas niveletas, de modo que la columna pueda plomearse rostro con rostro (como se muestra en la Figura 4-18).

Luego se introduce este elemento, ya sea cargado por hombres o por grúas si técnica y económicamente es factible. La Figura 4-13 muestra la colocación de una columna realizada por hombres.



Figura 4-13: Colocación de columna cargada por hombres

Colocando la columna en el pozo de cimentación el armador junto con sus auxiliares, la mueven utilizando las grifas, tubos, cuartones como palanca apoyándose en la zapata hasta hacerla llegar a las pitas que determinan la posición exacta de los rostros de la columna. Estando la columna en línea rostro a rostro, se hincan en el terreno pedazos de varilla de diámetro no menores de 3/8" y estos a su vez se sujetan a la columna de tal manera de proporcionarle estabilidad y que esta se mantenga en línea. Estas varillas en el campo de la construcción se conocen con el nombre de vientos (ver Figura 4-14).

Teniendo la columna sujeta con los vientos, el armador procede a ponerla a plomo, para lo cual coloca dos pedazos de varilla de diámetro cualquiera, en posición horizontal o no sobre los estribos de la columna. De los extremos de estas varillas se suspenden unas pesas de masa variable en dos rostros de la columna (ver Figura 4-15).



Figura 4-14: Vientos amarrando sosteniendo la columna para evitar su movimiento



Figura 4-15: Plomeado de Columna

Una vez las pesas estén en su lugar y además hallan alcanzado el reposo, es decir que no deben estar oscilando, se toman medidas con la cinta métrica en dos puntos cualquiera a lo largo del cáñamo del cual están suspendidas las pesas. Si estas medidas son iguales se demuestra así que este rostro de la columna esta a plomo. De igual manera se hace para el otro rostro (ver Figura 4-15).

Si las medidas no fueran iguales en un rostro, el armador procede a mover la columna, ya sea con las grifas, pedazos de cuarterones, costaneras o cualquier instrumento que le sirva de palanca; y luego se vuelven a tomar las medidas antes descritas. Si aún estas medidas no son iguales, se repite todo el proceso anterior hasta que estas distancias sean iguales (ver Figura 4-16).



Figura 4-16: Armador moviendo la columna para colocarla a plomo

Siendo las distancias iguales en ambos rostros, entonces la columna ha quedado totalmente a plomo. Luego esta actividad es recibida por el maestro de obra parcialmente; pero de manera definitiva por el Ing. Residente.

Recibida el plomo de la columna, se sujeta totalmente a la zapata (parrilla) con alambre de amarre; además se colocan más vientos a la columna de manera que ésta no se mueva en el momento de colocar y colar el pedestal y la zapata.

4.3.3.3 Armado y colocación de Pedestal

Los tableros que forman el pedestal deben estar listos antes de poner a plomo la columna; porque inmediatamente después de que la columna está a plomo se debe colocar el pedestal (ver Figura 4-17).



Estos tableros son elaborados por los carpinteros de acuerdo a las dimensiones de la columna. Siempre son elaborados de manera que entre el pedestal y la columna halla una holgura no menos de 3.0 cms.; además la altura del pedestal será el

especificado en el detalle de la zapata; teniendo especial cuidado de trazar bien la altura de la base de la zapata.

Los tableros son de madera de pino. En los rostros se clavan pedazos de costanera de pino (balules) a una distancia no mayor de 40 cms. Los tableros para formar el pedestal algunas veces son diseñados, en este sentido el carpintero debe colocar los balules a la distancia del diseño y no a la distancia producto de su larga experiencia. Además los rostros que forman el pedestal deben ser cepillados manualmente o a máquina para dejar un mejor acabado.

Para colocar el pedestal, debe la columna estar totalmente a plomo y sujeta con los vientos (ver Figura 4-14). En primer lugar se coloca un pedazo de varilla a la altura de la base de la zapata, esto se hace con el objeto de que el molde no se baje; asimismo se colocan los separadores, es decir, pedazos de hierro que salgan de los rostros la distancia que sea el recubrimiento que tenga el pedestal. Estos separadores se colocan en forma de cruz garantizando el recubrimiento en los cuatro rostros.

Si la supervisión no permitiera la colocación de separadores (pedazos de varillas), entonces deben de amarrarse los helados en los rostros de la columna de tal forma que garantice el recubrimiento especificado (ver Figura 4-18).

Posterior a la colocación de los separadores, se coloca el pedestal, se clava, se amarra con alambre de amarre; pero en ningún momento debe pasarse por alto revisar el plomo y la línea del pedestal, además su recubrimiento.

En este momento, se coloca el encofrado de la zapata con el recubrimiento especificado y se asegura con pines de acero para evitar que se mueva durante el colado. El encofrado de la zapata no siempre es necesario ya que a veces el suelo es suficientemente cohesivo y éste sirve de molde (ver Figura 4-19).



Figura 4-18: Pedestal con separadores para el recubrimiento



Figura 4-19: Encofrado de zapata aislada con madera

4.3.3.4 Colado de Zapata y Pedestal

Cuando la zapata, columna y pedestal están a plomo en línea y en general inscritos dentro de las especificaciones técnicas deben estos elementos ser recibidos por el Ing. Residente de la obra. Recibidos éstos se procede a la preparación para el colado de la zapata y pedestal.

Previo al colado, el Ing. Residente o en su defecto el maestro de obra, le asigna a un o unos auxiliares la tarea de limpiar el fondo de la zapata de aserrín, desperdicios de madera, clavos, alambre de amarre, partículas de suelo que estén sueltas; luego se humedece bien el pedestal así como todas las superficies que estarán en contacto con el concreto; pero sin dejar agua estancada para no alterar la relación agua-cemento del concreto como se muestra en la Figura 4-20.



El colado se hará con concreto premezclado; ya que en ningún momento se permitirá el concreto elaborado a mano para el colado de cimentaciones; además el concreto que sea usado en la obra, se preparará, transportará y entregará de acuerdo con los requisitos establecidos en las especificaciones para concreto ASTM C-94. El

Ing. Residente solicita el concreto anticipadamente para que éste sea colado como máximo en el término de 60 minutos calculados desde el momento en que se añadió agua al concreto.

Es obvio, que en este momento ya deberá estar listo para colar, es decir, debe estar libre el tránsito de el lugar donde estará ubicada la pipa hacia cada una de las zapatas a colar; para evitar la segregación y la pérdida de los materiales, en tal forma de mantener uniforme la calidad requerida del concreto; también, las carretillas tienen que estar limpias, las cubetas, las palas, las cucharas para albañil, el agua, los vibradores tienen que haberse revisado que sean de inmersión y con bastón de hasta 1 1/4" diámetro. Los vibradores serán capaces de transmitir hasta 3,500 impulsos por minuto.

Por otra parte, además de estar preparado todo lo anterior, el Ingeniero, Maestro de obra y auxiliares deben estar claros de cual será su labor durante el colado, es decir, cada uno de ellos realizarán tareas específicas durante el colado. Tareas que el Ingeniero ha planificado antes de que se realice esta actividad y que además se las ha hecho saber a cada uno de ellos. Para mencionar algunas tareas específicas de los auxiliares en el colado, unos halarán el concreto de manera ordenada (ya sea con carretillas o cubetas, ver Figura 4-21), otros vibrarán el concreto, de acuerdo a los lineamientos recibidos por el Ingeniero, otros cargarán los vibradores, otros estarán encargados de saturar el suelo y el encofrado de la zapata y pedestal; pero sin dejar agua estancada. El maestro de obra, estará pendiente que el orden preestablecido por el Ingeniero no se distorsione y por tanto debe dirigir y hacer cumplir las órdenes recibidas. El ingeniero es una figura fundamental en el colado de inicio a fin, es decir, desde que recibe el concreto debe asegurarse que éste cumple con las especificaciones de resistencia, revenimiento, módulo de finura. Las dos primeras mediante ensayo de materiales. Además el responsable del colado debe de velar porque el concreto cumpla con todas las especificaciones relativas a éste.



Figura 4-21: Colado de Zapata y Pedestal mediante canaleta

Listo tanto los elementos, es decir, zapatas, pedestales así como todo el personal, el equipo y herramienta se da inicio al colado. Los auxiliares comienzan a halar en forma ordenada y continua el concreto; así como a depositarlo en la zapata y pedestal (La altura máxima a que se depositar el concreto es de 1.50 mts, para lo cual se utiliza canaleta, tal como se muestra en la Figura 4-22); de la misma forma, otros vibran de manera ordenada cada una de las capas de concreto que van siendo depositadas. Esta iteración o ciclo no se interrumpe hasta que la zapata y pedestal que se esté colando no se halla finalizado.

Además, el encargado de la obra debe estar pendiente del correcto vibrado del concreto, es decir, que el vibrador no entre en contacto permanente con la cimbra, para que no la vaya abrir, como producto de la mala vibración, que la vibración en el concreto no se prolongue demasiado tiempo para evitar la segregación, además deberá estar pendiente que el vibrador no golpee el acero (ver Figura 4-23). Por otra parte, debe revisar que el concreto fluya entre las varillas y que logre penetrar hasta las esquinas de las cimbras. En ningún momento el Ing. debe permitir el vibrado manual.



Figura 4-22: Colocación de concreto con cubeta y canaleta



Figura 4-23: Vibrado del concreto en zapata y pedestal

Después del colado de cada pedestal, el concreto debe ser protegido del sol y la lluvia con el objeto de evitar secado prematuro y excesivo o un lavado antes de que éste tenga una dureza suficiente; también, se deben prevenir daños mecánicos eventuales como golpes violentos, o cargas aplicadas que pudieran afectar su forma y

resistencia. El concreto se debe mantener húmedo cubriéndolo permanentemente con una capa de agua (ver Figura 4-24). En nuestro medio lo que se hace es cubrirlo con bolsas que contenían cemento saturadas de agua y asignarle la tarea a un auxiliar que constantemente esté saturando estas bolsas.



Por otra parte, terminado el colado el ingeniero le asigna la tarea al maestro de obra de vigilar que los auxiliares laven cada una de la herramienta utilizada tales como: palas, carretillas, cucharas, cubetas; además de ser entregadas al bodeguero.

Luego de colado y curado el pedestal y la zapata se desencofra y se procede al relleno respetando las especificaciones para esta actividad (ver Figura 4-25).



4.3.3.5 Relleno de Zapata y Pedestal

La compactación se hará depositando y extendiendo los materiales aptos para el relleno, es decir, todos los materiales provenientes de las excavaciones pueden utilizarse, siempre que estén exentos de hojas, raíces y en general que su calidad sea aprobada por el ingeniero de la obra o un Laboratorio de Mecánica de Suelos; asimismo se considera material apto para el relleno el suelo-cemento, este es una mezcla de material selecto con cemento al 4% de la densidad máxima obtenida mediante la norma ASTM T-134.

La compactación en lo que refiere al control de densidad y humedad se efectuara hasta alcanzar el 90% de la densidad máxima obtenida en la norma AASHO T-180.

Para realizar el relleno de la zapata, hasta la altura del pedestal, o sea, hasta la altura donde llegaran los tensores, en primer momento el ingeniero debe haber estudiado detenidamente el detalle de la zapata, para cubicar la cantidad de material que se utilizará en esta actividad; asimismo, debe estar claro si utilizará suelo-cemento o el mismo material de la excavación para rellenar.

Por otra parte, el ingeniero organiza esta actividad generalmente de la siguiente manera: dos auxiliares, revolviendo el material con palas y humedeciéndolo; ya sea, con manguera o cubetas, siempre que el agua que se utilice sea potable y además respetando cierta dosificación empírica; pero que de alguna manera de acuerdo a la experiencia se acerque a la humedad óptima.

Por otro lado, otros auxiliares se encuentran en el fondo de la zapata, rayando el suelo con las orillas de las palas para que halla adherencia entre éste y la capa que caerá la cual es regada con las palas y además éstas no serán mayores de 15 cms. (ver Figura 4-26); asimismo, la compactación de cada capa deberá hacerse de manera uniforme dejando caer el pisón aproximadamente desde la misma altura y paseándose en toda la superficie donde se colocó la capa de material o en su defecto la bailarina (compactadora manual) si es en forma mecánica (Figura 4-27), posteriormente el auxiliar, introduce una varilla en aquella zona donde el considere que no redujo los vacíos para verificar que hay aire y entonces deja caer nuevamente el pisón o pasa la bailarina.



Figura 4-26: Capa de suelo no mayor de 15 cm para compactar

De manera análoga, se repite todo el proceso anterior, hasta llegar a la altura especificada en los planos. Durante el desarrollo de esta actividad se tienden las pitas de cuando en vez, para medir la profundidad y así revisar la altura del suelo compactado que en ningún momento sea mayor que lo especificado en los planos. El Ing. Residente, o el encargado de relleno de las zapatas, deben estar pendientes, que la pita no se la muevan obreros o auxiliares que realizan otras actividades; porque, de ser este el caso la profundidad que leería estaría errada.



4.3.3.6 Encofrado de Columnas

El carpintero debe primero conocer la altura hasta donde llegará el castillo, altura que se tomará desde la profundidad a la que los cuarterones verticales irán hincados hasta la parte inferior de la viga. Teniendo clara la altura de los cuarterones, corta cuatro; ya sea, utilizando sierra eléctrica o serrucho; los cuarterones no deben estar torcidos, ni tener nudos y en general debe estar sana la madera; aunque, sea de pino.

Cortados los cuatro cuartones, se excavan unos hoyos haciendo uso de una barra a una profundidad aproximada de 40 a 60 cms; en estos hoyos irán hincados los cuartones.

Los agujeros practicados deben formar un rectángulo de 1.5 a 2.0 m. de lado aproximadamente; además, su centro geométrico coincide con el de la columna (ver Figura 4-28). Por otra parte, se compacta la tierra de los agujeros donde están hincados los cuartones, no olvidando colocar a plomo cada uno de los rostros del cuartón utilizando ya sea el nivel de caja o una plomada (ver Figura 4-29).



Hincados los cuatro cuartones y colocados a plomo cada uno de ellos, se toman las medidas horizontales con la cinta métrica de rostro a rostro de cada uno de los lados del rectángulo que forman los cuatro cuartones, aumentando estas distancias unos 20 cms. por cada extremo; además es en este momento que el carpintero decide, ¿Cuántos anillos llevará el castillo y a que distancia?, para así cortar la cantidad de cuartones necesarios; sabiendo que cada anillo tiene cuatro cuartones.



Figura 4-29: Plomeado de cuarterones del castillo

Teniendo el material preparado para formar los anillos del castillo, el carpintero y el auxiliar se dedican a colocar el primero, desde luego con el sumo cuidado de que éste vaya en posición horizontal, para lo cual utiliza en cada uno de los cuatro el nivel de caja y es entonces que lo clavan regularmente insertando dos clavos de 5" en cada extremo, dejando siempre la cabeza del clavo fuera de tal manera que pueda penetrar la oreja del martillo o de la barra de uña al momento de desencofrar y de esta manera evitar dañar la madera y el elemento de concreto.

Luego que el carpintero colocó el primer anillo a nivel, los demás anillos los irá colocando tomando solamente distancias verticales con la cinta métrica desde el anillo base (primer anillo) y marcando éstas con lápiz de color visible. Esta actividad de marcar la posición de los anillos se le conoce como repartir los mismos.

El carpintero debe revisar constantemente que cada anillo quede contenido en un plano horizontal; además que esté bien clavado en cada extremo; pero siempre dejando la cabeza del clavo afuera, lo suficiente para que penetre la oreja del martillo o

la de la barra de uña y así de esa manera efectuar el desencofrado sin dañar considerablemente la madera.

Por otra parte, además de tener los cuatro cuarterones verticales a plomo y todos los anillos a nivel el carpintero procede a cortar ocho pedazos de costanera, de longitud igual a la medida de la diagonal en cada uno de los cuatro rostros del castillo. Estas serán clavadas en los cuarterones, es decir, el carpintero colocará dos diagonales en cada rostro, de tal manera de formar una torre totalmente rígida que soporte la presión del concreto, el peso de los auxiliares, obreros, etc. (ver Figura 4-30).



Figura 4-30: Colocación de diagonales en el castillo

En el proceso de encofrado de columnas, es de estar claro, que el marco del castillo se arma de la misma forma independientemente de la sección de la columna, es decir, la sección puede ser rectangular o circular y el marco para ambas es el mismo.

Estando armado el marco del castillo, se preparan los tableros de acuerdo a la sección de la columna, es decir dependiendo de si ésta es rectangular o circular.

Si la columna es circular, en primer momento se toma la altura de la columna, para decidir a que altura irá cada cercha (esta no será mayor de 40 cms) y de ahí el carpintero calcula el número de cerchas.

Teniendo el número de cerchas, el carpintero procede a cepillar a mano, es decir, con una garlopa las tablas que necesitará o bien lo hace con cepilladora eléctrica; de tal manera que la tabla quede con una superficie aceptable y a escuadra; luego de tener preparadas las tablas, las corta con serrucho o sierra eléctrica formando piezas cuadradas. Teniendo las piezas cuadradas las corta por la mitad, debiendo quedar cada una de estas mitades a escuadra. Sobre estas piezas el carpintero dibuja una semicircunferencia de radio igual, al radio de la columna más el recubrimiento, siendo este último mayor o igual que 2.5 cms. o de acuerdo a especificaciones técnicas.

Listas ya las cerchas, el carpintero procede a preparar las costaneras que irán clavadas en el espesor de la cercha, es decir, estas costaneras deben estar cepilladas y codaleadas, para que en ningún momento le de problema al carpintero al momento de colocar las piezas; además el carpintero debe preparar dos reglas para clavarlas al lado de la cercha que tiene el corte de la semicircunferencia, es decir, estas reglas deben estar cepilladas y codaleadas; asimismo, el carpintero debe perforar en ellas unos agujeros donde se alojaran los pernos con tuerca y arandela plana que sostendrán el molde al momento de ponerlo a línea y a plomo (ver Figura 4-31)

Teniendo ya, la torre lista; asimismo, los tableros que le darán forma cilíndrica a la columna. El carpintero corta un tubo de PVC, (de diámetro igual al diámetro de la cercha) en forma longitudinal y estos segmentos son los que el carpintero clava en la cercha regularmente con clavo de 1.0" y a una distancia de 3.0" aproximadamente (ver Figura 4-31).



Figura 4-31: Molde para columna circular

4.3.3.7 Colocación del molde

Una vez el carpintero tiene listo la torre y el molde de la columna cilíndrica procede a colocarlo.

En primer momento, coloca las pitas directamente sobre los ejes de las niveletas, teniendo cuidado, que la pita no sea movida por auxiliares u otros obreros que desempeñen otra actividad (ver Figura 4-32).

Posteriormente mueve la pita del eje la mitad del ancho de la columna, más el recubrimiento, más el ancho de costanera que va clavada en la cercha y entonces tiene definido el ancho de la columna. Definido el ancho de la columna a través de la pita, se bajan estos puntos al primer anillo haciendo uso de la plomada y marcando con lápiz de color en el lugar donde cae la plomada.

Es de aclarar que el ancho de la columna se marca en dos cuartones paralelos que forman el anillo (ver Figura 4-33).



Figura 4-32: Colocación de pitas para centrado de moldes



Figura 4-33: Bajado de los puntos a los anillos orientados por la pita.

Teniendo estos puntos en el primer anillo, se suben haciendo uso de la plomada al ultimo anillo superior y se marca con lápiz de color visible de manera que el carpintero no se confunda. Es claro, que los puntos solo se necesitan en el anillo base (anillo inferior) y en el anillo superior; pues en los otros anillos los puntos estarán definidos con los puntos del anillo base y el anillo superior.

Teniendo marcados los puntos en el primero y último anillo se colocan las dos piezas que forman el cilindro de la columna. Una vez juntas las piezas se introducen los pernos de rosca ordinaria y se le coloca la tuerca junto con una arandela plana; pero teniendo el cuidado de no apretar ningún perno hasta que no se hayan colocado la totalidad de los mismos.

Listo todo lo anterior, se colocan los cuartones sobre los puntos marcados que se bajaron de las pitas a los anillos, estos cuartones que sujetan el molde del anillo del castillo recibe el nombre de crucetas (ver Figura 4-34). La primera cruceta que se clava es la del anillo base, es decir, la del primer anillo de abajo hacia arriba, teniendo en cuidado que estos cuartones hallan sido codaleados, ya sea con garlopa o con cepilladora eléctrica; además el carpintero siempre tiene que estar pendiente de no

insertar totalmente el clavo para no dañar la madera al desencofrarlo. Solo la cruceta del primer y último anillo debe colocarse con cuartones codaleados pues estos definen el plomo del molde.

Por otra parte, el carpintero debe revisar el plomo del molde y esto lo hace colocando una varilla de diámetro cualquiera, de la cual suspende unas pesas de masa variable y leyendo con la cinta métrica distancias a lo largo del cáñamo de donde se suspenden las pesas. Si las medidas son iguales se interpreta que el molde está a plomo; de otra forma, se introducen unas cuñas en el rostro que se está plomeando, el insertar cuñas se hace hasta que el molde está a plomo (ver Figura 4-35).



Figura 4-34: Colocacion de crucetas en el anillo base del castillo.



Además del plomo, línea y rigidez el encofrado para columnas debe llevar “ventanillas”, es decir, aberturas cuadradas en uno de los rostros del molde, a una altura que permita la colocación del concreto, sin producir segregación de los agregados; estas aberturas suelen ser de 30*30 cms. para columnas gruesas. También se dejan ventanillas en la base de la columna, con el objeto de eliminar basuras y desperdicios, tales como: clavos, astillas, virutas, alambres, aserrín, etc. (ver Figura 4-36).

Los cuartones verticales, que forman el marco del castillo es el mismo independientemente de la sección de la columna, es decir, este marco sirve para ambas secciones.



Figura 4-36: Ventanilla para colado de la columna en el castillo.

El castillo en general, se utiliza cuando la sección de la columna es grande dado que con éste se garantiza el plomo y la línea de la columna (ver Figura 4-37). Un castillo no se utiliza para columnas de 30 x 30 cms. o menores; ya que en estos el plomo y la línea se obtiene apuntalando los cuatro rostros del molde con pedazos de costanera conocidas en el campo de la construcción como vientos.

Terminado el encofrado del castillo, este debe de ser recibido por el Ing. Residente ya sea para aprobarlo o para hacer hincapié en algún vicio que se haya dado en el encofrado, particularmente el Ing. debe revisar la seguridad, la línea, el plomo y los recubrimientos. Recibido el encofrado seda paso a preparar el colado.



4.3.3.8 Colado de Columnas

Para efectuar el colado de la columna, como se dijo antes tiene que haber sido recibida por el Ing. Residente, muy particularmente la seguridad del encofrado, la línea y las demás atribuciones ya antes mencionadas.

Previo al colado se le asigna la tarea a uno o varios auxiliares de limpiar la o las columnas de aserrín, desperdicios de alambres de amarre, partículas de suelo, grasa o cualquier otro contaminante que dañe la calidad del concreto; además el encofrado debe de humedecerse para no alterar la relación agua-cemento del concreto.

Por otra parte, además de la limpieza de la o las columnas que se colarán se deben de limpiar todo aquel equipo que se utilizará para transporte y colocación del concreto tales como: bateas, baldes, cubetas, cucharas para albañil, palas, carretillas; asimismo, se debe de revisar el buen estado de los vibradores, sean éstos, eléctricos o a base de combustible; también, el constructor debe disponer de un vibrador adicional por cualquier falla que pueda experimentar el vibrador designado para el colado.

Hablando del encofrado de la columna, si existiera alguna abertura entre tabla y tabla y estas estarán en contacto con el concreto, deberán ser selladas estas aberturas con vestigios de bolsas donde venia el cemento (esta actividad en nuestro medio se conoce como taponeado), para evitar la fuga de la lechada a través de estas aberturas.

Por otro lado, además de que esté preparado el encofrado, los instrumentos para el colado, deben también estar previamente organizados el personal que estará involucrado en dicha actividad tales como: auxiliares, caporales, maestro de obra, e Ing. civil o Arq. La organización que estas personas tengan, es bien subjetiva ya que queda a criterio de cada constructor; pero en general se organizan de la siguiente manera: los auxiliares transportaran, colocaran y vibraran el concreto en las cimbras; pero unos estarán encargados exclusivamente de una actividad, por ejemplo solo vibrar el concreto, otros solo transportarlo y otros solo colocarlo; el maestro de obra, estará encargado de velar por que esta organización no se distorsione y que se mantenga en esa dirección hasta el final del colado; el Ingeniero civil o Arquitecto es la figura más fundamental durante el colado ya que su papel es eminentemente técnico y administrativo; además es quien organiza el personal previo al colado, de la misma forma el Ing. es quien recibe el concreto si este fuera premezclado, y verifica la calidad de resistencia y revenimiento mediante ensayos de laboratorio y en general todas las especificaciones relativas a la calidad del concreto.

Además de todo lo anterior, previo al colado debe de estar libre el tránsito o el camino desde donde estará la batea en que se depositará el concreto hacia cada una de las columnas que se colarán (ver Figura 4-38). En cada castillo debe de estar una escalera firmemente atada con alambre de amarre para facilitar el movimiento de los auxiliares; asimismo evitar cualquier accidente por que esta estuviera mal colocada (ver Figura 4-39).

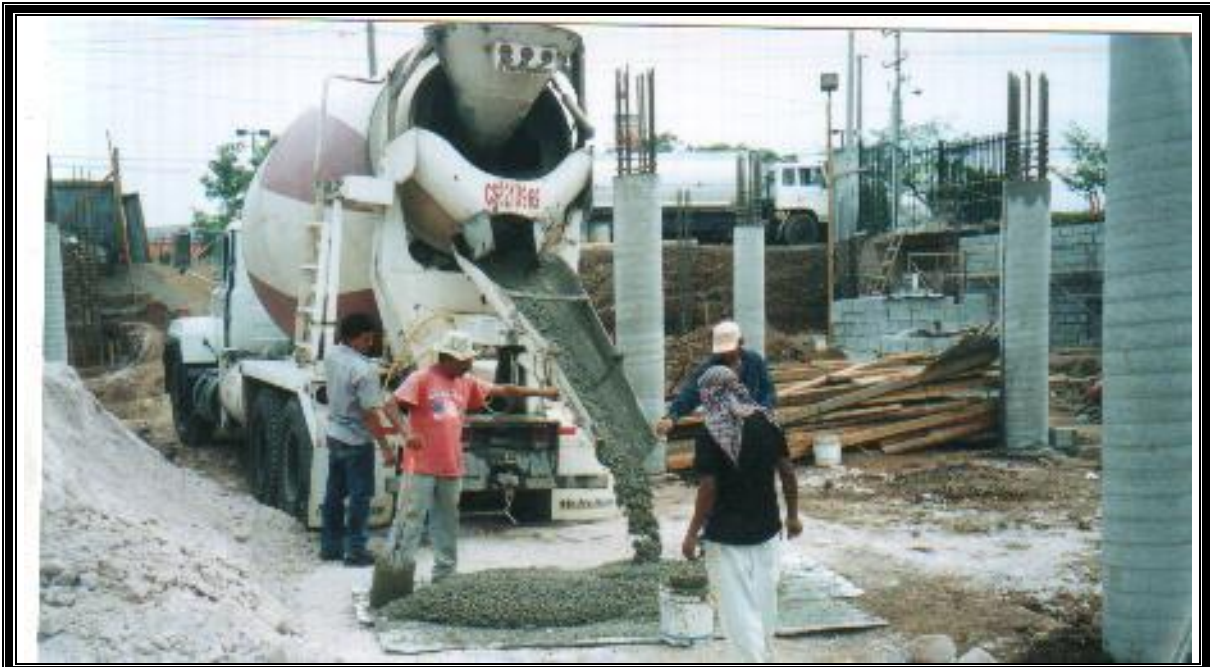


Figura 4-38: Colocación del concreto en la batea de lámina, para luego ser transportado a las columnas.



Figura 4-39: Transporte del concreto en cubetas, hacia las columnas.

El colado de las columnas se hará con concreto premezclado y en ningún momento se permitirá el concreto elaborado a mano para colar las mismas; además el concreto premezclado deberá cumplir con todas las especificaciones relativas a éste.

Con todo lo anterior listo se da inicio al colado de la o las columnas descargando el concreto en la batea (ver Figura 4-38) de donde unos auxiliares, tomaran el concreto con las palas y lo colocaran en las cubetas para que estas se han trasportadas a través de la cadena de hombres (cadena de hombres es un término que se utiliza en la construcción para referirse a un grupo de hombres en fila y así facilitar el transporte de la cubeta con concreto pasando de las manos de uno hacia otro), hasta ser depositadas en la columna, desde luego a una altura no mayor de 1.5 mts. para evitar la segregación, como se muestra en la Figura 4-40.



Figura 4-40: Colocacion del concreto en las cimbras

Además al ser depositado el concreto en la columna, éste debe de ser vibrado de manera adecuada, es decir, sin que el vibrador entre en contacto directo con el molde para no correr el riesgo de abrirlo; además el vibrador no debe de permanecer tanto tiempo en el mismo lugar para evitar la segregación; así mismo, no debe de tener contacto directo con el acero de refuerzo; en general, el vibrado deberá limitarse a que el concreto fluya fácilmente entre las varillas de refuerzo y ocupe todo el espacio en la cimbra de manera que no queden burbujas de aire en su interior y de esta forma evitar las colmenas y garantizar así una buena resistencia y calidad en el colado (ver Figura 4-41). De la correcta vibración será responsable el Ingeniero civil ya que es el quien deberá supervisar constantemente esta actividad así como todo el colado.



Figura 4-41: Vibrado del concreto de acuerdo a especificaciones.

Las actividades contempladas, desde el vaciado del concreto en la batea, transportado a través de las cubetas, colocado en la o las columnas y vibrado deberán formar un ciclo ininterrumpido hasta que la o las columnas estén totalmente coladas a la altura especificada por los planos.

Después del colado, se espera que el concreto adquiera su fraguado inicial y es entonces que se le colocan unas bolsas vacías de cemento o sacos saturados con agua para proteger el elemento de los rayos del sol y darle un curado adecuado.

Por otra parte toda la herramienta que se utilizo para el transporte y colocación del concreto debe limpiarse, de modo que no queden residuos de concreto y entregadas al bodeguero.

4.4 VIGAS DE CONCRETO REFORZADO

Generalmente, una viga es un elemento estructural de sección rectangular, cuya posición, según la forma del sistema estructural a que pertenezca, puede ser horizontal o inclinada. Las dimensiones de su sección y longitud dependen de la magnitud de las cargas que soportarán, de tal manera que sea capaz de absorber y transmitir dichas cargas a los elementos que la sostienen.

Las vigas trabajan principalmente a flexión, ya que las cargas que pudieran actuar axialmente en ellas son despreciables. Cuando las vigas forman parte de un marco estructural, tienen que apoyarse entre columnas, siendo entonces "vigas primarias" o "principales". La unión que forman viga y columna se denomina "nudo". Los nudos son rígidos, ya que tienen la capacidad de absorber los momentos producidos en las vigas, debido a las cargas, transmitiéndolos directamente a las columnas; sin embargo no se pueden considerar como una condición de empotramiento perfecto, ya que no restringen totalmente los giros en los extremos de las vigas.

La función de todas las vigas, generalmente es la misma, independientemente del tipo que sea; así, las contravigas, usadas en cimentaciones, trabajan a flexión, transmiten las cargas producidas por el terreno, la única diferencia es que trabajan en forma invertida, ya que reciben las cargas de abajo hacia arriba.

Existen vigas que no forman parte del marco estructural, sino más bien son elementos auxiliares, que ayudan a transmitir cargas de las losas a las vigas principales, estas son las vigas secundarias, que generalmente se apoyan en vigas principales, y se consideran simplemente apoyadas, pues debido al tipo de unión (entre

vigas), no transmiten momentos; casi siempre se localizan formando bordes en los tableros de losas.

Las vigas al recibir las cargas, tienden a deformarse, debido a esto existen zonas de tensión y compresión, estas zonas son importantes en vigas de concreto armado, ya que se deben reforzar para que trabajen adecuadamente, absorbiendo estos esfuerzos.

Las vigas de concreto reforzado son las más utilizadas en la construcción de edificios, debido al buen funcionamiento que presentan bajo efectos de flexión. Con el concreto reforzado se pueden ejecutar varios tipos de estos elementos, ya que se adapta a cualquier forma y disposición que pudieran adoptar dentro de la estructura. Las vigas de este material constan básicamente, de un refuerzo longitudinal de acero dispuesto en las esquinas y lados de la sección de las mismas, rodeado de estribos que le dan confinamiento tanto a la varilla como al concreto. A diferencia de las columnas, las vigas sí pueden tener varillas dobladas cuando se quiere pasar de una zona de tensión a otra ubicada en una posición diferente; sin embargo, si se quieren evitar estos dobleces, se pueden utilizar bastones, que son piezas cortas colocadas directamente en zonas de tensión, cuya longitud dependerá de dichas zonas.

4.4.1 Tipos de Vigas

Entre los tipos de vigas que pueden existir, de concreto armado o de otro material, están las vigas continuas, que presentan continuidad apoyándose en varias columnas a través de su longitud; estas vigas prolongan su armado de tramo a tramo según requisitos mínimos, una longitud determinada depende de la luz de la viga como del diámetro de las varillas. A veces estas vigas pueden abarcar todo el perímetro del edificio proporcionándole rigidez estructural.

Las vigas en voladizo sostienen las partes del edificio que sobresalen de la línea de columnas, como balcones, terrazas, pasillos, etc. Se caracterizan por tener un extremo empotrado y el otro libre. Generalmente resultan de la prolongación de una viga principal. Debido al incremento de esfuerzos cortantes cerca del apoyo empotrado, estas vigas suelen tener mayor sección transversal en esta zona que en el extremo libre, sin embargo, pueden ser rectangulares en toda su longitud.

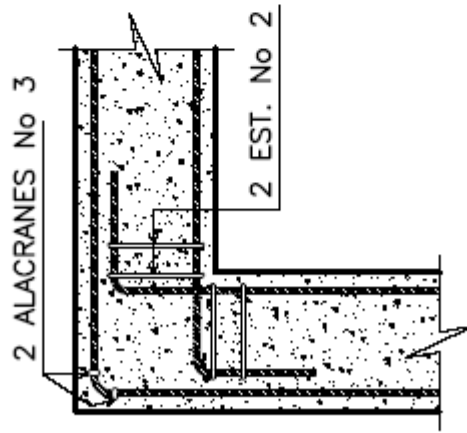
Cuando haya una elevada combinación de esfuerzos por cortante y flexión cerca de los apoyos, es recomendable aumentar la sección de las vigas en esta zona, reforzándolas adecuadamente.

Las vigas pueden variar según las condiciones en que se encuentren; por ejemplo, las vigas de escaleras son inclinadas y apoyadas en otras vigas, en losas o en paredes. La Figura 4-44 muestra la sección y el perfil de una viga de concreto reforzado.

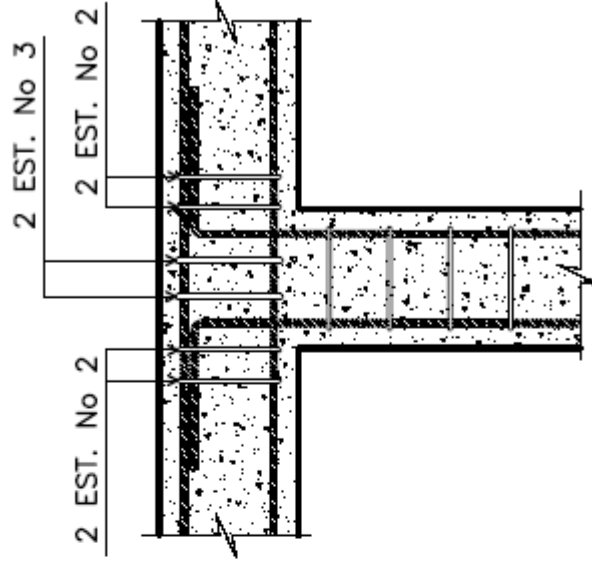
4.4.2 Intersección de Vigas y Columnas

En los marcos estructurales es importante diseñar los puntos donde se cruzarán las vigas y columnas, de tal manera que puedan funcionar estructuralmente, transmitiendo momentos y cargas en forma eficiente, para esto es importante tomar en cuenta que un congestionamiento de varillas en los nudos no es conveniente debido a que es muy fácil cometer algún error en el armado; como también dejar colmenas muy perjudiciales a dichas uniones. Para evitar estos inconvenientes es recomendable espaciar los anclajes de las vigas en las columnas exteriores, que es donde se presentan estos problemas, por lo menos, una separación de 5 a 7 cm ya que según "como funciona la adherencia en los anclajes, una misma zona está recibiendo compresiones de dos varillas, sobrefatigando al concreto". Debido a que los nudos no restringen totalmente el giro de las vigas, es conveniente dejar los anclajes con la suficiente ductilidad para que haya deformación sin llegar a la rotura del miembro.

Es importante que en todas las uniones de vigas y columnas, se amarre el hierro, sobre todo cuando estos elementos están formados por varillas de grandes diámetros, donde cualquier desviación accidental produciría un fracaso total en la armadura; este cuidado se tendrá más que todo cuando se tengan que armar las vigas en el lugar donde estarán los moldes. También es importante, colocar los estribos en los nudos a una separación según diseño estructural, pues es una zona sometida a grandes esfuerzos combinados de cortante y flexión. Las colmenas en los nudos pueden hacer fallar la estructura, pues al faltar concreto en la sección transversal, disminuye el área efectiva que soportará los esfuerzos de compresión, cortantes, etc. bajando por tanto la resistencia del elemento estructural.

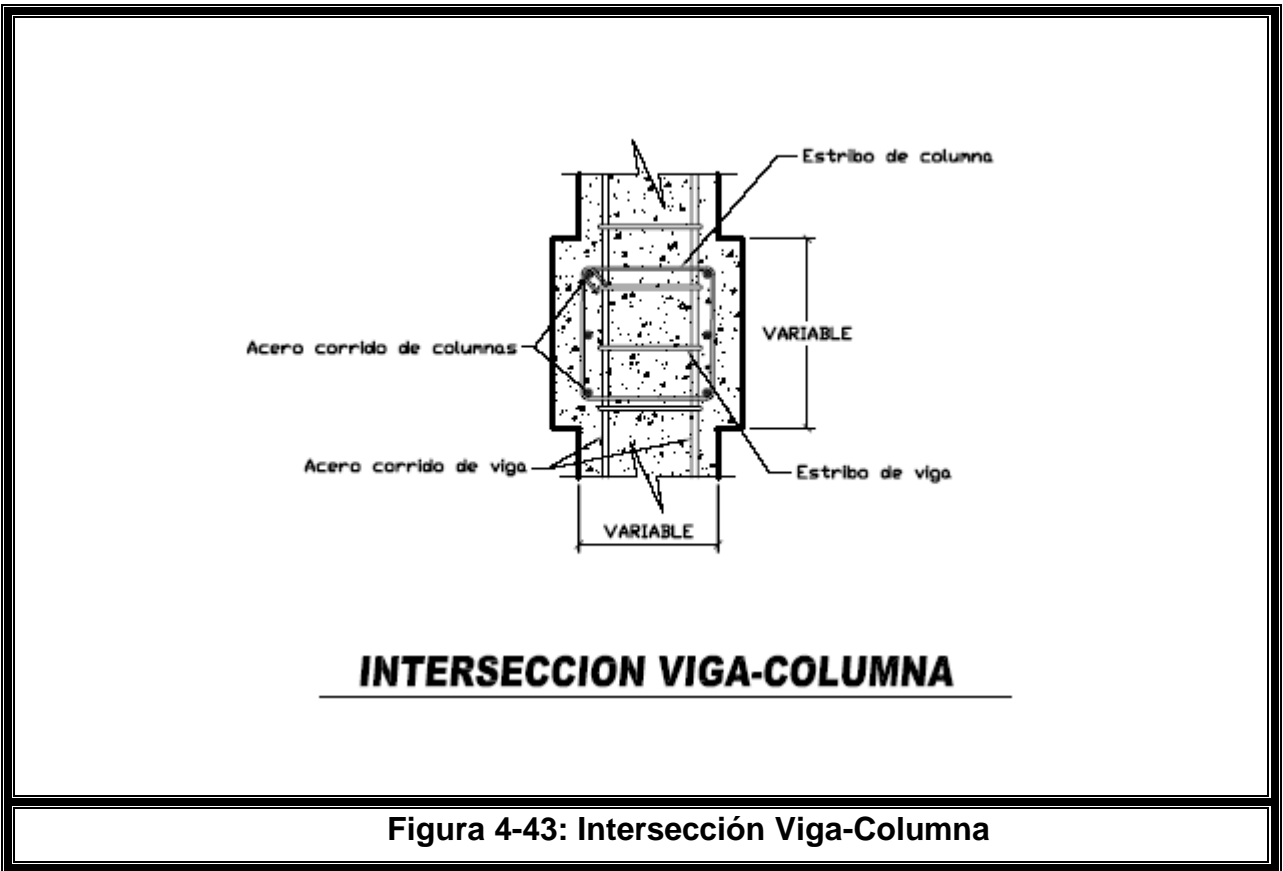


ESQUINERO DE VIGAS



UNION "T" DE VIGAS

Figura 4-42: Tipos de Intersecciones de Vigas



4.4.3 Disposición del Refuerzo en Vigas

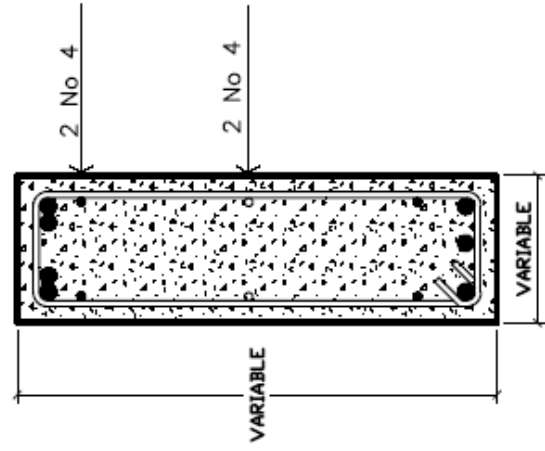
El refuerzo principal en vigas corresponde a las varillas longitudinales destinadas a absorber las tensiones producidas por flexión en los elementos. El refuerzo longitudinal se requiere en las zonas de tensión, sin embargo, como refuerzo mínimo se deben colocar cuatro barras a lo largo de toda la viga, incluyendo zonas de compresión; este refuerzo mínimo es capaz de absorber las deformaciones producidas por cambios de temperatura y contracciones del concreto. Por lo general, este refuerzo no es suficiente para soportar los esfuerzos de tensión producidos por las cargas, por lo que se deben aumentar los diámetros de las varillas o aumentar el número de ellas, de tal manera que se cubran los momentos flectores. Cuando no es necesario cubrir toda la longitud de la viga con estas barras adicionales por resultar antieconómico y anti estructural se cortan a la longitud necesaria, colocando bastones o se doblan de tal forma que vayan dichas barras en las zonas de tracción.

Debido a que las varillas de acero son vendidas según medidas comerciales, generalmente de 6.10 m. a 9.0 m. es preciso empalmar o traslapar las barras cuando la longitud de las vigas es mayor; para no ocasionar grietas en el elemento, se recomienda empalmar dichas varillas en zonas de compresión, por lo que cerca de los apoyos se traslaparán en la parte inferior de la sección; y al centro de la viga en la parte superior.

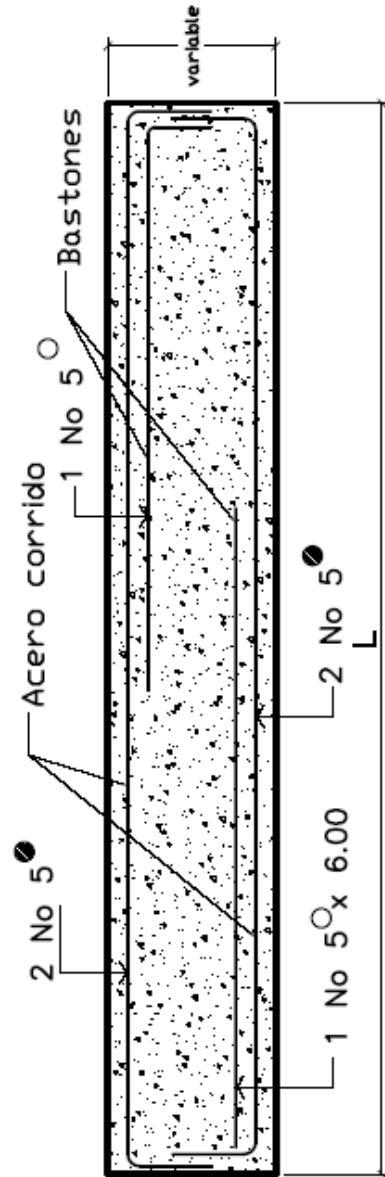
Cuando el peralte de las vigas es bastante alto, se deben colocar varillas en las caras laterales, como se muestra en la Figura 4-44; de tal manera que se cumplan los requisitos mínimos de separación de varillas, o lo que determine el diseño.

El refuerzo transversal en las vigas deberá ser tal que absorba los esfuerzos cortantes y proporcione un confinamiento adecuado; debido a que, cerca de los apoyos, el cortante es mayor, se requiere colocar estribos en esa zona a una separación según diseño, la cual va disminuyendo a medida que se acerque al centro de la viga. En cuanto al anclaje de los estribos, deberán colocarse en las esquinas de los mismos, teniendo el cuidado de ubicarlos en las zonas de compresión.

Para que haya mejor adherencia entre el acero y el concreto, y un colado fácil de ejecutar, la separación mínima en varillas longitudinales en vigas es de 2.5 cm. o el diámetro nominal de la varilla.



SECCION DE VIGAS



VISTA LATERAL DE VIGA

Figura 4-44: Vista Lateral y Sección de Viga

4.4.4 Proceso Constructivo de Vigas

4.4.4.1 Armado de Vigas

Las vigas se comienzan a armar hasta que las columnas se han colado y curado. El ingeniero debe haber leído el detalle de la viga, particularmente la altura de la misma. Esta altura se la hace llegar al carpintero junto con el detalle de la viga.

Una vez claro el carpintero de cual es la altura de la viga, en primer momento corre un nivel en las columnas que le servirán de base colocar el asiento de la viga.

Teniendo la altura de la viga, saca el eje de las columnas tendiendo las pitas; luego baja estos puntos a cada columna haciendo uso de una plomada y lo marca con lápiz de color visible (ver Figura 4-45)

Luego de tener el eje definido en la columna se marca con lápiz de color visible la altura hasta donde llegará el asiento de la viga y entonces se traza una línea horizontal utilizando como regla el nivel de caja. Sobre estas marcas, se colocan unas piezas de madera, donde descansara el asiento. Estas piezas se colocan con clavos de acero y además el ancho de las mismas es el mismo ancho de la viga. En el campo de la construcción estas piezas reciben el nombre de cachetes (ver Figura 4-46).

Colocados los cachetes en las columnas, el carpintero procede a preparar el asiento, es decir, a cepillarlo y a cantear sus costados; ya que de no ir canteados los costados del asiento, no dará una calidad de línea el asiento de la viga.

Por otra parte, si los asientos no van canteados, no quedarían a plomo las costillas. Esta preparación se puede hacer utilizando una garlopa o en su defecto una cepilladora eléctrica, esta ultima es mas recomendable tanto para un mejor rendimiento como para la calidad de trabajo.



Figura 4-45: Replanteo del eje de la columna, utilizando las pitas.



Figura 4-46: Cachetes sosteniendo los asientos de la viga.

Teniendo los cachetes clavados en las columnas y los asientos preparados, el carpintero procede a preparar los durmientes, para la cual saca el eje de las columnas a través de las pitas y baja estos puntos al terreno haciendo uso de la plomada; asimismo nivela y compacta el terreno donde descansara el durmiente en forma horizontal y sujetados por pines (pedazos de acero de refuerzo) en sus extremos (ver Figura 4-47).



Cuando el durmiente está fijo al terreno, se bajan los puntos que definen el eje de la columna sobre el durmiente.

Estando el durmiente listo, el carpintero distribuye en éste, las distancias a las que irán separados los pilotes, no debiendo ser estas distancias mayores que 70 cms.; salvo casos particulares de diseño de encofrado de vigas.

Con la distribución de pilotes sobre el durmiente, el carpintero tiene definido el numero de pilotes que utilizará y procede a prepararlos haciendo uso de la sierra eléctrica o serrucho, clavos, escuadra, martillo, cepillos; asimismo el carpintero no debe olvidar poner a escuadra el cabezal con relación al pilote; ya que de no quedar a escuadra, el asiento de la viga no quedaría horizontal; también prepara las diagonales que unen el pilote al cabezal, garantizando siempre que las diagonales vayan a 45°; ya que de no estar a 45° las diagonales afectaría considerablemente la horizontalidad del asiento de la viga (ver Figura 4-48).



Figura 4-48: Preparacion de pilotes para vigas

Por otra parte, también debe preparar las cuñas, cuya función es regular la altura del pilote al momento de colocarlo. Una de las cuñas debe ir clavadas en la marca de distribución del pilote, y la otra parte de la cuña debe colocarse hasta el momento de colocar el pilote y que este se encuentre a línea y a plomo, entonces se clava toda la cuña al durmiente.

Teniendo los durmientes sujetos al terreno y una pieza de las cuñas clavadas en estos, el carpintero se dispone a colocar el asiento. Para colocar el asiento, el carpintero en primer momento, coloca la pita exactamente a la altura a la que debe ir el asiento, tal como se muestra en la Figura 4-49. Posterior a esto clava el asiento sobre los cachetes.



Una vez el asiento esta clavado sobre los cachetes, se dedica el carpintero a colocar todos los pilotes. Para colocar estos, el ayudante del carpintero los coloca sobre las cuñas y los sube y los baja con estas hasta la altura que demarque la posición de la pita; estando en línea el asiento con la pita y el pilote, el obrero le indica al ayudante que lo ponga a plomo con el nivel de caja en ambos rostros y es hasta entonces que el carpintero clava el asiento sobre el cabezal del pilote (ver Figura 4-50).

El proceso de colocar, los pilotes sobre las cuñas, regular con estos la altura del pilote y ponerlo a línea y a plomo con el nivel de caja y luego clavar el asiento se hace de la misma forma para todos los pilotes que se han marcado para esa viga (ver Figura 4-51)

Teniendo ya armado el asiento de la viga junto con todos sus pilotes el carpintero lo comunica al maestro de obra y este ultimo al ingeniero encargado de la obra para que reciba esta actividad y ordene el inicio de la armadura de la viga.

El armador debe leer minuciosamente el detalle de la viga antes de comenzar a preparar el acero de refuerzo y cualquier duda aclararla con el ingeniero residente de la obra.



Figura 4-50: Asiento clavado sobre los cabezales de los pilotes



Figura 4-51: Pilotes colocados todos a plomo con el nivel de caja

Particularmente el armador debe reparar en detalles como: anclajes, longitudes de empalme, unión viga-columna, diámetro del acero, etc.

Habiendo leído el detalle prepara los estribos de manera parecida a los estribos de una columna. Si el armador tiene plano taller, prepara acero corrido, bastones,

estribos; para luego solo llegar a armarlos al lugar de la viga; pero de no tener plano taller solo prepara los estribos y posteriormente el acero corrido y los bastones.

Teniendo los estribos listos, el armador sube al asiento la cantidad exacta de estribos que utilizará y los coloca juntos en grupo, para que le sirvan de apoyo al acero corrido del lecho superior como se muestra en la Figura 4-52.

Luego el armador mide el peralte de la viga partiendo del asiento y marca sobre la columna esta distancia con lápiz de color visible.



Sobre estas marcas coloca un pedazo de varilla de diámetro menor o igual a 3/8" y sujetado con alambre de amarre. En el campo de la construcción, a estos pedazos de varillas se les conoce con el nombre de puentes (ver Figura 4-53).

Estas varillas, deben quedar en posición horizontal y su función es sostener el acero corrido del lecho superior.

Teniendo colocados los puentes y además los estribos sobre los asientos haciendo las veces de burros, el armador procede a colocar el acero corrido del lecho superior (ver Figura 4-54).

El acero corrido del lecho superior tiene que haber sido preparado previamente, es decir se le tuvo que haber hecho los dobleces de acuerdo al diseño y además marcar la posición exacta de los empalmes.



Por otra parte, a las varillas que van corridas e irán a ser empalmadas, tiene que preparárseles el grueso con las grifas.

Preparado el acero corrido del lecho superior, el armador procede a sujetarlo provisionalmente a algunos estribos con la finalidad que las varillas queden en posición horizontal como se muestra en la Figura 4-55.



Figura 4-54: Colocacion del acero corrido del lecho superior



Figura 4-55: Sujecion provisional de algunos estribos

Teniendo las varillas en posición horizontal, amarra las varillas primero de los empalmes con alambre antorchado haciendo uso del alicate. Estando dos varillas del

acero corrido en posición horizontal, el armador comienza a repartir sobre éstas el lugar donde serán colocados los estribos de acuerdo al diseño de la viga.

Las marcas las hace con lápiz de color visible y usando la cinta métrica (ver Figura 4-56). Teniendo las marcas donde caerán los estribos, el armador coloca sobre el asiento unos pedazos de costanera de espesor igual al recubrimiento y garantizar con estos trozos de madera provisionales que posteriormente los auxiliares no tengan problemas para colocar los helados como se muestra en la Figura 4-57.



Estando colocados aun los pedazos de madera que garantizan el recubrimiento, el armador el armador junto con su ayudante procede a amarrar todos los estribos al acero corrido del lecho superior.

Hasta que todos los estribos están sujetos al lecho superior, el armador comienza a meter las varillas del lecho inferior.



Figura 4-57: Trozos de costanera ubicada en el lecho inferior para garantizar el recubrimiento de la viga

Para introducirla se hace pasar por cada uno de los estribos, es decir, por los ganchos de éstos y posteriormente se le presta especial atención a los empalmes; ya que los estribos debe amarrarse primero con alambre de amarre y haciendo uso del alicate (ver Figura 4-58).

Por otra parte, para que los estribos queden a plomo el armador marca sobre el asiento con lápiz de color visible la distancia a la que éstos irán ubicados de acuerdo al detalle de la viga.

Teniendo las marcas sobre el asiento, el armador y su ayudante se dedican a sujetar totalmente los estribos en ambos lechos.

Por otra parte, luego que el armador tiene todo el acero corrido armado, procede a colocar los bastones (flechas); para lo cual el armador lee las distancias y diámetro de estas varillas en el detalle de la viga y luego los prepara para su posterior colocación.



Para colocar los bastones el armador marca las distancias medidas desde uno de los rostros de la columna; ya sea el rostro izquierdo o el derecho; asimismo mide las distancias ya sea del lecho superior hacia abajo o desde el lecho inferior hacia arriba. En general se debe ubicar correctamente los bastones para luego sujetarlos con alambre de amarre y utilizando alicates (ver Figura 4-59).

Por otra parte, el armador debe revisar que la viga no está torcida, para lo cual coloca las pitas que definen el eje de la viga, asimismo revisar que todos los estribos estén amarrados; también que los bastones están en su posición correcta, etc.

Cuando el armador tiene terminada la viga se lo comunica al maestro de obra y este último al ingeniero residente o arquitecto para aprobar esta actividad o hacerle alguna corrección para luego dar paso a la continuación del encofrado de la viga.

Recibida esta actividad favorablemente, se continúa el encofrado de la viga, para lo cual el carpintero en primer momento toma las distancias siguientes: el largo de la viga así como su alto para poder así formar las costillas en el taller de carpintería.



Figura 4-59: Colocacion de bastones (flechas largas o cortas)

Por otra parte es muy importante que el carpintero lea el detalle de la viga; asimismo es muy importante que el carpintero repare en el tipo de losa que cargara sobre las vigas; ya que la altura de las costillas depende del tipo de losa que cargarán las vigas, así por ejemplo, la altura de una costilla que cargará losa densa es mayor que aquella que cargará viguetas prefabricadas, de ahí que es sumamente importante que el carpintero tenga claros todos estos detalles y en caso de haber duda aclararlos con el residente de la obra sea éste ingeniero o arquitecto.

Estando claro el carpintero de cual es el largo y el alto de las costillas, procede a preparar las tablas y costaneras para formar los tableros, es decir, a cepillar las tablas; ya sea con garlopa o cepilladora eléctrica, siendo esta última más recomendable ya que proporciona un mejor rendimiento en la preparación del material para formar las costillas; también las tablas además de ir cepilladas deberán ser canteadas, para no tener problema en la horizontalidad al momento de colocar la formaleta donde descansará el acero para la losa; de la misma forma que con las tablas, el carpintero

debe cepillar las costaneras con las que hará los balules que serán clavados en las costillas (ver Figura 4-60).



Figura 4-60: Preparacion de tablas y balules para costillas

Después de tener listas las tablas que constituyen las costillas, marca sobre éstas la distancia a la que deben ir clavados los balules, no debiendo ser mayor ésta de 40 cms. si no se ha proporcionado diseño de encofrado de vigas al carpintero .

Por otra parte es muy importante saber que la función de los balules es darle mayor rigidez a las costillas y con esto evitar que la presión del concreto las vaya a abrir; también, los balules ayudan a que la madera se deforme menos al estar en contacto directo con el sol, es decir, minimiza la deformación por temperatura.

Teniendo el carpintero distribuidos los balules sobre los tableros y la altura de las costillas, que es la altura de los balules, procede a cortarlos ya sea con serrucho o con sierra eléctrica, ofreciendo mejor resultado la sierra eléctrica en cuanto a rendimiento se refiere y a la calidad en el corte. Luego, el carpintero y su ayudante procede a clavarlos sobre las tablas, teniendo siempre el cuidado de que los balules queden a escuadra, es decir, que vayan siempre perpendiculares a lo largo de la costilla para lo cual debe ir colocando la escuadra metálica por cada balul que clava.

Cuando las costillas están preparadas, el carpintero las almacena de tal manera de protegerla de golpes, el sol, la lluvia, etc. hasta el momento de su colocación.

Por otra parte cuando el obrero decide colocar las costillas, previo a esto debe amarrar con alambre los helados a los costados de la viga de tal manera de garantizar el recubrimiento especificado para este elemento.

Otra manera de garantizar el recubrimiento especificado en los planos es, es colocar pedazos de varilla de diámetro de 3/8" con una longitud estos pedazos de varilla igual al ancho de la viga mas dos veces el recubrimiento. Estos pedazos de varilla deben ir amarrados a lo largo de la viga espaciado uno respecto al otro una distancia menor de unos 75 cms.

Teniendo colocados los helados o en su defecto los separadores, el carpintero procede a colocar una de las costillas de la viga; para lo cual en primer momento, amarra unos pedazos de varilla en cada extremo de la viga y en forma vertical, luego se saca la línea de la costilla, para lo cual de la base del asiento de la viga haciendo uso de la plomada se levantan unos puntos y luego se amarra una pita en el lugar que define la línea de la costilla. Esta pita define tanto línea como plomo de la costilla de ahí que es muy importante definirla. Luego de haber colocado la pita que define el plomo de

la costilla, el carpintero y su ayudante se disponen a clavar la costilla en el asiento; teniendo siempre el cuidado de que el asiento y la costilla estén al beso, es decir, la costilla no debe quedar ni más abajo ni más arriba del asiento (ver Figura 4-61).



Después de clavadas las costillas, el carpintero y su ayudante clavan una costanera o cuartón justo en la base de la costilla y a lo largo de la viga y sobre los cabezales de los pilotes, teniendo siempre el cuidado de que la cabeza del clavo siempre quede fuera de manera que al momento de desencofrar pueda penetrar la oreja del martillo o de la barra de uña y así no dañar la estructura, ni la madera (ver Figura 4-62).

Asimismo, el carpintero clava unos cuartones o costaneras a lo largo de la viga, los cuales sirven para que sobre estos claven los pedazos de costanera que le darán el plomo a la costilla, así como para que puedan pararse en estos los obreros, maestros

de obra, ingenieros y demás personal de la construcción cuando lo amerite determinada actividad, particularmente al momento de efectuar el colado (ver Figura 4-63).



Teniendo ya clavadas una de las costillas y las costaneras sobre los cuarterones, el carpintero prepara unos pedazos de costanera, es decir, les hace unos cortes a 45° en ambos extremos. La longitud de estas diagonales depende del peralte de la viga o en su defecto el carpintero la toma directamente del diseño de encofrado si existiera éste; asimismo, la distancia a que van clavadas en las costillas regularmente es no mayor de 40 cms.; aunque en la práctica generalmente coinciden con la distancia a la que se han clavado los balules en las costillas (ver Figura 4-64).



Figura 4-63: Costanera clavada a lo largo de la viga, sobre los cabezales de los pilotes



Figura 4-64: Diagonales clavadas a la misma distancia que los balules en la costilla

El orden en que se clavan las diagonales es primero en las costillas, luego se coloca la costilla a plomo utilizando una plomada y desde luego manteniendo tendida la pita que define su plomo y su línea. De no estar la costilla a plomo, el carpintero y su ayudante la mueven hacia fuera o hacia dentro, dependiendo de la posición que tuviera ésta respecto de la pita y la plomada (ver Figura 4-65). Cuando la costilla está en la posición correcta, se clava la diagonal en el larguero.



Teniendo colocada una costilla a línea y a plomo, se procede a colocar la otra, es decir, la del extremo opuesto. Para colocar esta costilla no se necesita colocar la pita; ya que una de las costillas esta a línea y a plomo, aprovechando esto el carpintero lo que hace es sacar una paralela con la cinta, o sea, ir midiendo con la cinta métrica el ancho de la viga que se ha leído en el detalle de viga, partiendo de la parte superior de la viga que ya está a plomo y línea. Luego, coloca las diagonales en el mismo orden, es

decir, primero clavándola en la costilla y luego en el larguero, manteniendo siempre el criterio de dejar salida la cabeza del clavo para no tener problema al desencofrar.

Por otra parte, una vez terminadas el asiento, las costillas, los largueros y las diagonales el problema por terminar por el carpintero son los cuellos, es decir, encofrar la intersección viga-columna, para lo cual en primer momento toma las distancias a lo largo y a lo ancho de los pedazos de tabla que le hacen falta, los prepara en el taller de carpintería para luego solo llegar a clavarlos al lugar (ver Figura 4-66 y Figura 4-67); manteniendo siempre presente que el encofrado debe ser seguro, o sea, soportar cargas vivas y muertas y no fallar.



Por otra parte, además de las diagonales clavadas en las costillas cuya finalidad es darle rigidez a las costillas para que no se vaya abrir en el momento del colado, el carpintero sujeta las costillas una a la otra por medio de alambre de amarre antorchado.

Para lo cual en primer momento, perfora las tablas haciendo uso del taladro y una broca regularmente de diámetro de $\frac{1}{4}$ " a uno y otro lado de los balules en cada

costilla, o sea dos agujeros en cada balul, luego por estos agujeros el carpintero hace pasar el alambre antorchado(alambre en forma de trenza) o alambre doble, después lo tensa con una tenaza o con alicate y por último lo enrolla entre las orejas del martillo y lo hace girar de manera que el alambre someta a fuerzas atractivas a las costillas, de tal manera que la presión del concreto no la vaya abrir. La distancia a la que van estos alambres coincide con la distancia a la que están clavados los balules en las costillas (ver Figura 4-67).



4.5 SOLERAS Y NERVADURAS

El refuerzo en paredes de ladrillo sólido consiste en soleras y nervaduras, las cuales presentan un armado a base de varillas longitudinales en los vértices de la sección transversal, para confinar este refuerzo se utilizan estribos colocados a cierta separación según el elemento que se trate.

Las nervaduras son elementos verticales, los cuales pueden ser nervios o alacranes según la posición que tengan en la pared; se usan en los cruces o intersecciones de paredes y en los extremos de las mismas. Estos elementos también pueden localizarse en el cuerpo de la pared y se colocan a una separación de 2.50 m. Para separaciones menores y para enmarcar huecos de puertas y ventanas se pueden utilizar alacranes, cuyo refuerzo consta de dos varillas longitudinales confinadas.

Las soleras de fundación pueden ser de sección rectangular o tipo "T", centradas o de colindancia.

Estos elementos van enterrados a una profundidad que depende del tipo de pared que soportarán. La función principal de las soleras de fundación es la de repartir uniformemente el peso de pared al terreno; además, es el elemento rigidizador de la misma, ya que en ella van ancladas todas las nervaduras. Sobre este tipo de soleras se coloca la primer hilada de ladrillos, quedando ésta, y dos más enterradas según se especifique.

La soleras intermedias van generalmente, a la mitad de la pared o a una altura mínima de 1.50 entre soleras; estos elementos soportan el peso de la pared colocada sobre ellos, transmitiendo dicho peso a las nervaduras y éstas, a las soleras de fundación o las vigas, según en el nivel del edificio donde se construyan. Estas soleras también enmarcan los huecos de paredes y ventanas horizontalmente. Para finalizar la pared se colocan las soleras llamadas de coronamiento, en las cuales se anclan los terminales de los nervios y alacranes.

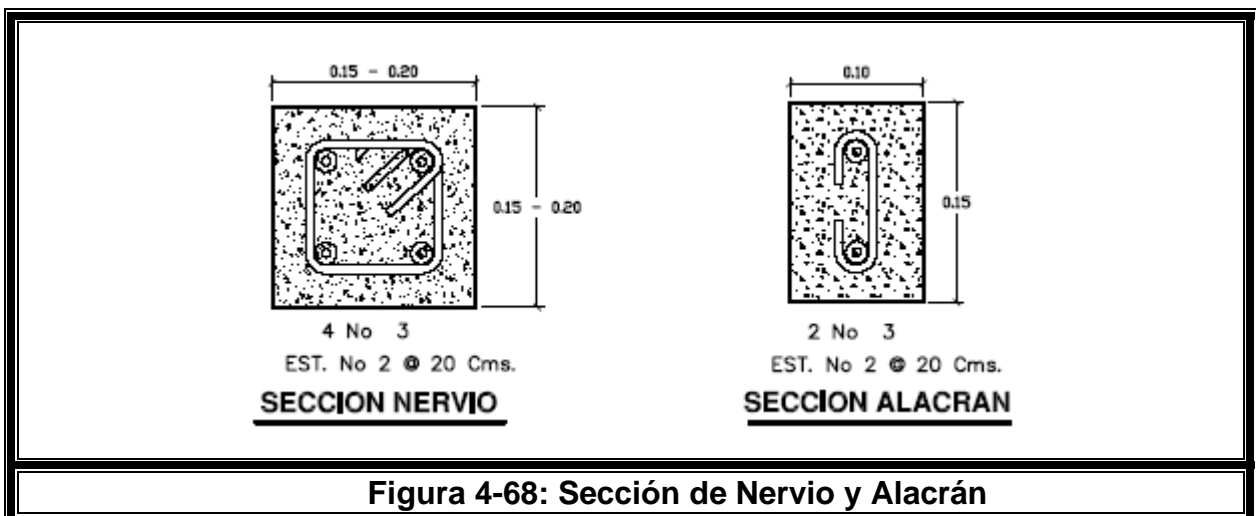
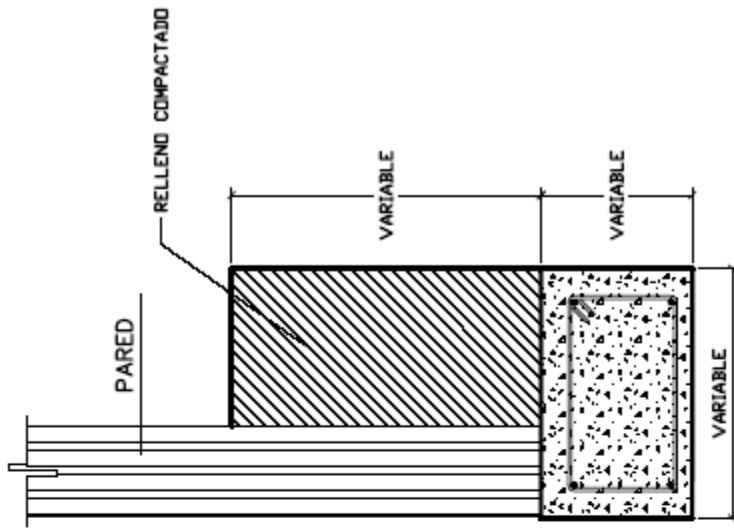


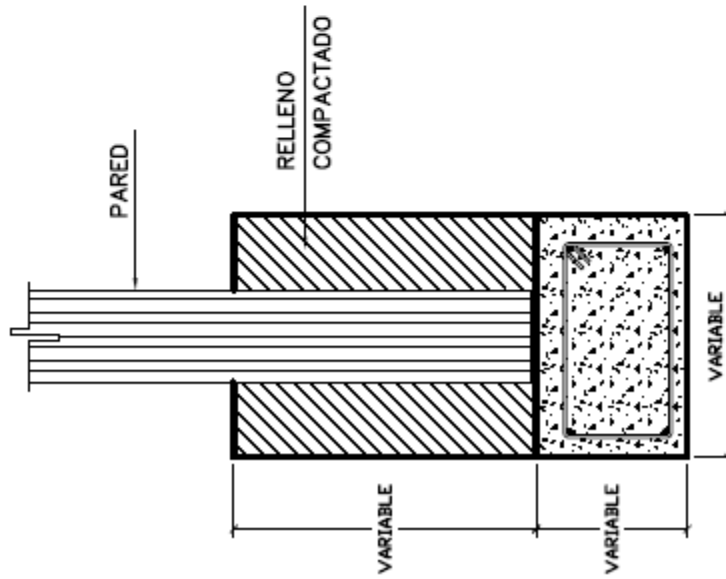
Figura 4-68: Sección de Nervio y Alacrán



4 No 3/8"

EST. No 2 @ 15 Cms.

SOLERA DE FUNDACION "DE COLINDANCIA"



4 No 3/8"

EST. No 2 @ 15 Cms.

SOLERA DE FUNDACION "CENTRAL"

Figura 4-69: Soleras de Fundación

4.6 LOSAS

4.6.1 Aspectos Básicos

Una losa es el elemento que forma el entrepiso de una planta, es la parte estructural del edificio que separa un piso de otro.

La función principal de las losas es transmitir directamente a las vigas, columnas o paredes, las cargas que actúan en ellas, ya sean éstas permanentes, como su propio peso, o eventuales, para las cuales han sido diseñadas. Las losas también constituyen el techo de cada planta y el piso de la inmediata superior, cubriendo además los espacios entre vigas.

El lado de la losa que sirve de piso debe tener una cubierta especial resistente al desgaste, y el lado que sirve de techo puede ser de concreto visto o de cualquier material decorativo formando parte de ella, o simplemente una instalación de cielo falso colgada de sus partes más resistentes.

Las partes que forman la estructura de una losa. son los elementos resistentes como, vigas, viguetas, nervaduras, etc. y otra parte que cierra los huecos que dejan los elementos anteriores. Las características de los materiales que forman la losa dependerán del tipo de losa y de la manera en que funcione dentro del edificio.

Las losas forman la parte más laboriosa y complicada en la construcción de edificios, por lo que deben hacerse en forma cuidadosa con objeto de evitar posibles accidentes debido a defectos constructivos.

4.6.2 Losas Densas

Una losa densa es aquella "cuyo volumen total lo conforman el concreto y el acero de refuerzo, sin ninguna cavidad que aligere su peso propio, o carga muerta". El armado de las losas densas, consta básicamente de varillas colocadas ortogonalmente a lo largo y ancho de la plataforma; al igual que en vigas presenta refuerzo superior e inferior debido a zonas de tensión causadas por la flexión del elemento. También se colocan varillas para absorber los esfuerzos causados por cambios de temperatura y variaciones volumétricas del concreto, estas varillas se colocan en el lecho inferior, sin

ningún doblez y a lo largo y ancho de toda losa, a una separación determinada por requisitos mínimos de diseño.

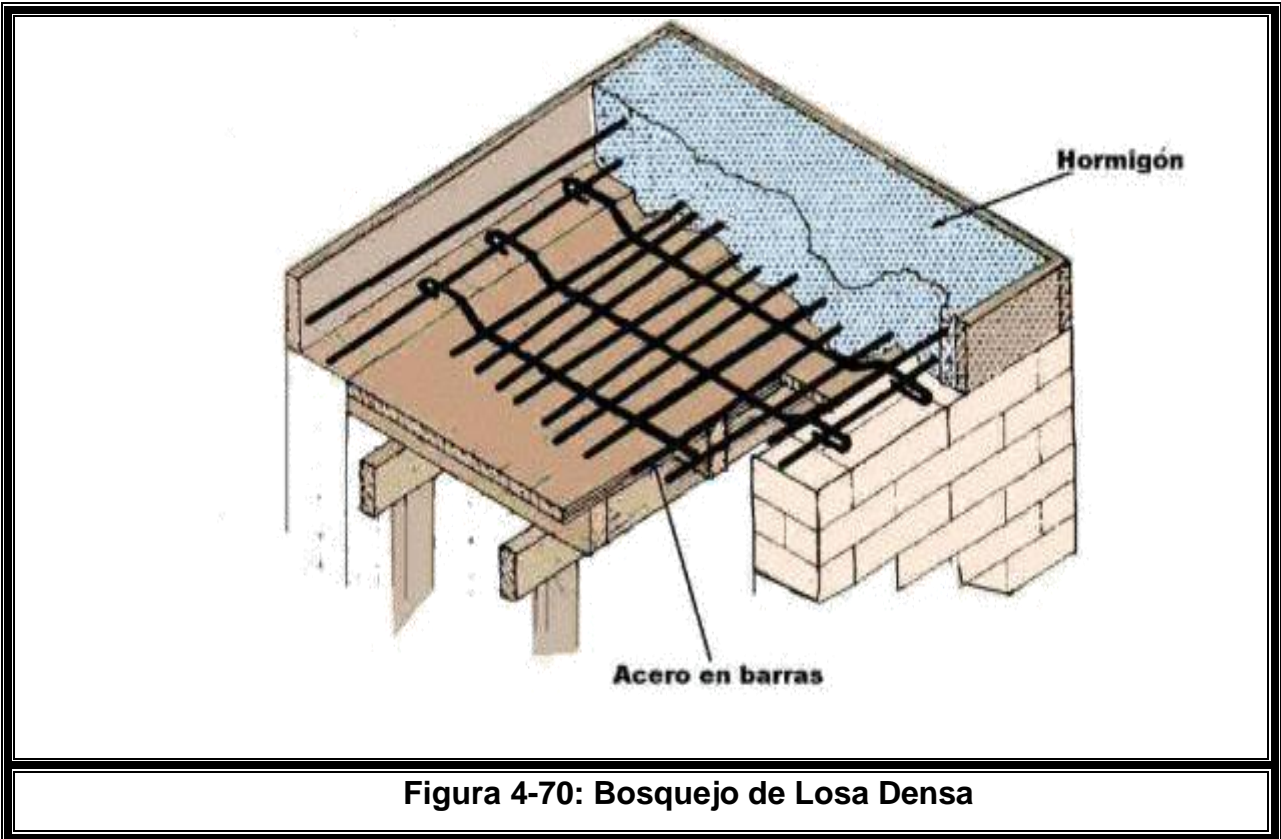


Figura 4-70: Bosquejo de Losa Densa

El refuerzo por flexión presenta dobleces para pasar de una zona de tensión a otra, ya que éstas se localizan en la parte superior cerca de los apoyos y en la inferior al centro de la losa, cuando el refuerzo por flexión no alcanza a cubrir los momentos producidos por las cargas, se colocan bastones en las zonas donde exceden dichos momentos.

Es importante anclar cada extremo de las varillas que sirven de refuerzo, en las vigas de apoyo (vigas perimetrales o de borde), de tal manera que se eviten deslizamientos en las varillas una vez colada la losa; "cuando la losa no esté apoyada sobre una viga perimetral o cuando la losa se proyecte en voladizo más allá del apoyo, el anclaje del refuerzo puede hacerse dentro de la losa".

Las varillas utilizadas en el armado de las losas son de bajo calibre, generalmente de 3/8 de pulgada, debido al poco espesor de las losas, controlando los esfuerzos por las separaciones de las varillas ya que se cuenta con bastante área en ellas.

El esfuerzo cortante es tomado solamente por el concreto a través de su sección transversal, por lo tanto no se necesitan estribos como en las vigas; para esto es necesario diseñar el espesor de la losa que dependerá de la magnitud de las cargas que soportará: este espesor es alrededor de 8 a 12 cm. El concreto utilizado deberá cumplir con las especificaciones de resistencia según diseño, teniendo especial cuidado lo que recomienda el ACI 318-89, en la sección 13.3.3. sobre el tamaño máximo del agregado.

Las losas en una dirección se refuerzan en el lado más corto, colocando en el otro sentido solamente refuerzo por temperatura. Hay que hacer notar que las losas trabajan estructuralmente en la dirección en que se ha efectuado el armado principal.

Las losas se arman en dos direcciones, cuando la relación entre claros, es menor que dos, apoyándose en más de dos de sus lados. En este caso se coloca refuerzo por flexión en ambas direcciones, incluyendo el acero adicional por temperatura y contracción del concreto, de esta manera la losa puede transmitir las cargas en ambas direcciones.

4.6.3 Losas-Aligeradas

Este tipo de losas, muy utilizadas en la actualidad, presentan la ventaja de disminuir considerablemente las cargas muertas, sin bajar la resistencia para soportar cargas. Se emplean en edificios que soportan grandes pesos, como estacionamientos de varios pisos, auditorios en plantas altas, etc.; como también cuando se quieren salvar grandes claros entre columnas.

4.6.4 Losas Nervadas en una Dirección

La losa nervada consiste en una combinación monolítica de nervaduras regularmente espaciadas y una losa colocada en la parte superior que actúan en una

dirección o en dos diferentes direcciones ortogonales. De la definición, anterior interesa para este apartado las losas en una dirección; la separación entre viguetas puede variar hasta un máximo de 75 cm.; relleno entre ellas con bloques de barro cocido unidos entre sí por mortero.

La unión de los bloques permite formar las viguetas, colocando refuerzo por flexión en dichos bloques, el cual se adhiere por medio de mortero.

Este sistema de losa presenta la ventaja de construir al pie de la obra las viguetas que forman las losas; una vez pegados los bloques se colocan en el lugar donde quedarán definitivamente anclando las varillas en las vigas principales que las sostendrán. Igual que el tipo de losas tratadas anteriormente, debe colocarse acero por temperatura sobre las viguetas en ambas direcciones, para después efectuar el colado.

Las viguetas se colocan en la dirección más corta de la losa, por lo cual constituyen una losa unidireccional. Debido a que los bloques de barro son huecos, se disminuye significativamente el peso muerto de la losa, considerándose por tanto aligerada.

Otra variante de losas a base de nervaduras en una dirección, son los entrepisos con viguetas pre-tensadas y bovedillas, sistema en el cual se utiliza concreto precomprimido por métodos especiales y celosía de acero pretensada en talleres; estas viguetas prefabricadas se trasladan de la fábrica al lugar de la obra donde serán colocadas definitivamente.

Las viguetas pretensadas consisten en elementos que han sido sometidos a esfuerzos de tensión de tal manera que presenten ventajas estructurales sobre cualquier elemento tradicional.

El material de relleno utilizado entre viguetas consiste en bovedillas huecas de diversos materiales y medidas, entre los materiales usados para su construcción está el concreto, el poliestireno o durapás, barro cocido, etc. Si los bloques son de barro cocido se unen entre sí con mortero. Sobre bovedillas se colocará acero por temperatura en ambas direcciones. Debido a que las viguetas se colocan en una dirección (la dirección más corta de la losa), se considera como losa unidireccional y es aligerada debido al poco peso del material de relleno.

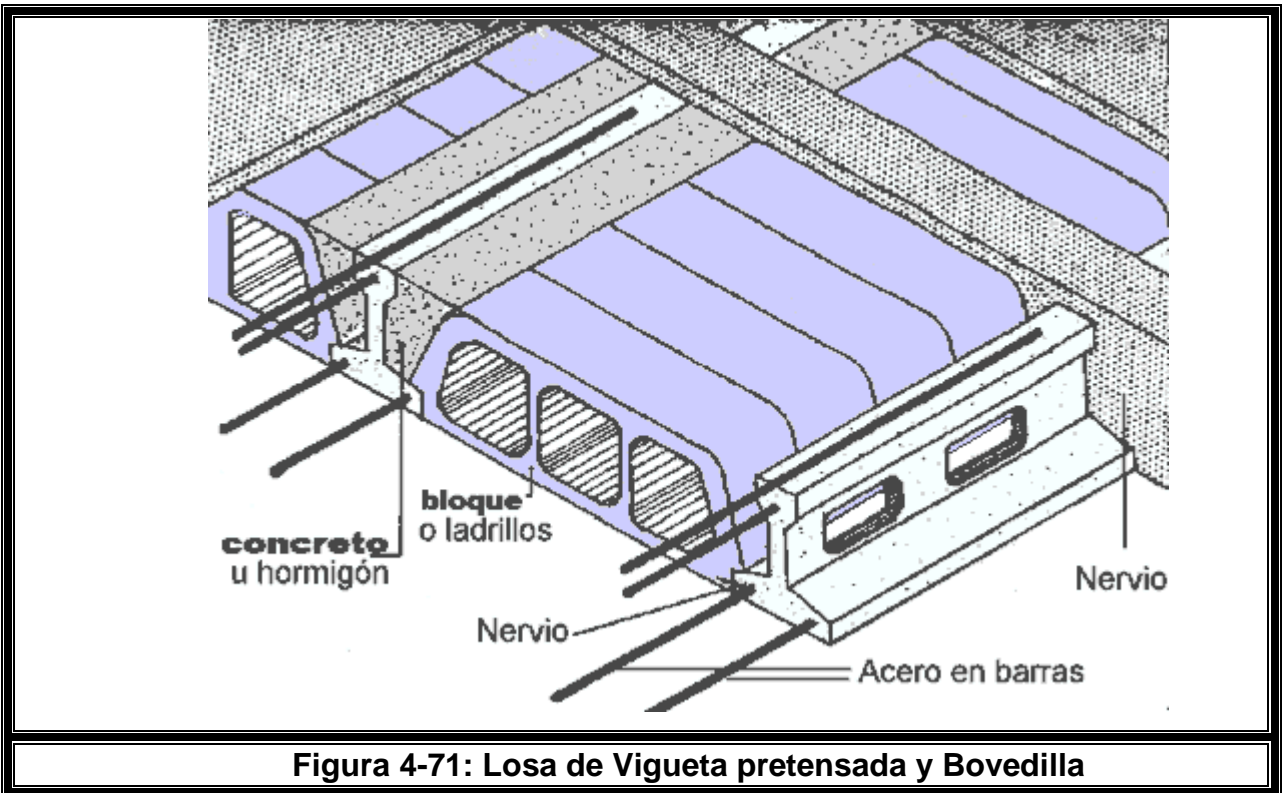


Figura 4-71: Losa de Vigueta pretensada y Bovedilla

4.6.5 Proceso Constructivo de Losa

4.6.5.1 Encofrado de Losa Densa

Para comenzar a encofrar la losa deben estar totalmente armadas las vigas primarias y secundarias respectivamente.

En las costillas de la viga que conforman los lados largos del tablero de la losa a encofrar se clava una costanera, a una distancia medida de la parte superior hacia abajo de la costilla igual al alto de la sección del cuartón (ver Figura 4-72).



Figura 4-72: Colocación de costanera para que sostenga los burros

La costanera debe ser canteada antes de su colocación, además debe quedar totalmente en forma horizontal; ya que de no quedar horizontal, las formaletas o las tablas no quedarían horizontales y en consecuencia el cielo de la losa ocuparía sacarlo con un repello grueso. De ahí que es muy importante que el carpintero coloque la costanera en posición horizontal. La función de la costanera es sostener los burros (cuartones) que van distribuidos en forma paralela al lado corto del tablero de la losa (ver Figura 4-73).

Por otro lado, una vez el carpintero ha colocado las costaneras a lo largo de las vigas que conforman el tablero de la losa, procede a preparar los burros, para lo cual en primer momento mide la distancia horizontal que hay de costilla a costilla en las vigas que conforman el lado corto del tablero de la losa. Esta distancia horizontal, será la longitud que tendrán los burros; luego distribuye la distancia que irá separados uno respecto a otro y marca esta distancia con lápiz de color visible, a lo largo del borde de la costilla que conforma el lado largo del tablero de la losa.



Con las longitudes y distancias a las que irán repartidos los burros, tiene el número de éstos y entonces procede a prepararlos, es decir, a cortarlos, ya sea con serrucho o con sierra eléctrica, siendo la sierra eléctrica más recomendable ya que proporciona un mayor rendimiento al carpintero; además, los cuartones que se utilizarán para burros deben ser canteados en ambos rostros del cuartón, específicamente aquellos rostros que estarán en contacto con la formaleta, es decir, el lado angosto del cuartón puesto de canto. El carpintero puede cantear los cuartones con garlopa o con cepilladora eléctrica; esto con la finalidad que al momento de colocar la formaleta sobre ellos quede totalmente horizontal y proporcione así un buen acabado y de esta manera evitar repellos demasiado gruesos después de desencofrar (ver Figura 4-74).



Figura 4-74 Burros canteados para evitar desnivel en la formaleta

Para colocar los burros, una vez los tenga preparados el carpintero, distribuye las distancias a las que deberán ir separados los pilotes a lo largo del burro no debiendo ser ésta mayor que 50 cms. de no tener diseño de encofrado de losa. Estas distancias las marca con lápiz de color visible a lo largo del borde de la costilla que conforma el lado corto del tablero de la losa y sobre estas marcas inserta unos clavos y en ellos amarra unas pitas que le definen la línea, la altura y el nivel del burro; además estas pitas le sirven posteriormente para colocar y definir la posición de los durmientes (ver Figura 4-75).

Teniendo tendidas las pitas, el carpintero clava los burros apoyándolos sobre las costaneras que clavó sobre las costillas para este fin. El carpintero debe tener cuidado de que los burros vayan siendo clavados a la altura que determina la posición de la pita y sobre las marcas que están en las costillas.



Figura 4-75: Pitas que determinan la altura, el nivel y plomo de los burros que sostendrán la losa densa

Por otro lado, cuando los burros están clavados en su lugar y aún las pitas están tendidas, es decir, la pita que determina la altura y el nivel de los burros, se baja esta línea al terreno, o sea, haciendo uso de la plomada el carpintero baja dos puntos, colocando la pita de la plomada al beso con la pita que define la línea de los burros. En el punto donde cae la plomada, coloca una señal ya sea ésta una estaca o un trompo o algo que a su criterio no lo perderá de vista, de la misma forma, baja otro punto en el otro extremo de la pita. Baja tantos puntos como durmientes vaya a colocar. Luego, en el lugar donde están las marcas que dejó la plomada, coloca los durmientes (cuartones) asegurándose que éstos queden en posición horizontal, para lo cual compacta y nivela el terreno donde descansarán los durmientes (ver Figura 4-76).

Es importante que el terreno donde descansarán los durmientes esté nivelado; ya que de esta manera le facilita al carpintero cortar los pilotes aproximadamente a la misma altura y si hay algunas variaciones en la misma de un pilote respecto de otro se

regulará con las cuñas que serán clavadas sobre los durmientes precisamente para este fin.



Figura 4-76: Colocacion de los durmientes en el lugar donde cayo la plomada al bajar los puntos de las pitas

Si la altura que hay entre el burro y el durmiente no puede salvarse con las medidas nominales de los cuartones, entonces el carpintero podrá unirlos con clavos de tal manera de poder salvar la altura.

Cuando los pilotes que se usan no son de madera; sino metálicos, el carpintero siempre utiliza los durmientes, lo que ya no utiliza son las cuñas, pues los pilotes metálicos tienen unas roscas en las camisas para regular su altura (ver Figura 4-77).



Figura 4-77: Pilotes metalicos sobre durmientes sin cuñas

El problema con los pilotes metálicos es que éstos tienen una altura estándar, es decir, ya tienen cierta altura límite hasta la que se pueden regular y si regulándolo a esa altura máxima no se logra salvar la distancia comprendida entre el pilote y el burro el carpintero se ve obligado a formar primero unos burros sobre el terreno, sobre los que descansarán los pilotes (ver Figura 4-78). Estos burros consisten en un grupo de cuartones horizontales puestos de plan unidos con clavos a pedazos de cuartones verticales y estos asimismo unidos a cuartones horizontales colocados de plan sobre el terreno.

Por otra parte, la distribución de los pilotes se hace sobre los burros de manera parecida a como se hace sobre los durmientes, con el cuidado de que el pilote debe coincidir con la posición del pedazo de madera vertical, es decir, deben ser coaxiales (ver Figura 4-79).



Figura 4-78: Burros de madera para salvar la altura entre el terreno y los burros para la losa densa



Figura 4-79: Burros salvando altura entre durmiente y burro metalicos

Cuando el carpintero tiene listo los burros, los durmientes, los pilotes de madera es cuando está en posición de comenzar a encofrar la losa, para lo cual en primer momento clava una parte de las cuñas sobre el durmiente específicamente sobre la marca de distribución que dejó el carpintero (ver Figura 4-80).

De igual manera lo hace a lo largo de todos los durmientes donde descansarán los pilotes, teniendo siempre presente que la cabeza del clavo debe quedar lo suficiente fuera, para que pueda penetrar la oreja del martillo o la de la barra de uña al momento de desencofrar y así no dañar demasiado la madera.



Teniendo colocadas las cuñas sobre los durmientes, el carpintero y su ayudante se dedican a la colocación de los pilotes; para la cual el ayudante del carpintero coloca el pilote sobre la cuña y en este momento mete la otra cuña con el martillo con el objeto de regular su altura, es decir, golpea las cuñas de tal manera que el pilote quede al beso con el burro; luego de haber logrado la altura adecuada, coloca el nivel de caja en ambos rostros del pilote para garantizar que éste ha quedado a plomo y es en este momento que el carpintero clava el pilote al burro insertando sólo dos clavos, siempre debiendo quedar la cabeza de estos fuera para evitar dañar la madera al momento de desencofrar (ver Figura 4-81).



Figura 4-81: Clavado de pilotes al burro de la losa en la parte superior

Por otro lado para la colocación de los pilotes el carpintero se encuentra en la parte superior donde están los burros y el ayudante en el terreno donde están los durmientes o viceversa. El ayudante del carpintero, que regularmente se encuentra abajo, como ya tenía clavada una parte de las cuñas clava la otra parte de las cuñas sobre el durmiente; asimismo, el pilote a la cuña de manera que todo quede terminado. Siempre el carpintero debe verificar la verticalidad de los pilotes, pues la presión del concreto será distribuida aproximadamente de manera uniforme al durmiente y de éste al terreno y de no estar los pilotes a plomo esto no se cumple.

De igual manera el carpintero coloca todos los pilotes, de tal forma de cubrir toda el área donde cargará la losa (ver Figura 4-82).



Figura 4-82: Pilotes cubriendo la totalidad del area de la losa a colar sobre durmientes

Estando colocados los burros y los pilotes, el carpintero coloca unas cadenas de costanera en posición horizontal uniendo todos los pilotes. El clavar esta costanera a manera de cadena ayuda a los pilotes a soportar el esfuerzo de compresión al que estarán sometidos los pilotes antes, durante y después del colado de la losa (ver Figura 4-83).

Algunas veces se acostumbra colocar hasta dos arriostramientos a lo largo de cada línea de pilotes, para garantizar de esta manera que ningún pilote vaya a quebrarse como efecto del esfuerzo de compresión al que estarán sometidos (ver Figura 4-83).

Una vez el carpintero ha revisado que todos los pilotes están clavados tanto en los burros como en los durmientes y además ha verificado la verticalidad de los pilotes procede a colocar las formaletas sobre la que descansará el acero de refuerzo de la losa densa (ver Figura 4-84). Estas formaletas ya vienen moduladas, es decir, sólo para colocar.

Para colocar las formaletas, el carpintero lo hace de izquierda a derecha en el tablero que conforma la losa densa, teniendo siempre el cuidado de que los bordes de aquellas formaletas que estén en contacto con las vigas queden en línea con el borde de las costillas de las vigas y los bordes que no estén en contacto con las vigas queden al beso con las formaletas adyacentes (ver Figura 4-84).



Figura 4-83: Colocacion de cadenas para darle estabilidad a los pilotes

Una vez las formaletas están en posición correcta, las clava sobre los burros, clavando básicamente un clavo en cada esquina, esto con el fin de no dañar demasiado la madera al momento de desencofrar (ver Figura 4-85).



Figura 4-84: Colocacion de formaletas sobre losa densa



Figura 4-85: Clavado de formaletas sobre los burros de la losa

Teniendo las formaletas colocadas, el carpintero procede a colocarle los seguros por la parte de abajo (ver Figura 4-86). A estos seguros se les conoce como pasadores en el campo de la construcción; asimismo estos pasadores lo llevan las formaletas que ya vienen moduladas, es decir, aquellas que sus marcos son de ángulos de acero y plywood de $\frac{1}{4}$ ".

Las formaletas también las puede fabricar el carpintero sólo de madera, es decir, que el marco ya no está conformado por ángulos de acero sino de costaneras. Para fabricar las formaletas sólo con madera el carpintero en primer lugar forma el marco con las costaneras, debiendo éstas haber sido canteadas y cepilladas, o sea, toda la costanera que formará el marco de la formaleta debe tener el mismo espesor; asimismo el marco debe colocarlo a escuadra y la separación máxima entre costanera y costanera que conforme el esqueleto del marco no deberá ser mayor de 50 cms. para no tener un mal acabado en la losa y así evitar repellos demasiado gruesos, es más, con esta separación no habría ni necesidad de repellar el cielo de la losa. Luego de

tener completamente listo el esqueleto de la formaleta, comienza a clavar sobre éste el plywood y de esta forma queda lista la formaleta.



Figura 4-86: Carpintero colocando pasadores en formaletas prefabricadas

Otra práctica, no muy recomendable para el encofrado de losa densa es simplemente cortar las tablas de longitud igual a la longitud del lado más largo del tablero de la losa. Estas tablas antes de ser colocadas deberán ser cepilladas; bien con garlopa o cepilladora eléctrica; luego comienza el carpintero a clavar estas tablas a lo largo del lado mayor del tablero de la losa. Es claro, que las tablas quedan perpendiculares a la posición que tienen los burros; asimismo el carpintero comenzará a colocarla de izquierda a derecha en el tablero que conforma la losa, revisando que las tablas que están clavadas en las costillas de las vigas queden al beso; además, que entre tabla y tabla no quede una abertura demasiado grande que no pueda cubrirse con la taponeada y además esto traería el problema de fuga de lechada al momento del colado de la losa; también, el carpintero debe estar pendiente de que las tablas no

queden demasiado juntas, ya que cuando éstas se humedezcan para el colado se hincharán como producto de la deformación que sufre la madera además de la deformación provocada por el sol.

Terminado el encofrado, el carpintero se lo comunica al ingeniero residente de la obra para que sea éste quien reciba esta actividad ya sea para dar paso a la siguiente o para corregir algunos errores de existir éstos, para luego continuar con la siguiente actividad que es la colocación del tejido de la losa.

4.6.5.2 Colocacion del Acero en la Losa Densa

Una vez el encofrado de la losa ha sido terminado, y recibida por el encargado de la obra, el armador puede comenzar la armaduría de ésta, para lo cual en primer momento debe obtener una copia del detalle de la losa, para estudiarla cuidadosamente, además debe leer las especificaciones técnicas relativas a la armaduría de la losa. Muy particularmente debe leer detalles como: longitud de empalmes, diámetro del acero de refuerzo, separación a que debe ir una varilla respecto a la otra, anclajes (patas), longitud de anclajes. En caso de tener alguna duda en relación a cualquiera de los detalles antes mencionados el armador debe aclararlos antes de comenzar propiamente dicha esta actividad y así de esta manera evitar cualquier error que posteriormente traería como consecuencia el atraso de la obra, desperdicio de material, etc. Es esta la razón fundamental por la que el armador debe comunicarle al encargado de la obra cualquier duda que tenga en relación al detalle de la losa.

Aclaradas las dudas por parte del armador en relación al detalle de la losa densa, éste y su ayudante suben a la tarima de la losa, y en ésta comienzan a distribuir con la cinta métrica la distancia a la que irán separadas las varillas que formaran el tejido de abajo; además, en cada lugar que denote la posición exacta, el armador los marca con lápiz de color visible (generalmente los más usados son azul y rojo). Estas marcas las hace directamente el armador sobre la formaleta y a lo largo del lado más largo que conforma el tablero de la losa, con el objetivo de comenzar a armar el lado corto de la losa; asimismo, estas marcas van ubicadas muy cerca de las vigas transversales al lado

corto de la losa, incluso algunos armadores las marcan directamente en el borde de las vigas, es decir, en la arista que forma la intersección de la costilla de la viga y la formaleta de la losa (ver Figura 4-87).

De la misma forma, estas marcas, es decir, las marcas de distribución de la separación del tejido de la losa, las hace el armador no sólo en los bordes de las vigas largas perpendiculares al lado corto; sino también, al centro del tablero con la finalidad de que al momento de colocar las varillas éstas no queden torcidas, sino exactamente en línea de acuerdo a lo especificado en el plano de detalle de losa. Luego, el armador mide la distancia con la cinta métrica de rostro interno a rostro interno de las vigas perpendiculares al lado corto del tablero de la losa, a esta distancia le suma dos veces el anclaje de acuerdo a especificaciones, más dos veces el ancho de la viga que forman el lado largo; de esta manera, el armador obtiene la distancia de cada varilla en el sentido del lado corto que conforma el tablero de la losa densa.



Figura 4-87: Armador marcando la distribución del tejido, al centro de la losa

Otra forma de obtener esta distancia es leyendo directamente esta distancia en el detalle de la losa, teniendo el cuidado de leer según escala especificada. Una vez ha obtenido la longitud de una varilla procede a calcular cuantas de estas ocupa, para lo cual divide la longitud de la viga que conforma el lado más largo, entre el espaciamiento que lleva el tejido de la losa, y es este cociente el que le representa el total de varillas que utilizará en el sentido corto de la losa. Estos datos el armador los anota cuidadosamente en una libreta de su propiedad y además, expresa el total de varillas en metros y utilizando factores de conversión apropiados, de acuerdo al diámetro de la varilla y los convierte en quintales; de esta manera, el obrero tiene el dato en quintales del acero que ocupará para armar una parte del primer tejido.

Posteriormente, se presenta a la bodega y pide al bodeguero la cantidad de acero previamente calculada, además, pide sierras para hierro, discos para la pulidora, alambre de amarre. En esta actividad tanto el bodeguero como el armador firman, salvo que uno hace constar que recibió y el otro que entregó y así de esta forma llevar todo en regla.

Habiendo recibido el material el armador y teniendo los cálculos ya descritos el obrero comienza a preparar el acero. Preparar el acero o el total de varillas que van paralelas al lado corto de la losa, es cortarlo ya sea haciendo uso de la sierra para hierro, o con la tunca, siendo más recomendable ésta última; ya que proporciona mayor rendimiento al obrero. El obrero, debe tener cuidado de cortar el acero de acuerdo a los cálculos preestablecidos y de esa manera evitar el desperdicio de acero. En todo caso el ingeniero de la obra debe velar porque los cálculos de acero estén conforme al avance del armado de la losa.

Preparar el acero no sólo es cortarlo, sino también hacerle los anclajes con las grifas, además el armador debe cuidar que el anclaje sea de acuerdo a lo establecido en el detalle de la losa. Teniéndolas preparadas en su totalidad, procede a almacenarlas en el taller de armadura para proteger el acero de la lluvia, contaminación de grasas, etc.

Por otra parte, el armador también hace la distribución del tejido de la losa a lo largo del lado corto, o sea, perpendicular al lado largo, de manera muy parecida a como

lo hizo a lo largo del lado largo; salvo en el color del lápiz que usa, ya que tiene que ser diferente al anterior para evitar confusión al momento de colocar las varillas.

También de la misma forma que el armador lo hizo para el lado corto, lo hace para el lado largo de marcar al centro de la tarima la posición donde irán a ser colocadas las varillas que conformarán el tejido de la losa densa; con la finalidad que las varillas queden totalmente en línea y además que cuando se intercepten lo hagan ortogonal mente. A diferencia del color que utilizó para marcar la posición de las varillas en el sentido del lado corto usará otro diferente para las marcas del lado largo.

Luego, el armador mide la distancia con la cinta métrica de rostro interno a rostro interno de las vigas perpendiculares al lado largo del tablero de la losa, a esta distancia le suma dos veces el anclaje de acuerdo a especificaciones, más dos veces el ancho de la viga que forman el lado corto; de esta manera, el armador obtiene la distancia de cada varilla en el sentido del lado largo que conforma el tablero de la losa densa.

Otra forma de obtener esta distancia es leyendo directamente esta distancia en el detalle de la losa, teniendo el cuidado de leer según escala especificada. Una vez ha obtenido la longitud de una varilla procede a calcular cuantas de estas ocupa, para lo cual divide la longitud de la viga que conforma el lado mas corto, entre el espaciamiento que lleva el tejido de la losa, y es este cociente el que le representa el total de varillas que utilizará en el sentido largo de la losa. Estos datos el armador los anota cuidadosamente en una libreta de su propiedad y además, expresa el total de varillas en metros y utilizando factores de conversión apropiados, de acuerdo al diámetro de la varilla los convierte en quintales; de esta manera, el obrero tiene el dato en quintales del acero que ocupará para armar la parte complementaria del primer tejido (lado largo de la losa).

De manera análoga, a como lo hizo para el sentido corto de preparar el acero lo hace para el lado largo, es decir, lo corta a las distancias especificadas, le hace los anclajes con las grifas; pero en ambos casos nunca debe pasar por alto la posición de los empalmes y longitud de éstos con relación a los ejes de la viga que aparezcan en el detalle. En la preparación de las varillas que van a ser empalmadas, es muy recomendable la presencia del ingeniero de la obra, para garantizar que no haya desperdicio de material.

Luego de tener el acero totalmente preparado, el armador comienza la armadura de la losa propiamente dicha, para lo cual comienza por el lado corto del tablero de la losa; en primer momento hace pasar el anclaje (patas) de las varillas a través de la viga hasta llegar al rostro exterior de la viga o hasta la distancia especificada en el detalle de la losa (ver Figura 4-88); asimismo debe el armador y su ayudante tener el cuidado de que la varilla está siendo colocada exactamente sobre las marcas antes hechas. Luego, se amarran unos helados, preferencialmente uno en cada extremo de la varilla para garantizar el recubrimiento de la losa y entonces se amarra la varilla a un bastón cercano al acero corrido del lecho superior, o en su defecto a un puente (pedazo de varilla de $\text{Ø} < 3/8''$) colocado para tal fin si la altura de algún bastón no correspondiera con la altura del tejido de la losa; de la misma forma se amarran todas las demás varillas paralelas al lado corto de la losa, es decir, teniendo presente que las varillas queden sobre las marcas, y los helados estén ubicados de manera que garanticen el recubrimiento especificado para la losa.

En todo momento el armador debe verificar que las varillas están ubicadas sobre las marcas establecidas para tal fin; además, el armador no debe permitir que ningún auxiliar, obrero o profesional se pare sobre el acero del tejido de la losa ya armado; salvo en el momento del colado.

Por otra parte, una vez se han colocado todas las varillas que van paralelas al lado corto de la losa, se procede a colocar las varillas paralelas al lado largo de la losa.

Para colocar las varillas que son paralelas al lado largo de la losa, en primer momento se hacen pasar los anclajes de las varillas a través de la viga, hasta la distancia especificada en el detalle de la losa de manera análoga a como se hizo para el lado corto, es decir respetando la altura de la losa, las marcas, la ubicación de los helados y sujetando bien las varillas con alambre de amarre. Es de hacer hincapié, que el armador comienza en un lado del tablero de la losa y avanza ordenadamente hasta el lado opuesto; además, cada varilla debe quedar bien sujeta ya sea a un bastón, un puente y con sus respectivos helados; de igual manera se colocan todas las varillas paralelas al lado largo de la losa. En el armado de las varillas que conforman el lado largo, el armador debe estar pendiente de hacer los empalmes de acuerdo a especificaciones, de igual manera la longitud del anclaje.



Figura 4-88: Armador haciendo pasar los anclajes a traves de la viga

Una vez se ha terminado de armar todo el tejido de la losa, el ayudante del armador y el mismo obrero terminan de colocar todos los helados; asimismo se dedican a amarrar totalmente las intersecciones entre varilla y varilla con nudos firmes ayudados por el alicate (ver Figura 4-89 y Figura 4-90).



Figura 4-89: Armador terminando de amarrar la losa densa, junto con sus helados



Figura 4-90: Armado del primer tejido completamente terminado

Luego de haber armado el tejido de abajo, el armador junto con su ayudante comienza a preparar el tejido superior de la losa densa; para lo cual en primer momento, haciendo uso de la cinta métrica distribuye los espacios a lo largo del lado más largo del tablero de la losa y lo hace con lápiz de color distinto al que usó para marcar la distribución de la losa en el primer tejido, con el objetivo de evitar confusiones al momento de armar este segundo tejido. Es de hacer notar, que el segundo tejido de la losa va intercalado con el tejido primero (ver Figura 4-91).



Figura 4-91: Tejido superior de losa intercalado al primero

Luego, el armador calcula la cantidad total de varillas de acero de refuerzo tanto en el sentido corto, como en el largo; de la misma forma a como lo hizo para el primer tejido.

Luego, de manera similar a como armó el primer tejido lo hace para el segundo tejido; excepto que las varillas van amarradas sobre el acero longitudinal de la viga,

además, éstas llevan una separación en el sentido vertical respecto al primer tejido de acuerdo al detalle de la losa y a las especificaciones para este elemento estructural.

Algunas veces el tejido superior no se arma de manera continua como el primero; sino, sólomente en aquellas zonas en las que el estructurista considera que el acero es indispensable para absorber; ya sea esfuerzos a tensión o compresión. En estos casos particulares el armador tiene que apegarse estrictamente al diseño y colocar las varillas, del diámetro, longitud y ubicación establecida (ver Figura 4-92).

Hablando del tejido inferior, debe colocársele no menos de ocho helados por metro cuadrado, debidamente distribuidos y así de esta manera garantizar el recubrimiento de la losa.

Estando la losa totalmente armada, el obrero se la entrega al ingeniero de la obra para que sea éste quien la reciba favorablemente o sugiera alguna modificación en la armaduría de la misma. Recibida la armaduría de la losa favorablemente, el ingeniero de la obra entrega al electricista una copia del plano de instalaciones eléctricas del entrepiso, para que el electricista lo estudie cuidadosamente. Cualquier duda, el técnico electricista debe aclararla con el ingeniero encargado de la obra.

Teniendo todo claro, el obrero comienza por colocar los tubos por donde pasaran los alambres (conocidos como pasatubos en la industria de la construcción); también coloca las cajas de conexión y las asegura en la plataforma de la losa. Generalmente la forma de asegurarla es ya sea atornillándola en las formaletas o clavándolas; cualquiera que sea el modo de asegurarla es con la finalidad que al momento del colado las cajas no se muevan de su ubicación específica; además, los ductos deben llevarse hasta las paredes donde estarán ubicadas las cajas. El ingeniero de la obra en todo momento debe estar pendiente, de cada componente del sistema eléctrico que estará embebido en la losa. Todo este proceso es el que se debe seguir si el sistema eléctrico va embebido en la losa, es decir, si el sistema no es externo, ya que de ser así las conexiones irán por fuera y serían cubiertas posteriormente por el cielo falso.

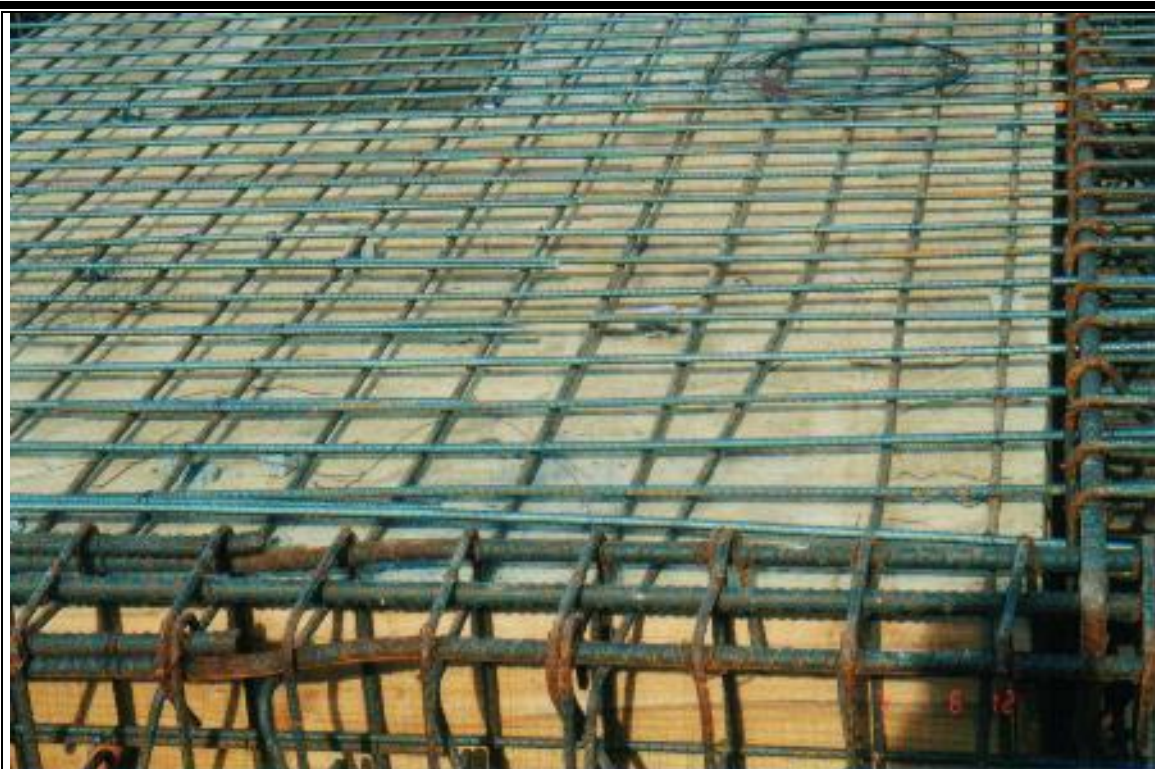


Figura 4-92: Tejido superior en forma de bastones según diseño de losa densa

4.6.5.3 Preparación de entrepiso y Colado de losa

Para preparar el entrepiso, en primer momento el ingeniero de la obra estudia detalladamente la planta de entrepiso, es decir, tener claro donde van huecos de puertas, ventanas; asimismo, donde estarán ubicados los nervios, alacranes, etc.

Por otra parte debe estudiar donde estarán ubicadas las instalaciones eléctricas y sanitarias. De estas plantas les hace llegar una copia al armador, electricista y carpintero para que ellos también la estudien. En relación a cualquier duda acerca del detalle del entrepiso se debe aclarar antes entre el obrero y el encargado de la obra previo al inicio del trabajo y así de esta manera evitar pérdida de tiempo, material y problemas con la mano de obra.

El armador, teniendo claro donde va ubicado el acero procede a colocarlo, para lo cual en primer instante replantea los ejes de las vigas; coloca niveletas, saca escuadras, reparte la posición del bastón en las vigas (ver Figura 4-93).

Todas estas actividades el armador las realiza de la misma forma, que como si estuviera en el terreno donde marcó zapatas, soleras, tensores; salvo que en el entrepiso los bastones, nervios y alacranes van anclados en las vigas o en la losa, algunas vigas van ancladas a la losa (ver Figura 4-93).

En relación a las instalaciones eléctricas se deben hacer pasar los poliductos por el entrepiso, soleras, hasta llegar a conectarlas en las cajas, revisando siempre que se esté cumpliendo con lo establecido en los planos y especificaciones técnicas en el caso de no ser externas las instalaciones.

Las instalaciones sanitarias deben quedar instaladas de acuerdo a los planos y especificaciones técnicas.

Antes de comenzar las actividades correspondientes al colado de la losa el maestro de obra debe revisar que el entrepiso esté minuciosamente terminado, es decir, revisar los recubrimientos de viga y losa, los empalmes, que ninguna varilla haya quedado suelta, que los bastones, alacranes, nervios estén de acuerdo a planos y especificaciones técnicas, que las instalaciones eléctricas correspondan a lo establecido en los planos, asimismo revisar el encofrado de viga y losa.



Figura 4-93: Armador colocando bastones y vigas sobre la losa

Terminado de preparar el entrepiso, el armador y maestro de obra se lo comunica al encargado de la obra, para que sea éste quien reciba satisfactoriamente esta actividad o le haga algunas correcciones si la actividad así lo amerita.

Recibida la armadura de la losa y el preparado del entrepiso se da paso a la preparación de la losa para el colado de la misma, para lo cual en primer momento el encargado de la obra ordena que se haga una limpieza minuciosa del conjunto vigas-losa.

Para limpiar la losa y viga de pedazos de alambre de amarre, clavos y pedazos de varilla los auxiliares sujetan en el extremo de una varilla un imán (ver Figura 4-94) con el objeto de que en éste se adhieran los segmentos de alambre y clavos; asimismo, la losa debe estar limpia de partículas de suelo sueltas; también, de aserrín y en general de cualquier sustancia que dañe la calidad del concreto.



Figura 4-94: Auxiliar utilizando un imán para la limpiar la estructura de alambre de amarre y clavos

Antes de comenzar el colado, se tienden las pitas en los ejes de las vigas, con el objeto de saber la altura de colado de la losa; además, las vigas posteriormente sirven de fajas para apoyar en ella el codal.

Otro aspecto muy importante antes del colado es saturar de agua todo el tablero de la losa así como las vigas, con el objeto de no alterar la relación agua- cemento al momento del colado.

Saturada la losa y viga de agua se prepara la herramientas y el equipo, para realizar el colado, o sea, las palas, cucharas, en el sentido que éstas deben estar totalmente limpias antes del colado; además, no se deben pasar por alto revisar los vibradores, es decir que se encuentren en buen estado y cumplan con las especificaciones técnicas para el buen vibrado; asimismo, se deberá elaborar un codal de madera (regla totalmente canteada) con el objeto de controlar el nivel de colado tanto en lo alto como en lo horizontal (ver Figura 4-95).



Por otra parte, el tránsito entre el lugar donde estará ubicada la bomba y la losa debe estar libre de obstáculos o sea, no deben existir en este paso madera, material selecto, piedra, acero de refuerzo y en general nada que interrumpa el libre tránsito entre la bomba y la losa, esto con el objeto que los hombres que cargarán la manguera y depositarán el concreto sobre la losa lo hagan de manera continua (ver Figura 4-96).

Incluso es necesario colocar la manguera sobre trozos de madera, con el objeto de manipular mejor el armado y desarmado de la manguera; aunque, estas maniobras las realizan regularmente personal de las concreteras (ver Figura 4-96).



Por otra parte antes del colado hay una preparación del personal que estará involucrado en éste, o sea, el ingeniero de la obra le asigna una tarea al personal antes, durante y después del colado, es decir, habrán personas encargadas para cargar la manguera y depositar el concreto sobre la losa, para vibrarlo, para regarlo con las palas y cucharas de albañil, para codlear el concreto y por último estará la figura principal del ingeniero de la obra desempeñando el papel de la administración general de esta actividad; además este debe revisar que el concreto cumpla con las especificaciones de resistencia, revenimiento, módulo de finura. Las dos primeras mediante ensayo de laboratorio; asimismo, el ingeniero deberá velar porque el concreto cumpla con todas las especificaciones relativas a éste; también, deberá estar pendiente del correcto vibrado del concreto, es decir, que el vibrador no entre en contacto con la cimbra, para que no la dañe o abra, como producto de la mala vibración, que la vibración en el concreto no se prolongue demasiado tiempo para evitar la segregación. Además, debe

revisar que el concreto fluya entre las varillas y que no queden colmenas. En ningún momento el encargado de la obra debe permitir el vibrado manual; asimismo, estará pendiente de que éste sea curado al menos una hora después de haber sido colocado en su lugar.

Teniendo preparado todo lo anterior se elige el eje por el cual se comenzará el colado; ya que para el colado de la viga-losa se comenzará por aquel eje que en ningún momento interrumpa el libre tránsito hacia los demás.

Elegido el eje de comienzo, se tiende las pitas sobre las vigas que denotan el trazo exacto de ésta; además, se satura de agua el encofrado de la viga para que no se altere la relación agua cemento. El tender las pitas sobre el eje que se colará cobra importancia para mantener el nivel del colado de la losa.

Tendida la pita, sobre el eje de comienzo se hecha andar la bomba y se da inicio al colado propiamente dicho. Se coloca el concreto manteniendo el cuidado de que los auxiliares lo dejen caer a no más de un metro y además en capas delgadas en promedio de uno 25 cms.(ver Figura 4-97).



El concreto que va siendo depositado, debe regarse con las palas y cucharas de albañil antes de vibrarlo (ver Figura 4-98).



Aparte de ser regado y codaleado el concreto se vibra de acuerdo a las especificaciones para esta actividad, es decir, no debe mantenerse demasiado tiempo el vibrador dentro de este elemento para así evitar la segregación, no debe entrar en contacto el vibrador con el acero de refuerzo, ya que puede incluso llegar a cortar el alambre de amarre o mover las barras, ni con el encofrado de las vigas o la losa ya que de esta manera puede incluso llegar a abrir el molde. En general el vibrado debe hacerse de la forma más idónea (ver Figura 4-99).

El concreto que se ha colocado sobre la losa además, de haber sido vibrado, tiene que codalearse, con el objeto de que la losa ya terminada no quede batida, es decir, para que no presente partes más onduladas y otras por el contrario más altas,(ver Figura 4-95).



Figura 4-99: Auxiliares vibrando el concreto de acuerdo a especificaciones técnicas



Figura 4-100: Peineta colocada con el objeto de marcar la junta de colado y aproximadamente a 45

El colado de la losa debe realizarse de manera continua hasta llenar todo el tablero; pero, si la losa es de grandes dimensiones, (volumen mayor a 15m^3) se deben dejar juntas de colado. En el lugar donde se deja una junta se coloca unas tablas, aproximadamente a 45° . Estas tablas se conocen en el campo de la construcción como “peinetas” (ver Figura 4-100). Las juntas de colado se dejarán en el lugar que lo indiquen los planos y de conformidad a la norma ASTM.

En la medida que se avanza en el colado hacia la zona de salida, se tendrá que ir quitando fragmentos de manguera (ver Figura 4-101).

Esta actividad la realiza regularmente el personal de la concretetera.

El objeto de ir desconectando las mangueras es para no causar atrasos en el colado, además de proporcionar mejor movilidad para los auxiliares que manejan la manguera.



Figura 4-101: Personal de la concretera realizando las conexiones de las mangueras de la bomba

Las partes de la losa que tengan más de una hora de haber sido depositado el concreto en ella deben ser curadas para evitar grietas.

Este ciclo de bombear el concreto, colocarlo sobre la losa, regarlo, codlearlo, depositarlo y vibrarlo es ininterrumpido hasta finalizar el colado de todo el conjunto viga-losa.

Después del colado del conjunto viga-losa, el concreto debe ser protegido del sol y la lluvia con el objeto de evitar un secado prematuro y excesivo o un lavado antes de que éste tenga una dureza suficiente; también, se deben prevenir daños mecánicos eventuales como golpes violentos o cargas aplicadas que pudieran afectar su resistencia. El concreto se debe mantener húmedo, cubriéndolo permanentemente con una capa de agua. En nuestro medio lo que se hace es colocar mortero a toda la orilla del tablero, y posteriormente inundarlo con agua limpia (piscina), además, se le asigna esta tarea a un auxiliar de que pase curando constantemente el conjunto viga-losa.

Para evitar que el concreto pierda humedad en el fraguado se recomienda humedecerla al menos por un periodo de 7 días; y en relación a la tarima que sostiene el entrepiso se debe quitar después de 24 días, aunque es mejor dejarla hasta que se haya terminado de trabajar el nivel inmediato superior.

Por otra parte terminado el colado, el ingeniero le asigna la tarea al maestro de obra de vigilar que los auxiliares laven cada una de las herramientas utilizadas, tales como: palas, cucharas, cubetas; además de ser entregadas al bodeguero.

CAPITULO V

"PAREDES"

5 PAREDES

5.1 GENERALIDADES

La pared es un cuerpo longitudinal compuesto de diversos materiales según sea la función para la cual hayan sido diseñadas, dentro de la función principal de una pared es la de soportar la estructura de techo de una vivienda así como la distribución de los espacios de la misma.

Estas paredes pueden clasificarse como:

- De frente o fachada
- Medianeras
- De patios
- De interiores o tabiques

De frente o fachada: Estas se encuentran ubicadas en la parte frontal de una vivienda o edificio cuya función es dar apariencia agradable a dicha construcción.

Paredes medianeras: son las que separan una construcción de otra.

Paredes de patio: son las comprendidas entre las habitaciones y los patios.

Paredes de interiores o tabiques: Son las que separan los ambientes interiores de los edificios sin soportar mas carga que la de su propio peso estas se caracterizan por tener espesores mínimos y estar hechas de materiales ligeros.

Estos tipos de paredes pueden construirse de diversos materiales como lo son:

Vidrio, madera, ladrillo de barro cocido, bloque sólido o hueco etc.

Las paredes más usadas en nuestro medio son las construidas con ladrillo de barro cocido y las construidas con bloques de concreto. Este tipo de paredes pueden ser reforzadas y desempeñar una función estructural de mayor seguridad por la incursión del acero y juntas verticales y traslapadas, que permiten la adherencia entre ellas.

Existen además las paredes de carga que son construidas con bloques de concreto reforzado con el objeto de soportar fuerzas cortantes, momentos y cargas verticales de compresión así como los empujes producidos por el viento.

5.2 PARED DE LADRILLO DE BARRO

La construcción de este tipo de paredes se hace a base de ladrillo de barro cocido, los cuales deberán presentar ciertas características físicas y mecánicas para poder ser usadas en la construcción. Estas unidades son piezas de arcilla o lutita cocidas que tienen forma de prisma, de base rectangular fabricados a mano o a máquina. Estos se construyen de dos tipos: los de obra cuyas dimensiones son 7x14x28 cm.; el de calavera que mide 10x14x28 cm. Las características físicas que deben de poseer los ladrillos, tenemos:

- No presentar grietas ni huecos
- Uniformidad en sus dimensiones
- Tener aristas bien definidas
- Coloración uniforme

- Facilidad de poder cortarse
- Sonido claro y casi metálico al golpearlo

Los ladrillos de barro que pueden ser usados en la construcción debe cumplir las especificaciones ASTM C-62, la cual clasifica los ladrillos en tres grados de acuerdo a su comportamiento al intemperismo:

- NW: Ningún intemperismo
- MW: Moderado intemperismo
- SW: Severo intemperismo.

Además exige la resistencia mínima a la compresión y valores máximos de absorción para cada grado.

Las paredes de ladrillo de barro pueden clasificarse según la forma en que estos sean colocados generalmente se distinguen en tres tipos:

- **PARED DE LAZO:** Estos son colocados con su dimensión mayor en el sentido longitudinal de la pared apoyado por la cara mas ancha (ver Figura 5-1).

- **PARED DE CANTO:** Son colocados en el sentido longitudinal de la pared apoyado con la cara mas angosta (ver Figura 5-2).

- **PARED DE TRINCHERA:** Se colocan con su dimensión mayor pero en el sentido transversal de la pared apoyado en su cara mas ancha (ver Figura 5-3).

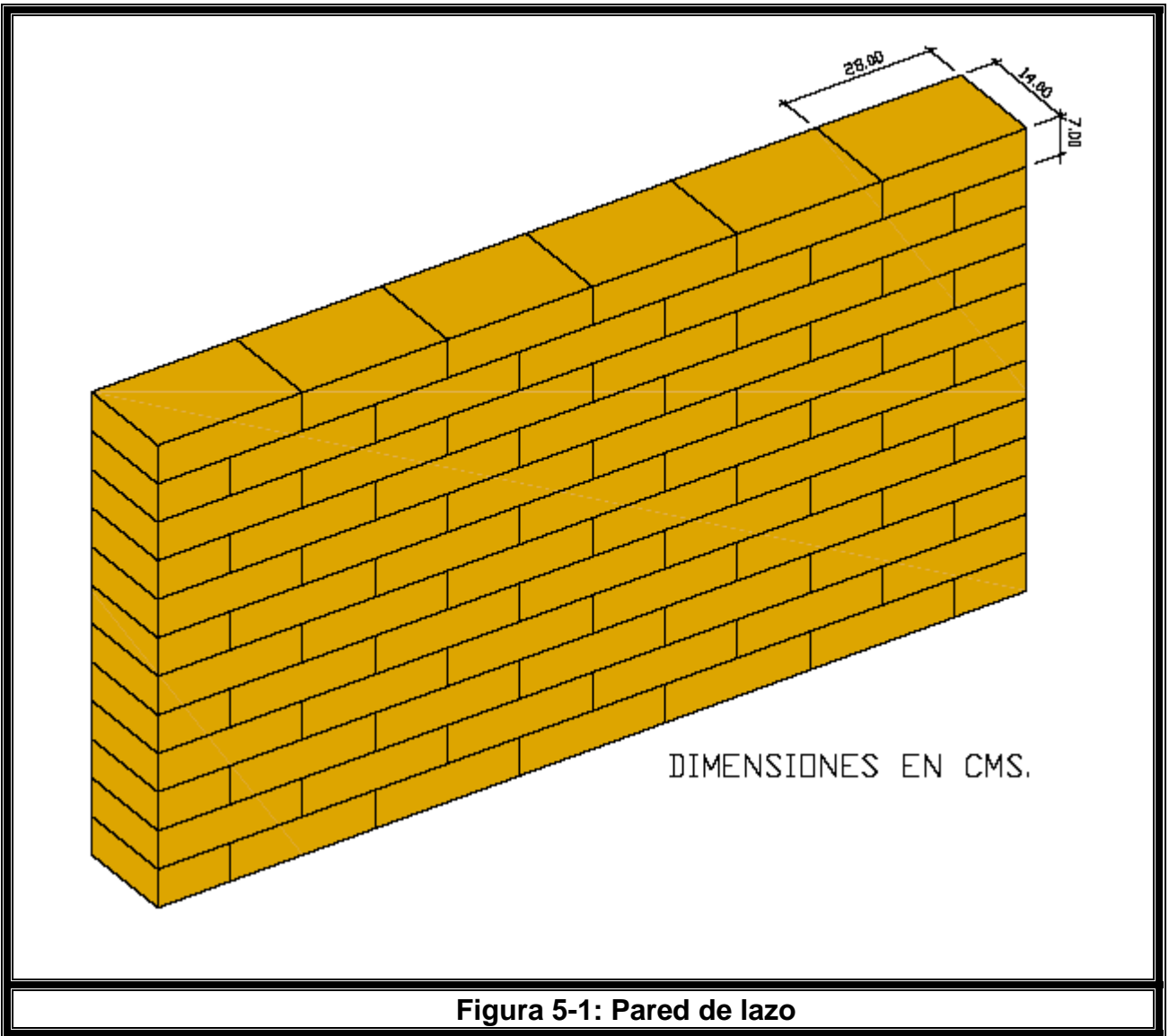


Figura 5-1: Pared de lazo

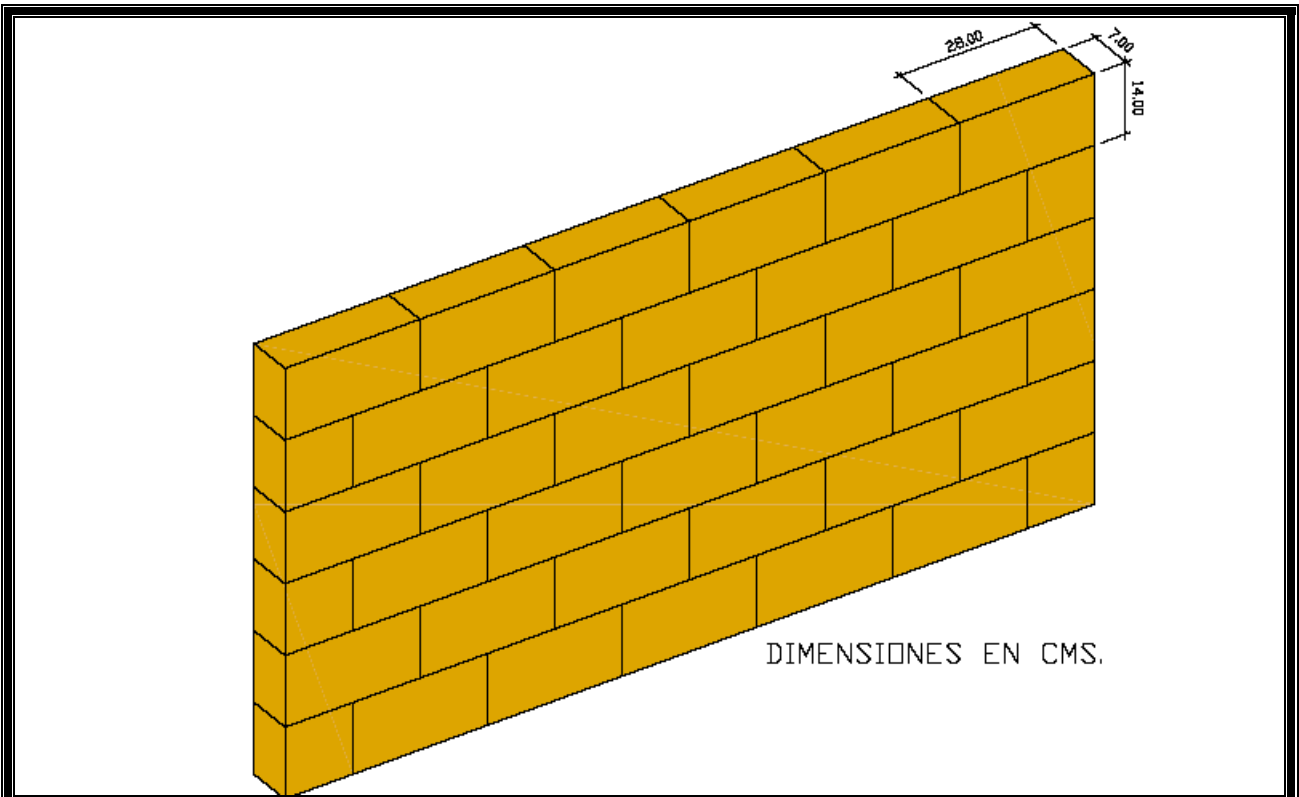


Figura 5-2: Pared de canto

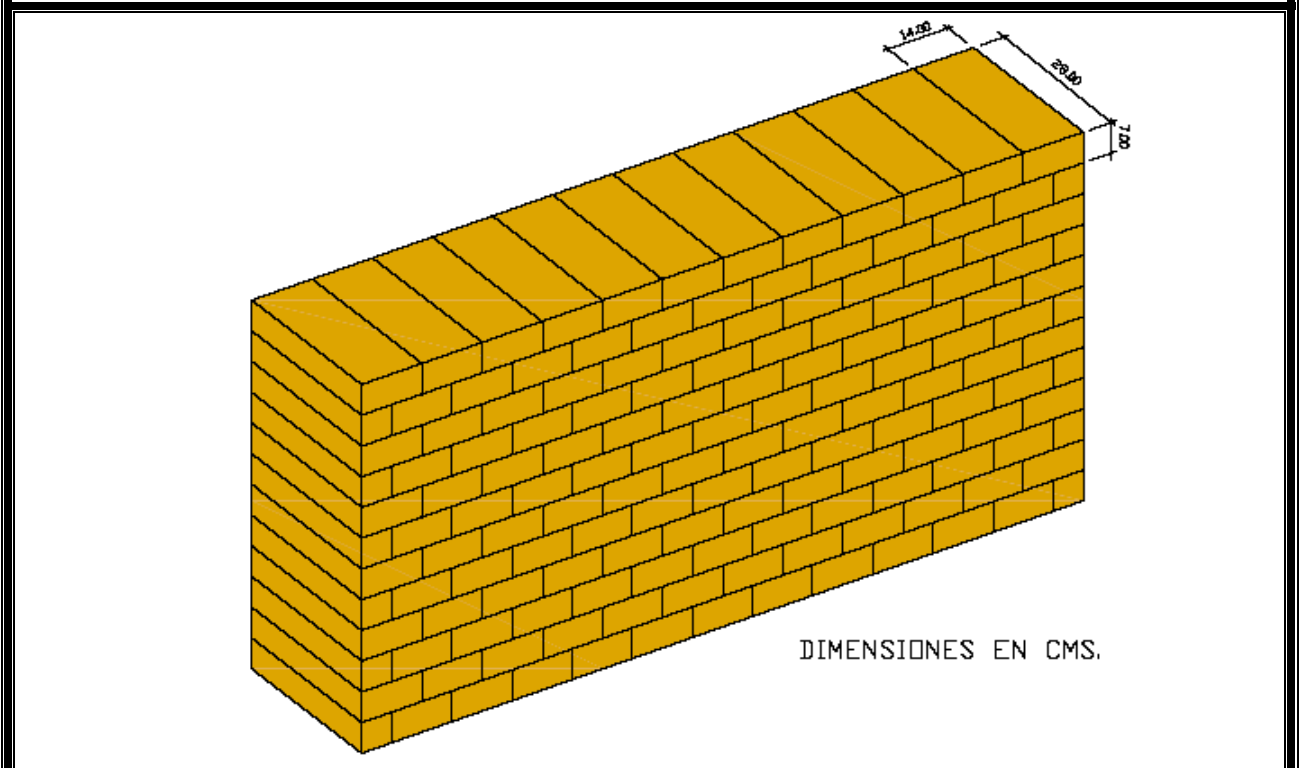


Figura 5-3: Pared de trinchera

La Norma Técnica para el Diseño de la Construcción para Estructura de Mampostería En El Salvador establece para la construcción de paredes de ladrillo lo siguiente:

- a) El espesor de la pared debe ser como mínimo 14 cm.
- b) La menor dimensión de los nervios y soleras debe ser como mínimo de 14 cm.
- c) La relación de esbeltez de pared debe tomarse como la relación entre su altura libre y su espesor. Esta relación no debe ser mayor de 20.
- d) El concreto utilizado en los nervios y soleras debe tener una resistencia mínima de compresión de 140 Kg. /cm² a los 28 días.
- e) Los nervios y soleras deben tener como mínimo 4 varillas longitudinales #3 y el refuerzo trasversal debe ser al menos varillas #2 @ 20 cm.
- f) Debe existir nervios en los extremos de las paredes, en las intersecciones de estas y en puntos intermedios, de tal manera que la separación entre ellos no exceda de 2 metros. Así mismo, debe de existir soleras en los extremos de las paredes y en los puntos intermedios, a una separación no mayor de 2 m. Cuando la pared este confinada en cualquier extremo por una columna, una viga o un elemento de concreto de más de 15 cm. de peralte, no se usará nervio o solera en ese extremo.
- g) Debe proveerse elementos de refuerzo en el perímetro de toda la abertura cuyas dimensiones puedan afectar significativamente en el comportamiento de pared.

En la FIGURA 5 - 1 se presenta la distribución en planta de nervios y alacranes en paredes de ladrillo de obra y la FIGURA 5 - 2 presenta la disposición de nervios, alacranes y soleras en elevación.

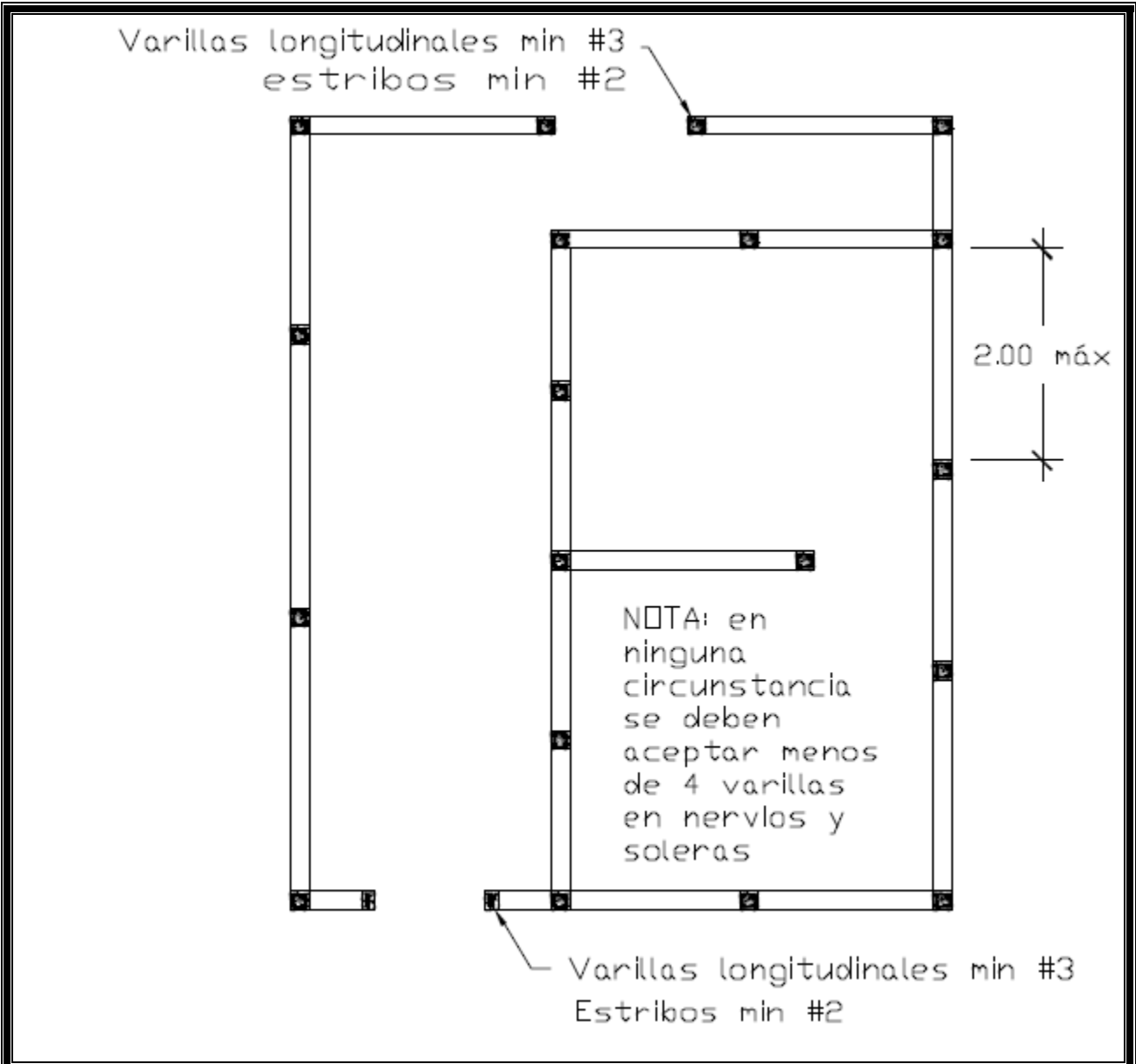


FIGURA 5 - 1: Disposición en planta de nervios y alacranes en paredes de ladrillo de barro

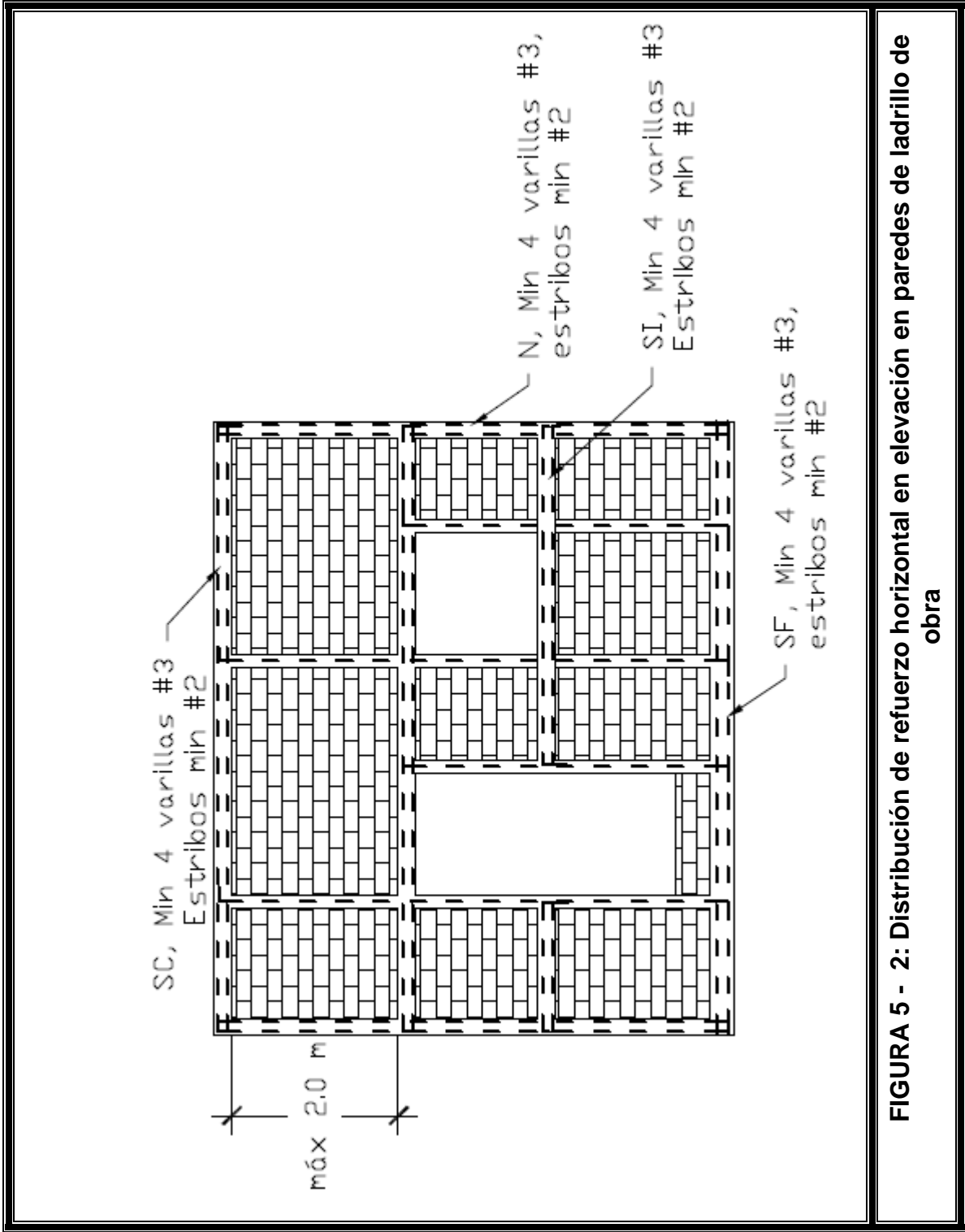


FIGURA 5 - 2: Distribución de refuerzo horizontal en elevación en paredes de ladrillo de obra

5.3 PAREDES DE BLOQUE DE CONCRETO

El bloque es una unidad de mampostería de hueco vertical, prefabricado, de concreto, con forma de prisma recto y con uno o más huecos verticales que superan el 25% de su área bruta.

Bajo condiciones adecuadas de diseño y construcción, el sistema de mampostería de bloques de concreto presenta grandes ventajas de orden económico y operativo:

Dada la modulación y las estrictas tolerancias de fabricación de las unidades, se disminuyen los desperdicios de material de muros y acabados, permitiendo aplicar directamente sobre los muros, estucos delgados o pinturas, o aprovechar las texturas y colores naturales de las unidades corrientes o de las que tienen características arquitectónicas.

Por la forma y la coincidencia vertical de las perforaciones de los bloques de concreto, que conforman celdas continuas dentro de los muros se pueden albergar fácilmente tuberías y ductos, con evidentes beneficios estéticos y funcionales. Lo anterior permite que en proyectos de mampostería con bloques de concreto, el diseño de las redes de conducción hidrosanitarias, eléctricas y de telecomunicaciones merezcan una atención y planeación especial, con el fin de conseguir el máximo aprovechamiento de las características del sistema y evitar problemas por improvisaciones.

Este tipo de construcción requiere que los siguientes procesos y parámetros sean estrictamente supervisados:

- Recepción, almacenamiento, manejo y calidad de las unidades.
- Elaboración o recepción, almacenamiento, distribución, colocación y calidad de los morteros y concretos fluidos.
- Recepción, almacenamiento, corte, figurado, colocación y calidad del refuerzo, con énfasis en la disposición del refuerzo vertical en las celdas.
- Tolerancias dimensionales (alineamiento, verticalidad, regularidad, etc) de las paredes, y por ende, de la mano de obra.

Estos bloques están contruidos de: cemento Pórtland, agua, agregados minerales con o sin inclusión de otros materiales.

Según la ASTM C-90 estas unidades se clasifican de la siguiente manera:

5.3.1 Grados:

- Grado U: Para uso de paredes exteriores no protegidas que se encuentren enterradas, sometidas a cargas severas, a la intemperie, etc.
- Grado P: Para uso de paredes exteriores protegidas que se encuentren enterradas, sometidas a cargas severas, a la intemperie, etc.
- Grado G: Para uso general de paredes que no estén enterradas, sujetas a cargas normales y protegidas de la acción del tiempo.

5.3.2 Tipos:

- Tipo I: Unidades de humedad controlada. Estos cumplen con los requisitos de resistencia mínima a la compresión y absorción máxima como se muestra en la Tabla 5 - 2.
- Tipo II: unidades de humedad no controladas. Debe cumplir con requisitos de resistencia máxima a la compresión; pero no el contenido de humedad descrito en la Tabla 5 - 2.

Tabla 5 - 1: Uso determinado para los distintos grados de unidad

Descripción de la pared.	Protegida	No Protegida.
Fundaciones y sótanos	U - 1 ; U - II P -I; P - II	U - 1 ; U - II
Exteriores (sobre la rasante)	Todos los grados	U - I ; U - II
Interiores	Todos los grados	Todos los grados

5.3.3 Características

5.3.3.1 Densidad

La densidad de las unidades depende, fundamentalmente, del peso de los agregados y del proceso de fabricación (compactación dada a la mezcla); y en menor grado de la dosificación de la mezcla.

Se debe buscar que la densidad sea siempre la máxima que se pueda alcanzar con los materiales, dosificaciones y equipos disponibles, pues de ella dependen directamente todas las características de las unidades como la resistencia a la compresión, la absorción, la permeabilidad, la durabilidad y su comportamiento al manejo durante la producción, transporte y en la obra; su capacidad de aislamiento térmico y acústico y las características de su superficie como la textura, el color.

5.3.3.2 Resistencia a la compresión

La resistencia a la compresión es la principal cualidad que deben tener las unidades de mampostería. La resistencia a la compresión está especificada para ser alcanzada a los 28 días de producidas las unidades. Sin embargo, las unidades se pueden utilizar a edades menores cuando se tenga un registro sobre la evolución de la resistencia de unidades de iguales características, y éste indique que ellas alcanzarán dicha resistencia, lo cual lo exime de la verificación directa de la calidad de las unidades. Se pueden especificar resistencias a la compresión mayores cuando lo requiera el diseño estructural, en cuyo caso se debe de consultar a los proveedores por la disponibilidad de este tipo de unidades.

5.3.3.3 Absorción

La absorción es la propiedad del concreto de la unidad para absorber agua hasta llegar al punto de saturación. Está directamente relacionada con la permeabilidad de la unidad o sea el paso de agua a través de sus paredes.

Es importante tener los menores niveles de absorción posible de las unidades, estas sustraen más aguas del mortero y del concreto fluido, reduciendo o anulando la hidratación del cemento en la superficie que los une, con lo cual se pierde adherencia y

se originan fisuras. Por el contrario, unidades totalmente impermeables evitan el intercambio de humedad y la creación de una superficie de adherencia, dando como resultado uniones de baja resistencia, que se manifiestan como fisuras y que son permeables al agua.

Tabla 5 - 2: Requisitos de Resistencia y Absorción.

Grado *	Resistencia mínima de ruptura a la compresión en Kg/cm ²				Máxima Absorción de Agua en lts/m ³ (promedio 5 unidades)		
	Promedio Area Bruta		Promedio Area Neta		Peso del concreto seco en Horno (lt/m ³)		
	promedio 5 unidades	unidad Individual	promedio 5 unidades	unidad Individual	sobre 2002.50	de 1682.1 a 2002.50	1682.1 o menos
U-I, U-II	70.3	56.2	140.6	112.5	160.2	160.2 a 240.3 **	240.36
P-I, P-II	70.3	56.2	--	--	208.26	208.26 a 288.36 **	288.36
G-I, G-II	49.2	42.2	--	--	--	--	--

5.3.3.4 Contenido de Humedad

A diferencia de la absorción, el contenido de humedad no es una propiedad del concreto de la unidad como tal sino un estado de presencia de humedad dentro de la masa del mismo, entre la saturación y el estado seco al horno. Este ensayo solo es necesario para las unidades Tipo I (con control de humedad).

El control del contenido de humedad de las unidades es fundamental pues, dado que el concreto se expande y se contrae con el aumento o disminución de su humedad, la colocación de unidades muy húmedas conlleva a su contracción posterior y la aparición de fisuras.

Tabla 5 - 3: Requisitos de contenido de humedad para unidades del tipo 1

Contracción lineal**, %	contenido de humedad máximo, de la absorción total en % (promedio de 5 unidades)		
	promedio Anual, RH, en %		
	Sobre 75	75 a 50	Bajo 50
0.03 o menos	45	40	35
0.03 - 0.045	40	35	30
0.045 a más	35	30	25

5.3.3.5 Dimensiones

Las dimensiones de los bloques están definidas como su espesor, su altura y su longitud. Para cada una de ellas existen tres tipos de dimensiones, según el propósito: las dimensiones reales son las medidas directamente sobre la unidad en el momento de evaluar su calidad; las dimensiones estándar son las designadas por el fabricante en su catálogo y las dimensiones nominales son iguales a las dimensiones estándar más el espesor de una junta, o sea 1 cm. Por ejemplo, un bloque de dimensiones nominales (espesor, altura, longitud, en cm.) 20 x 20 x 40, tendrá unas dimensiones estándar de 19 x 19 x 39, pero sus dimensiones reales podrán ser algo como 19.1 x 18.9 x 39.2 cm.

Todo ladrillo o bloque de concreto deberá ser firme y estar libre de grietas u otros defectos que pudieran interferir con la apropiada colocación de las unidades o disminuir su resistencia. Para evitar grietas en los elementos resistentes se cuidará de mantener los bloques secos en la obra, ya que si éstos se humedecen y se colocan en esas condiciones en las paredes, se contraerán al secarse lo que producirá esfuerzos de tensión en la pared.

Contrario a la práctica común para la mampostería con unidades de arcilla cocida, las unidades de concreto nunca se deben mojar ni antes, ni durante, ni después del proceso de pegamento. Más aún, se les debe brindar protección contra la lluvia, contra la humedad proveniente del suelo y también se debe evitar que se contaminen con tierra u otros materiales que afecten luego su adecuada adherencia con el mortero o se presenten problemas con los acabados.

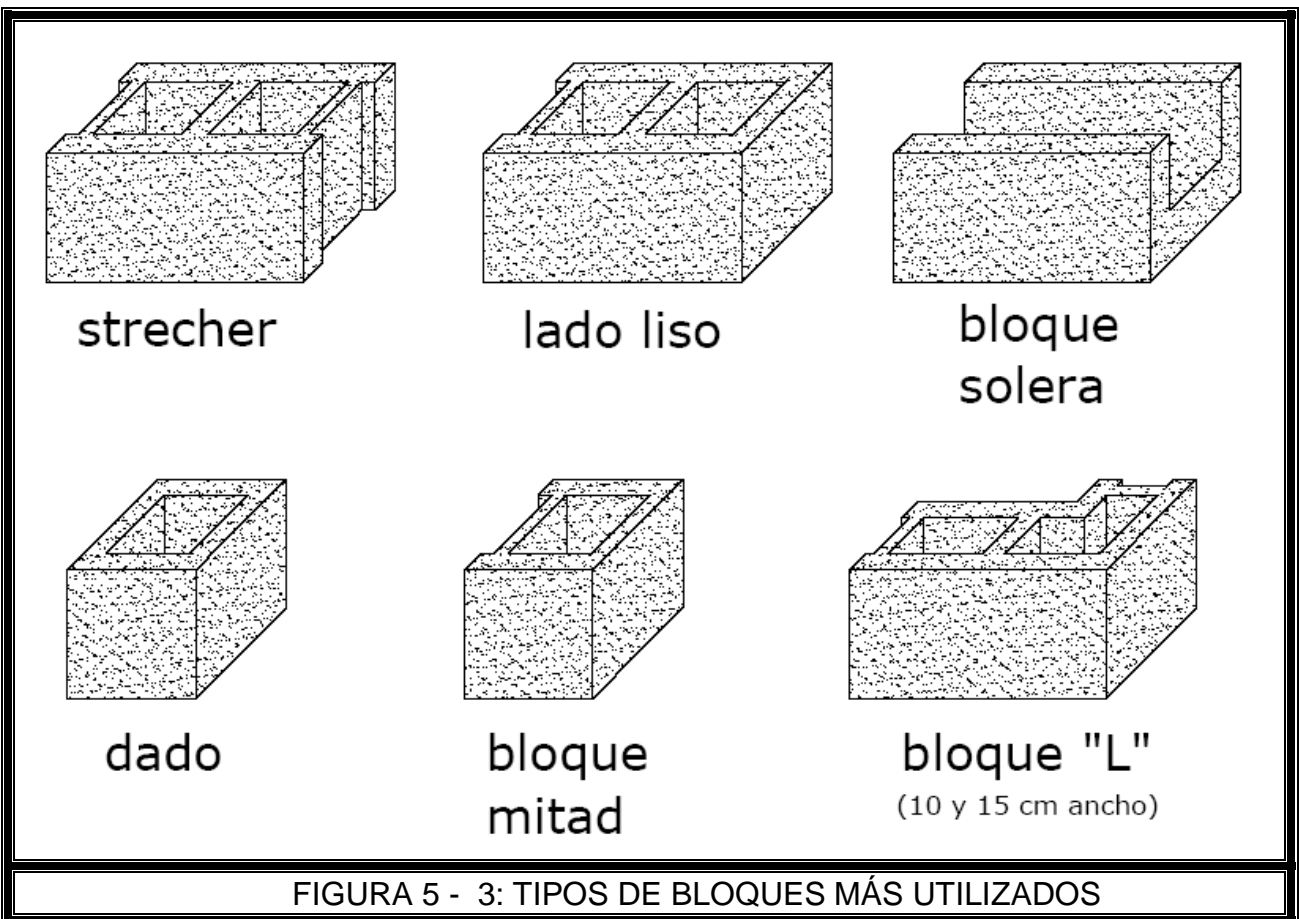
Para esto, se recomienda descargar las unidades únicamente sobre plataformas que garanticen el aislamiento del suelo; además, la pila se debe cubrir con láminas de plástico o permanecer bajo techo para mantenerlas secas antes de la pega.

Las estibas de unidades sueltas deben tener una altura de, máximo, 1.60 m para evitar que se derrumben. Se deben hacer trabados, es decir, colocar las unidades en hileras horizontales, en las que cada unidad se traslapa con las de la hilera superior e inferior en, al menos, un cuarto de la longitud de una unidad.

Es conveniente que los bloques hayan sido considerablemente curados y al recibirlos estén lo suficientemente secos para cumplir con el requisito del contenido de humedad máximo.

Otras características de este tipo de bloque son el aislamiento térmico y acústico, debido a las cámaras de aire que se forman, además son resistentes al fuego por lo que generalmente se utilizan para recubrir columnas de acero. También son capaces de aislar el sonido (textura lisa) o absorberlo (textura rugosa).

Dentro de las propiedades estéticas que éstos pueden presentar se tienen diferentes texturas, color y forma según el tipo que se fabrique como lo muestra la FIGURA 5 - 3.



Para la construcción de este tipo de paredes se debe tomar en cuenta los requisitos básicos de la Norma Técnica para Diseño y Construcción de Estructura de mampostería de El Salvador, los cuales se presentan a continuación:

- a) El espesor mínimo de la pared debe ser de 14 cm.
- b) El porcentaje del refuerzo en cada una de las direcciones vertical y horizontal, no debe ser menor de 0.0007 y la suma de ambos no debe ser menos de 0.002, evaluados con respecto al área bruta de la sección de la pared.
- c) Todo hueco con varilla llevará concreto fluido.
- d) Cuando una pared sea construida con sisa vertical continua, el porcentaje mínimo de refuerzo horizontal debe ser de 0.0015, y el refuerzo vertical no debe ser menor de 0.0007, evaluado con respecto al área bruta de la sección de la pared.
- e) La relación de esbeltez de la pared debe tomarse como la relación entre su altura libre y su espesor, y no debe exceder de 20.
- f) El espaciamiento del refuerzo vertical no debe exceder de 80 cm.
- g) El espaciamiento del refuerzo horizontal no debe exceder de 60cm.
- h) Alrededor de toda abertura cuya dimensión exceda de 60 cm. en cualquier dirección, se debe colocar refuerzo mínimo consistente en una varilla #4 o un área equivalente.
- i) Se debe colocar una varilla #3 como mínimo en cada uno de los dos huecos de las unidades en los extremos de las paredes y las intersecciones.
- j) El refuerzo vertical mínimo debe ser del #3 y el horizontal mínimo del #2.
- k) Cuando las paredes transversales lleguen a tope sin traslape de unidades, será necesario unirlos mediante anclajes que aseguren la continuidad de la estructura.
- l) La distancia libre mínima entre una varilla de refuerzo y las caras interiores de las unidades debe ser de 1 cm.
- m) La distancia libre mínima entre una varilla de refuerzo horizontal y el exterior de la pared debe ser de 1 cm.
- n) El concreto debe tener una resistencia mínima a la compresión de 140kg/cm^2 a los 28 días si se establece en laboratorio.

- o) Los elementos de mampostería deben diseñarse con la rigidez suficiente para evitar deflexiones u otras deformaciones que puedan afectar en forma negativa la resistencia o utilidad de la estructura.

5.4 PAREDES PORTANTES O DE CARGA

Estas paredes están diseñadas para soportar esfuerzos cortantes, momentos y cargas verticales de compresión.

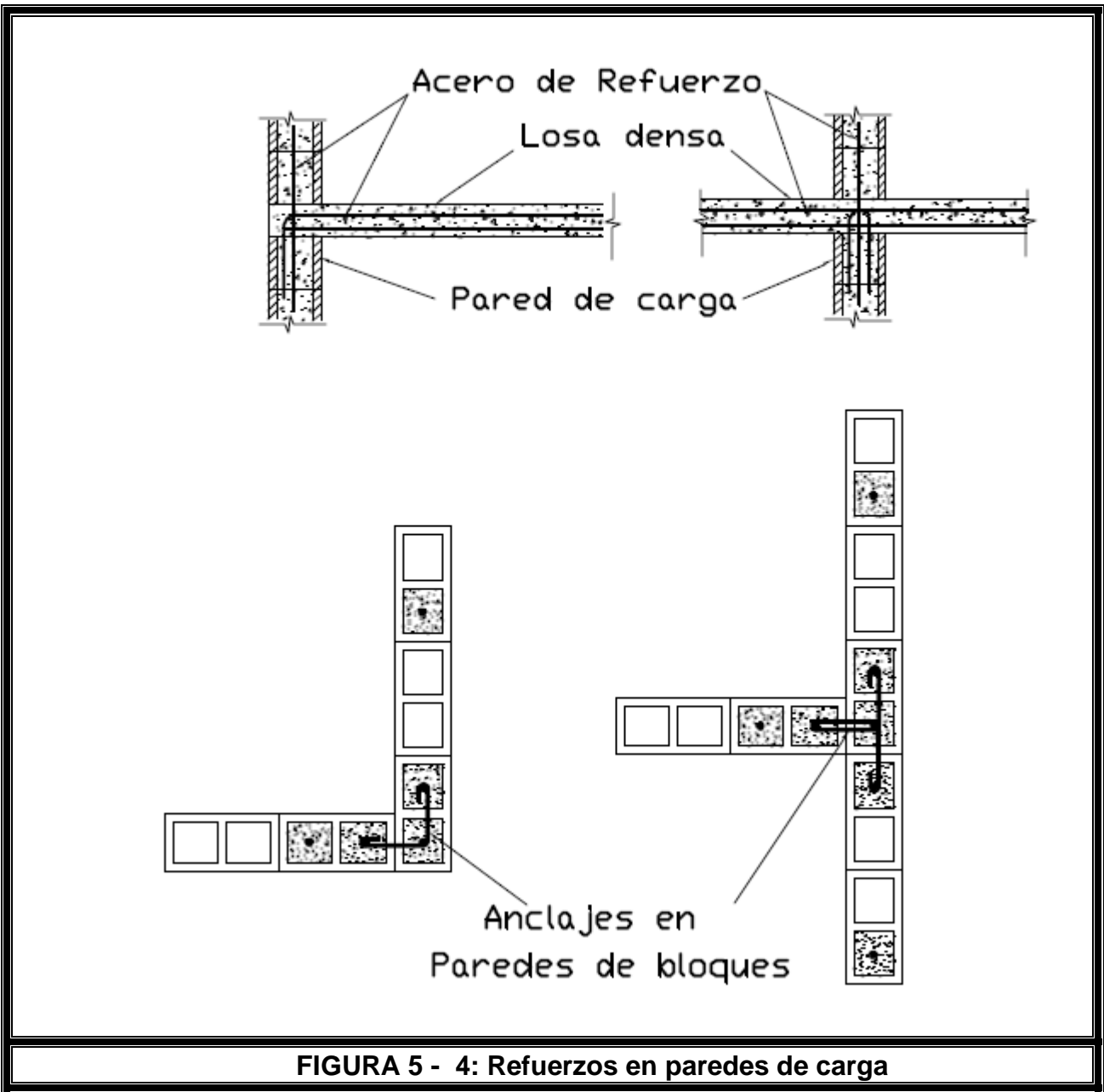
Los bloques utilizados en la construcción de estas paredes están dispuestos de tal forma que adquieren una resistencia en conjunto, capaz de soportar los efectos producidos por cargas gravitacionales y accidentales. Estas paredes llevan un refuerzo de acero que proporciona un mejor comportamiento estructural ante la acción de las cargas aplicadas. El refuerzo de las paredes de carga consta de nervaduras, vigas de amarre, refuerzo horizontal especial en junta de mortero, etc.

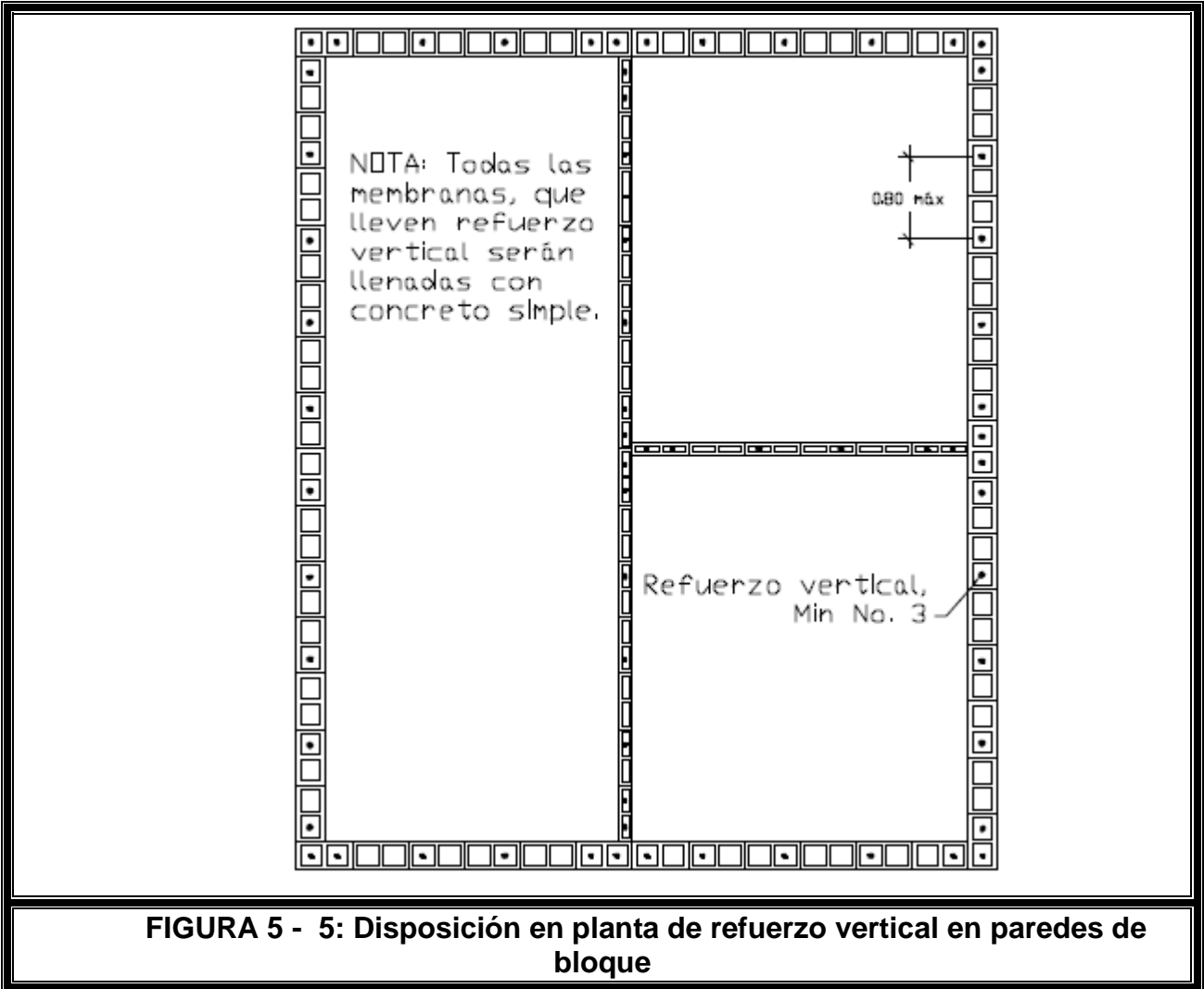
Las nervaduras en este sistema se componen de una o dos varillas verticales en medio de los huecos de los bloques (según diseño estructural), estas varillas se recubrirán con el concreto quedando confinadas por las paredes mismas de los bloques.

Además poseen vigas de amarre, que son elementos estructurales que integran los componentes de una pared estructural o dos varillas en posición horizontal confinadas o no, por estribos y cubiertas de concreto dentro de los bloques. Este refuerzo puede ir a cada cierta distancia de la pared según lo requiera el diseño estructural.

Los refuerzos horizontales en las paredes de bloque constan de varillas corridas y de elementos aislados en las intersecciones, generalmente colocados una hilada de por medio. La FIGURA 5 - 4 muestra los detalles de intersección de paredes y de éstas con losas densas.

La FIGURA 5 - 5 presenta la distribución del acero de refuerzo vertical en una vivienda y la FIGURA 5 - 6 muestra la disposición del refuerzo en elevación.





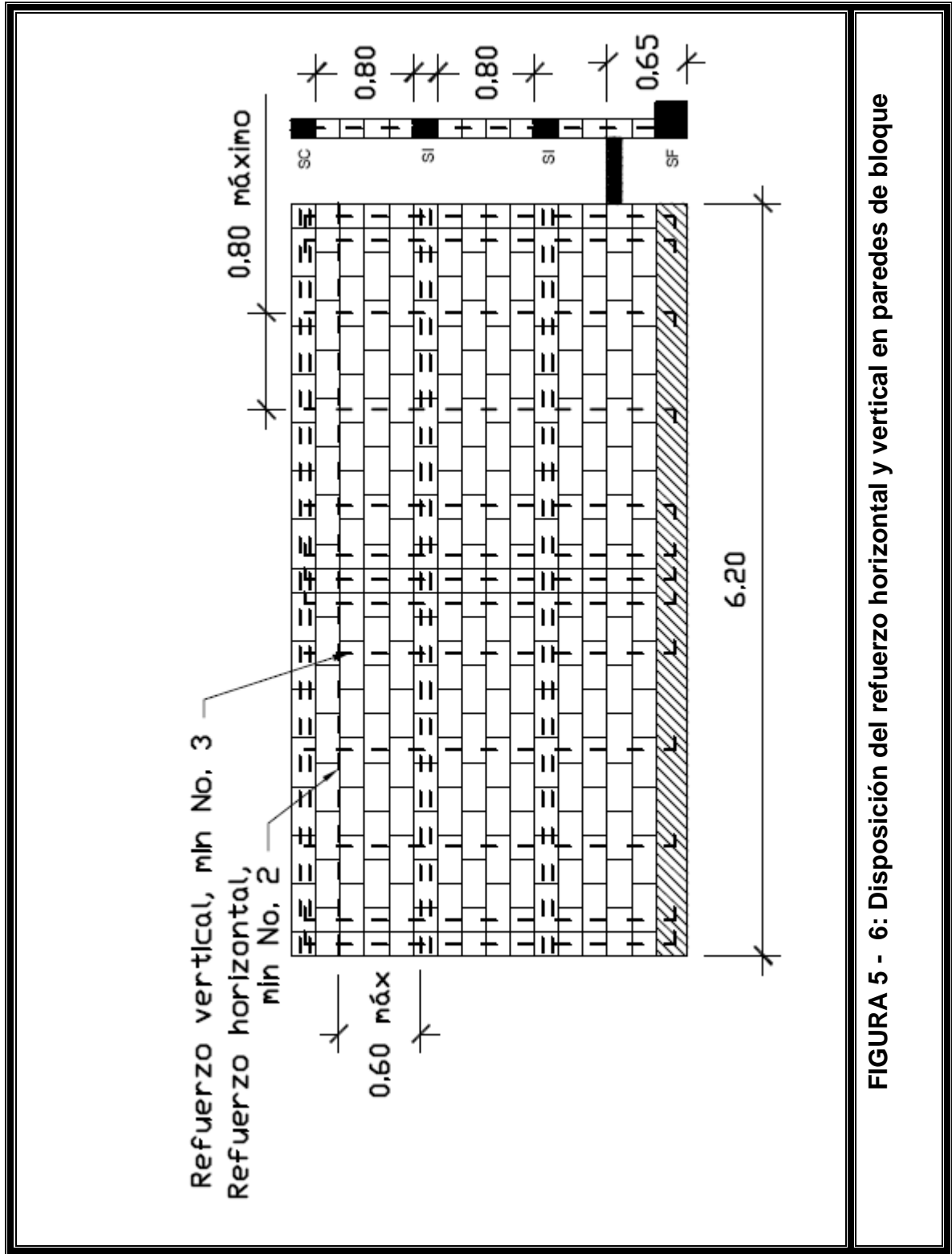


FIGURA 5 - 6: Disposición del refuerzo horizontal y vertical en paredes de bloque

5.5 JUNTAS

5.5.1 Juntas de control

Las juntas de control son separaciones verticales, continuas en toda la altura y profundidad de las paredes, elaboradas en aquellos lugares donde los esfuerzos horizontales tenderían a ser más altos si ellas no existieran.

Las juntas de control se utilizan para minimizar los esfuerzos horizontales de tensión, reduciendo por tanto, las restricciones del movimiento ya permiten pequeños desplazamientos al elemento. Consisten en separadores verticales de la pared, ya que se colocan en los lugares donde puedan ocurrir contracciones de esfuerzo, ya sea en cambios de altura, en juntas de contracción (fundaciones, techos y pisos) donde existan aberturas en uniones de columna-paredes etc.

Aunque deben tener la capacidad de permitir el libre movimiento longitudinal de la pared, deben, al mismo tiempo, poseer suficiente resistencia.

Cuando las paredes no presentan aberturas ni otras zonas de concentración de esfuerzos, las juntas de control se deben localizar de tal manera que divida la pared de una serie de paneles aislados cuya longitud dependerá de su altura y cantidad de esfuerzo horizontal.

5.5.2 Juntas de morteros (sisas)

Las juntas de morteros entre los bloques, es una de las principales fuentes de filtración de agua; los tipos de juntas más utilizados son las cóncavas, en "V", lisa o al ras, rectangular, inclinada, con reborde (chorreada), biselada e Intemperizada.

El sisado apropiado asegura juntas a prueba de agua. La junta cóncava y en "V" es la más hermética y resistente contra el agua. La junta intemperizada y la junta con reborde (chorreada) se comportan satisfactoriamente. La junta lisa, rectangular (hundida plana), biselada e inclinada no son resistentes al agua y no deberían ser usadas en paredes exteriores. Cualesquiera que sea el tipo que se utilice, las juntas no deberán ser menores de 1.0 cm ni mayores de 1.5 cm. Para la elaboración de las sisas se utilizan sisadores, siendo los más comúnmente utilizados los que se muestran en la FIGURA 5 - 8.

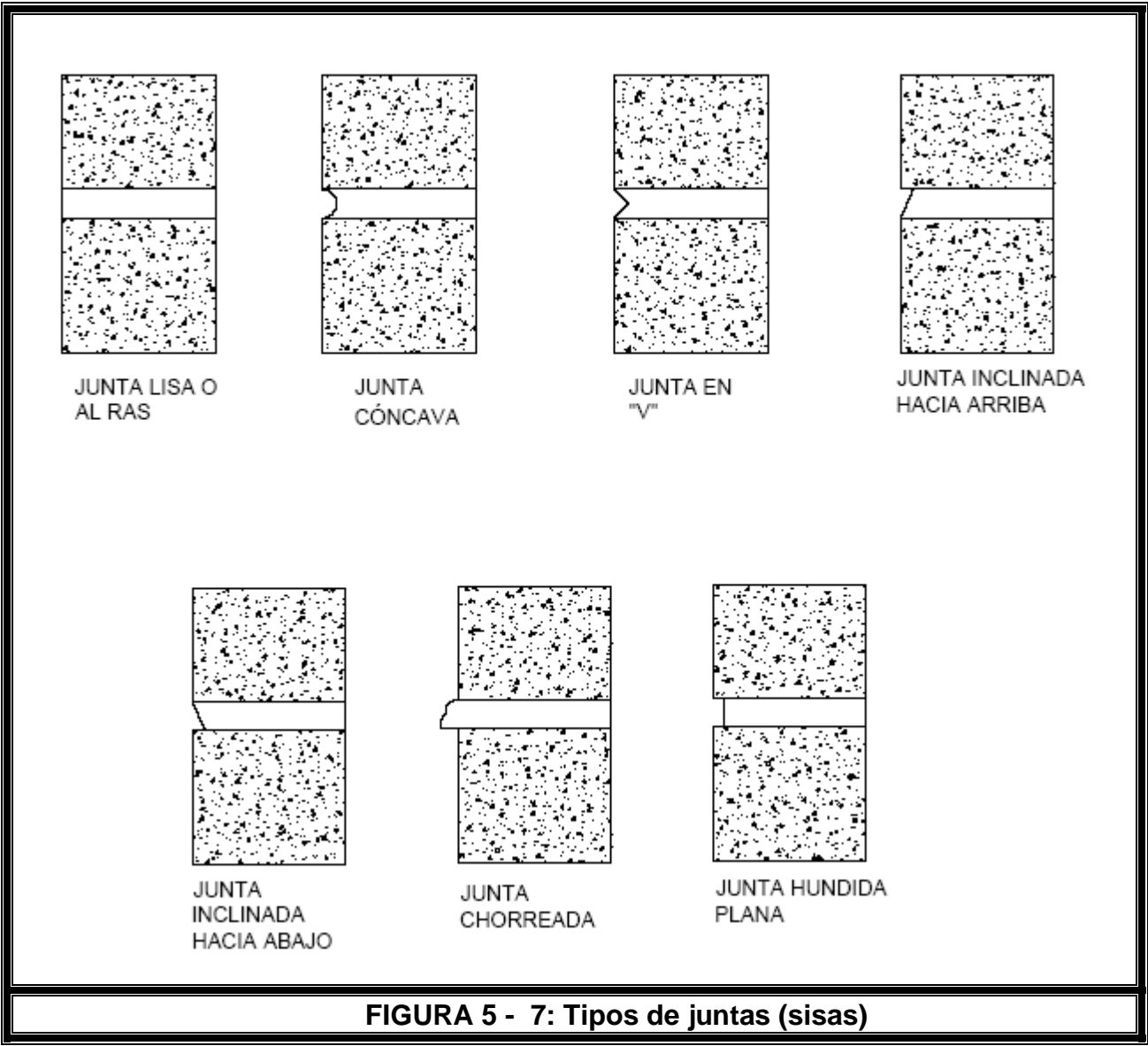
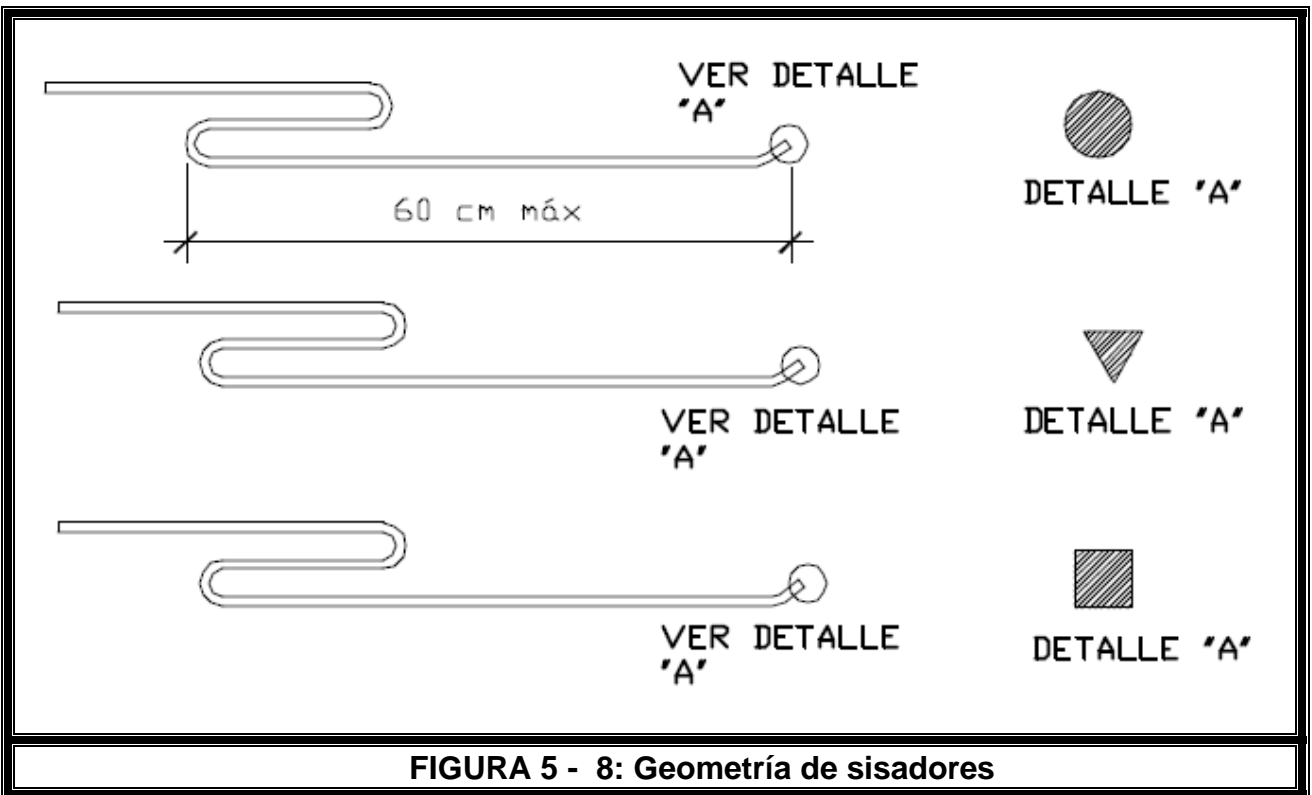


FIGURA 5 - 7: Tipos de juntas (sisas)



5.6 MORTERO

El mortero es una mezcla de materiales cementantes, agregados finos y agua que sirven para unir las unidades de mampostería. Debe tener una buena plasticidad y consistencia para poderlo colocar de la manera adecuada y suficiente capacidad de retención de agua para que las unidades de mampostería no le roben la humedad y se pueda desarrollar la resistencia de la interfase mortero-unidad, mediando la correcta hidratación del cemento del mortero.

Se puede emplear cemento Pórtland corriente, o cemento para mampostería el cual produce un mortero con mayor plasticidad y retención de agua.

Los tipos de mortero se designan con las letras **M** y **S**, según su uso, así:

El tipo M debe usarse en edificaciones de más de dos plantas y estructuras bajo el nivel del terreno tales como fundaciones, muros, cisternas, piscinas y sótanos. El tipo S puede usarse en viviendas de una y dos plantas.

La resistencia promedio a la compresión a los 28 días no debe ser menor de 175 Kg/cm² para mortero tipo M y de 125 Kg/cm² para mortero tipo S.

El mortero en estado plástico debe fluir bien, ser trabajable, contar con una buena retención de agua y mantener dichas propiedades por largo tiempo.

El mortero es usado para unir las unidades de mampostería. Sus propiedades más importantes son la manejabilidad, la adherencia con las unidades y la resistencia a la compresión y a la tensión.

La resistencia a la compresión es el índice de la calidad del mortero generalmente aceptado y se determina según la Norma ASTM C91. Debe tenerse en cuenta que esta resistencia no responde a la del material colocado entre las unidades de la pared, ya que se tienen condiciones de confinamiento y de curado que es prácticamente imposible reproducir. Además la resistencia a la compresión no es generalmente la propiedad más importante del mortero, ya que las características del comportamiento estructural de la mampostería se relacionan más directamente con la fluidez y con el proporcionamiento del mortero. Así, un mortero de poca fluidez da mayor resistencia, pero es poco manejable y tendrá probablemente un grado de adherencia bajo. Sin embargo la resistencia a la compresión tiene valor en cuanto a que constituye un procedimiento sencillo para comparar las calidades del mortero. En la tabla 5 - 4 se presentan las especificaciones para el mortero de mampostería según la Norma Salvadoreña oficializada por la CONACYT¹: *NSO 91.13.03:03 Especificación Normalizada para Cemento de Mampostería*, la cual es una adopción de la norma ASTM C91 – 99.

¹ Comisión Nacional de Ciencia y Tecnología.

Tabla 5 - 4: Especificaciones de los Morteros

TIPO DE MORTERO	N	S	M
Fineza, residuo sobre tamiz No. 325 (45 micras), % max.	24	24	24
Expansión del autoclave, % máx	1.0	1.0	1.0
Tiempo de fraguado, método Gillmore:			
Fraguado inicial, no menos que, min	120	90	90
Fraguado final, no más que, min	1440	1440	1440
Resistencia a la compresión (promedio 3 cubos), mayor que			
7 días, Mpa (psi)	3.4 (500)	9.0 (1300)	12.4 (1800)
28 días, Mpa (psi)	6.2 (900)	14.5 (2100)	20.0 (2900)
Contenido de aire Min / Max, % volumen	8 / 21	8 / 19	8 / 19
Retención de agua, min, % del flujo inicial	70	70	70

5.7 CONCRETO FLUIDO

Consiste una mezcla fluida de agregados y material cementante, capaz de penetrar en todas las cavidades de la pared sin sufrir segregación, la cual se adhiere a las unidades de mampostería y a las barras de refuerzo para que actúen solo juntas para soportar las cargas.

El concreto fluido tiene como fin el aumento de la resistencia de la pared y la transmisión de los esfuerzos al acero. También permite mejorar otras propiedades como el aislamiento térmico y acústico y la resistencia al fuego de la pared.

Se debe de tener en cuenta del tamaño máximo del agregado debe ser 12.5 mm, para eliminar toda posibilidad de obstrucción en llenado de las celdas o que se genere segregación.

En general el concreto fluido se elabora con los mismos materiales que se usan para producir un concreto convencional. Además de una gran resistencia, en el concreto fluido se busca una elevada trabajabilidad. Esta propiedad se evalúa mediante la prueba de la consistencia con el cono de Abrahms.

5.8 PROCESOS CONSTRUCTIVOS

5.8.1 Soleras de Fundación

Una vez se ha terminado la excavación, donde ira ubicada la solera de fundación de acuerdo a especificaciones leídas en el detalle de solera en relación a la profundidad y estabilización del suelo (generalmente compactación) se procede a la preparación de este elemento; aunque algunas veces ya está armada solo de colocar (ver FIGURA 5 - 9).

Para la elaboración de la solera, el armador mide en la planta de fundación, la longitud total de la solera, esta longitud expresada en metros la multiplica por el número de varillas longitudinales que figuren en el detalle y este producto representa la longitud total en metros de diámetro especificado; esta cantidad de metros los divide entre seis metros que contiene una varilla y de esa manera obtiene el número de varillas de diámetro especificado; posteriormente lo expresa en quintales, utilizando un factor apropiado.



FIGURA 5 - 9: Excavacion para la solera de fundacion

Por otra parte, el armador para saber la cantidad de varillas del diámetro que conforman los estribos de la solera de fundación lo hace de la manera siguiente:

En la planta de fundación lee y distribuye la distancia a la que éstos irán separados que regularmente es en el intervalo de 10-20 cms. y de esta manera obtiene el número total de estribos que ocupará en toda la solera; luego de acuerdo al detalle de la solera de fundación, obtiene la longitud de un estribo; posteriormente, multiplica la longitud de un estribo por la cantidad de los mismos y de esa forma se obtiene la longitud en metros para la elaboración de los estribos.

Esta cantidad la divide entre seis y así obtiene el total de varillas del diámetro del estribo según el detalle de la solera que necesitara; posteriormente, lo multiplica por un factor adecuado y ese producto representa los quintales de varillas del diámetro especificado para estribo que el armador utilizara para la solera de fundación.

Luego de tener la cantidad de acero longitudinal y transversal procede a prepararlos, es decir, a cortar el acero longitudinal a una longitud tal que el armador considere que cubre totalmente un eje del edificio; siguiendo este proceso hasta cubrir

todos los ejes del edificio; de la misma forma corta el acero para los estribos a una longitud tal que cubra el perímetro de un estribo(corona), como se muestra en la **FIGURA 5 - 10**; luego este lo utiliza como medida y corta tantos pedazos como estribos haya calculado para la longitud total de la solera para su armadura; posteriormente, procede a formar los estribos haciendo uso de un banco, en el cual esta hecho un trazo para tal fin y utilizando de diámetro de las varillas que formaran los estribos(VER **FIGURA 5 - 11**).

Teniendo preparado el acero de refuerzo longitudinal y transversal, el armador se ubica a trabajar directamente en un banco, en el cual coloca dos varillas longitudinales de igual longitud, las empareja en sus extremos, es decir, debe mantener cuidado de que una varilla no este más salida que la otra y viceversa. Una vez las varillas estén emparejadas comienza desde un extremo haciendo uso de la cinta métrica a marcar la posición exacta leída en el detalle de la solera de fundación donde caerán los estribos. Estas marcas las hace con lápiz de color rojo o azul (el que ocasione menos confusión al momento de armar los estribos); de esta manera quedan marcadas las dos varillas longitudinales, luego mete los estribos en grupos preferentemente en cantidad exacta a los que ocupara en ese tramo de solera, posteriormente, coloca cada estribo sobre las marcas y sujeta estos haciendo uso del alicate y alambre de amarre (VER **FIGURA 5 - 11**).



FIGURA 5 - 10: Cortado de acero longitudinal para la solera de fundación



FIGURA 5 - 11: Elaboración de estribos para solera de fundación

Teniendo totalmente amarrados todos los estribos en uno de los rostros de la solera de fundación, el armador le da vuelta sobre el banco de armadura para introducir las otras dos varillas longitudinales que conforman la solera; en estas otras

dos varillas de la misma forma que las dos primeras haciendo uso de la cinta métrica y lápiz de color visible, marca la posición donde caerá el estribo. Teniendo estas marcas sujeta los estribos al acero longitudinal haciendo nudo con alambre de amarre.

De esta manera, el armador da por terminada la armadura de la solera de fundación; pero ésta queda supeditada a la aprobación o no por parte del ingeniero de la obra, es decir, este debe revisar espaciamientos de estribos, secciones de conformidad al detalle de la solera de fundación, que la longitud del anclaje de los estribos (ganchos) no sea menor que 7.0 cms., que el acero de refuerzo no esté emmohecido, ni doblado, que los nudos que unen los estribos del acero de refuerzo no estén sueltos, y en general que la armadura de este elemento se ajuste a las especificaciones técnicas y al detalle de solera.

Si todo lo anterior esta aprobado, se da por terminada la armadura de la solera de fundación y entonces se almacena temporalmente en el taller de armadura para protegerla de la lluvia, golpes, arcilla, grasas. Etc. hasta el momento de su colocación.

5.8.1.1 Colocado de la solera de Fundación

Armada la solera de fundación y preparada la excavación, se procede a colocar la misma, para lo cual en primer momento el armador coloca las pitas sobre los ejes que están perfectamente referenciados en las niveletas.

Estando las pitas bien tensas el armador debe estar pendiente que nadie las mueva, porque es en este momento cuando él y su ayudante bajan los puntos que definen la intersección de los ejes haciendo uso de una plomada (VER **FIGURA 5 - 12**).



FIGURA 5 - 12: Colocación de pitas en los ejes de las niveletas y bajado de puntos de la intersección de ejes utilizando plomadas

En cada lugar del terreno donde se bajan los puntos el ayudante del armador introduce unos pines (piezas de varillas de $\Phi \leq 3/8''$) (VER **FIGURA 5 - 13**).

Los pines se colocan con la finalidad de representar los puntos de la intersección de los ejes ya en el terreno; asimismo, son las guías de la colocación exacta de la solera de fundación; también, sirven para darle estabilidad a este elemento al momento del colado.



Una vez se han colocado los pines en las intersecciones de todos los ejes, se procede a colocar la solera de fundación, comenzando por los ejes más largos y teniendo el armador el cuidado que la mitad del ancho de la solera de fundación debe hacerla coincidir con el pin que ya está hincado el terreno (VER **FIGURA 5 - 14**).

Hincados los pines al centro del ancho de la solera de fundación de cada intersección el armador hinca otros pines, a uno y otro lado de los rostros verticales de la solera de fundación con el objeto que ésta no se mueva al momento del colado; de manera similar, se hace para todos los ejes de la solera.

Terminado de colocar la solera de fundación que conforman los ejes largos, se procede a colocar la solera a lo largo de los ejes cortos. Estos se colocan de la misma forma que en los ejes largos, excepto que las soleras que conforman los ejes cortos cargan sobre la de los ejes largos (VER **FIGURA 5 - 15**).



FIGURA 5 - 14: Colocación de solera al centro del pin



Colocada la solera de fundación, el armador procede a colocar los helados que garantizan el recubrimiento entre el terreno y la solera (VER **FIGURA 5 - 16**). La altura de los helados no debe ser menor de 7.0 cms. para evitar la corrosión del acero de refuerzo.



FIGURA 5 - 16: Auxiliar colocando helados entre el terreno y la solera

Sujeta la solera de fundación con todos sus pines, el armador nuevamente colocará las pitas sobre los ejes de cada una de las niveletas; asimismo, cuida que éstas no sean movidas ya que le servirán para el trazo y colocación del refuerzo vertical (bastones, nervios y alacranes) (VER **FIGURA 5 - 17**).

Los primeros refuerzos verticales (bastones) que el armador debe colocar son los de las intersecciones de los ejes de las paredes. Estos bastones deben ser colocados a plomo y sujetados con pedazos de varillas hincadas en el terreno (conocidas en el campo de la construcción como vientos, ver **FIGURA 5 - 18**). Algunas veces, en lugar de colocar bastones en las intersecciones de ejes se amarran nervios; los cuales de manera similar a los bastones se ponen en línea y a plomo (VER **FIGURA 5 - 19**).



FIGURA 5 - 17: Colocación de pitas sobre las niveletas para el trazo de bastones, nervios y alacranes en la solera



FIGURA 5 - 18: Bastones a plomo y en línea sujetos por vientos



Luego, el armador baja al fondo de la solera y partiendo de uno de los bastones ya colocados en la intersección, mide 20 cms. en sentidos ortogonales a partir del bastón de la intersección; con el objeto de formar una L o una T, según la disposición de las paredes y en ésta L o T colocar unos elementos de amarre (VER **FIGURA 5 - 20**). Otros bastones que en primer momento deben de ser colocados son los que van en las ventanas, puertas, o cualquier otro hueco que figure en el diseño de la edificación; aunque, en estos huecos pueden colocarse nervios o alacranes, dependiendo del diseño de la pared. Estos refuerzos se colocan con el objeto de soportar los cargadores de puertas, ventanas; además de rigidizar la pared (VER **FIGURA 5 - 19**).

El armador teniendo ya colocados estos refuerzos verticales claves, comienza a distribuir con la cinta métrica la distancia de acuerdo a especificaciones a la que deberán ir separados los bastones entre si y éstos de los nervios y alacranes. Si en un momento determinado la marca no cae en ningún estribo, entonces se coloca un puente, es decir, un pedazo de varilla de $\text{Ø} \leq 3/8$ " para que en éste sean colocados

posteriormente el bastón. La distancia a la que el armador distribuye el bastón sobre la solera en ningún momento debe ser menor de 20cms, ni mayor de 80cms. Por otro lado, las marcas donde deberán ir colocados los bastones las hacen con lápiz de color visible (regularmente color rojo o azul); ya que en la misma solera se distribuirá la posición del bloque y debe hacerlo con lápiz de color distinto para evitar confusiones (VER FIGURA 5 - 20).



Al tener ya colocados los bastones de las intersecciones se procede a la colocación de los bastones intermedios, teniendo el cuidado que las patas de los mismos queden directamente sobre las marcas hechas en la solera de fundación y así evitar problemas en las modulaciones de la primera hilada de los bloques, en el sentido de tener que estar doblando el refuerzo vertical (VER FIGURA 5 - 21).

Por otra parte, para garantizar el plomo de los bastones intermedios, el armador coloca una varilla en forma horizontal a la que une con alambre de amarre los bastones de las intersecciones de los ejes de las paredes que previamente ha colocado a plomo. A esta varilla horizontal, se amarran todos los bastones intermedios; además, a estos

se le colocan vientos para garantizar la verticalidad de los bastones (VER **FIGURA 5 - 22**).



FIGURA 5 - 21: Colocación del bastón sobre las marcas para evitar problemas de modulación con la pared



FIGURA 5 - 22: Varilla horizontal sujetando todo el refuerzo vertical

Hablando de los bastones, estos tuvieron que haber sido preparados antes de su colocación, es decir, cortarlos de tal manera que aquellos que van en huecos de ventanas tengan una longitud tal que solo alcance la altura de repisa y los de puertas

cortarlos a una altura de cargador de puerta mas la profundidad de la solera, excepto, en aquellas paredes que halla un diseño de las mismas en la cual el largo de los bastones debe tomarse directamente del diseño.

Para la preparación de los bastones, el armador tiene que haber leído he interpretado la planta arquitectónica, de fundaciones, secciones, elevaciones, particularmente donde figuren las alturas de repisas, alturas de puertas, solera de coronamiento, de solera intermedia; además de haber leído el detalle de la solera de fundación.

5.8.1.2 Colado de solera de fundación

Antes de colar la solera de fundación, el ingeniero de la obra debe recibirla, es decir, debe revisar que se hallan colocado todos los bastones, alacranes, nervios de acuerdo a la planta de fundaciones y a las especificaciones técnicas; además, verificar que todos los recubrimientos estén de conformidad con las especificaciones para este elemento; asimismo, revisar que todos los helados se encuentren en la posición correspondiente, particularmente entre el terreno y el fondo de la solera y entre los rostros verticales de la solera y el terreno para evitar que el acero se vaya a enmohecer, también, revisar el encofrado de la solera si el terreno no fuera lo suficiente cohesivo para servir de molde a la solera.

Recibida la solera de fundación, se le asigna a un o unos auxiliares la tarea de limpieza de la misma. La cantidad de auxiliares para esta actividad depende del metraje de solera. La solera debe quedar limpia de partículas de suelo sueltas, pedazos de madera, aserrín, clavos, basura y en general cualquier otro elemento que contamine el concreto (VER **FIGURA 5 - 23**)

Una vez limpia la solera, se procede a preparar el equipo, material y herramientas para realizar el colado, o sea, la concretera deberá ser aceiteada, lubricada, limpiada, revisada en términos generales y ubicada en un lugar estratégico cerca del colado; asimismo el cemento debe ser apilado cerca de la concretera y en un lugar estratégico; también el agregado grueso y fino estará situado de forma estratégica; además, el agua debe estar cerca de la concretera, regularmente esta es

almacenada en barriles que estén limpios de grasa y aceites para mantener la calidad del concreto (VER FIGURA 5 - 24).



FIGURA 5 - 23: Solera de fundación lista para el colado



FIGURA 5 - 24: Concretera, cemento y agregados situados cerca de la solera a colar

Por último se debe preparar la herramienta, es decir las palas, cucharas, carretillas en el sentido que éstas deben estar totalmente limpias antes del colado;

además, no se deben pasar por alto revisar los vibradores, es decir que se encuentren en buen estado y cumplan con las especificaciones técnicas para el buen vibrado; asimismo se deberá elaborar un escantillón de madera (regla en la que se le hace una marca hasta el nivel del colado y que en unos de sus extremos lleva clavada una plancha de madera) con el objeto de controlar el nivel de colado de la solera de fundación (VER FIGURA 5 - 25).



FIGURA 5 - 25: Caporal utilizando escantillon para controlar el nivel del colado de la solera

Por otra parte, el transito entre el lugar donde estará ubicada la concretetera y la solera de fundación debe estar libre de obstáculos o sea, no deben existir en este paso madera, material selecto, piedra, acero de refuerzo y en general nada que interrumpa el libre transito entre la batea y la solera de fundación, esto con el objeto que la cadena de hombres que halaran el concreto con la carretilla y lo depositaran en la solera puedan hacer un ciclo completo de ida y vuelta sin tener ningún atraso. Incluso algunas veces

es necesario colocar puentes para el paso de hombres con carretillas a través de las excavaciones que en ese momento no han sido coladas (VER **FIGURA 5 - 26**).



FIGURA 5 - 26: Colocación de puentes para facilitar el paso de las carretillas a través de excavaciones no coladas

Por otra parte antes del colado hay una preparación del personal que estará involucrado en el colado, o sea, el ingeniero de la obra le asigna una tarea al personal antes durante y después del colado, es decir, habrán personas encargadas para manejar la concretera para depositar los materiales de acuerdo a dosificaciones en la concretera para colocarlo de la batea a las carretillas, para transportar el concreto y depositarlo en la solera de fundación, para vibrarlo, para controlar el nivel del colado con el escantillón y por ultimo estará la figura principal del ingeniero de la obra desempeñando el papel de la administración general de esta actividad; además este debe revisar que el concreto cumpla con las especificaciones de resistencia, revenimiento, módulo de finura. Las dos primeras mediante ensayo de laboratorio

asimismo el ingeniero deberá velar por el concreto cumpla con todas las especificaciones relativas a este; también, deberá estar pendiente del correcto vibrado del concreto, es decir, que el vibrador no entre en contacto con la cimbra, para que lo valla a abrir, como producto de la mala vibración, que la vibración y el concreto no se prolongue demasiado tiempo para evitar la segregación. Por otra parte, debe revisar que el concreto fluya entre las varillas y que no queden colmenas. En ningún momento el encargado de la obra debe permitir el vibrado manual de que este sea curado al menos una hora después de haber sido colocado en su lugar.

Teniendo preparado todo lo anterior se elige el eje por el cual se comenzara el colado; ya que para el colado de la solera se comenzará por aquel eje que en ningún momento interrumpa el libre transito hacia los demás.

Elegido el eje de comienzo, se tiende las pitas sobre las niveletas que denotan el trazo exacto de éste; además, se satura de agua el fondo de la excavación y la madera del encofrado para que no se altere la relación agua cemento.

El tender las pitas sobre el eje que se colara cobra importancia para mantener el nivel del colado de la solera de fundación (VER **FIGURA 5 - 27**).



FIGURA 5 - 27: Tendido de pitas para controlar el nivel del colado de la solera

Tendida la pita, sobre el eje de comienzo se hecha andar la concreteira y se coloca en ésta el material en el siguiente orden: primero el agua, luego el cemento, grava y por ultimo la arena y se deja trabajar la concreteira un tiempo determinado de acuerdo a especificaciones para la elaboración del concreto en concreteira (VER **FIGURA 5 - 28**).

Estos materiales se colocan de acuerdo a alguna dosificación para obtener una resistencia determinada. Terminado el tiempo especificado en la concreteira se voltea éste sobre la batea (VER **FIGURA 5 - 29**).



De la batea el concreto es tomado con palas y colocado en las carretillas para ser transportado hasta la solera de fundación (VER **FIGURA 5 - 30**). Se debe tener cuidado en el transporte del concreto en la carretilla para evitar la segregación; asimismo, es recomendable que el auxiliar que apalea el concreto de la batea a la carretilla no lo deje caer; sino que lo haga depositado con sumo cuidado para evitar la segregación



FIGURA 5 - 29: Volteado del concreto de la concretera a la batea



FIGURA 5 - 30: Apaleado del concreto de la batea a la carretilla o cubeta para su transporte

Transportado el concreto hasta la solera de fundación, es depositado en la misma, con el cuidado de no dejarlo caer para evitar la segregación; además, es regado con el escantillón o con las palas, se pone a nivel y se aplana con el escantillón (VER **FIGURA 5 - 31**). Aparte de ser regado y nivelado el concreto se vibra de acuerdo a las especificaciones para esta actividad, es decir, no debe mantenerse demasiado tiempo el vibrador dentro de este elemento, no debe entrar en contacto el vibrador con el acero de refuerzo, ni con el encofrado de existir éste. En general el vibrado debe hacerse de la forma más idónea. (VER **FIGURA 5 - 32**).



Este ciclo de fabricar el concreto, voltearlo en la batea, transportarlo, depositarlo y vibrarlo es ininterrumpido hasta finalizar el colado de toda la solera de fundación.

Después del colado de la solera de fundación, el concreto debe ser protegido del sol y la lluvia con el objeto de evitar un secado prematuro y excesivo o un lavado antes de que éste tenga una dureza suficiente; también, se deben prevenir daños mecánicos eventuales como golpes violentos o cargas aplicadas que pudieran afectar su resistencia. El concreto se debe mantener húmedo, cubriéndolo permanentemente con

una capa de agua. En nuestro medio lo que se hace es cubrirlo con bolsas que contenían cemento saturadas de agua y asignarle la tarea a un auxiliar que constantemente este saturando estas bolsas.

Por otra parte terminado el colado, el ingeniero le asigna la tarea al maestro de obra de vigilar que los auxiliares laven la concretera y cada una de las herramientas utilizadas, tales como: palas, carretillas, cucharas, cubetas; además de ser entregadas al bodeguero.

Luego de colada y curada la solera de fundación, se desencofra y se procede al trazo para la modulación de las paredes.



5.8.2 Paredes de bloque

Para comenzar a levantar las paredes de bloque, es necesario que la solera de fundación este colada, curada y con todo el refuerzo vertical (nervios, alacranes y bastones) debidamente ubicados. Además la superficie de la solera deberá de estar picada para lograr mayor adherencia con los bloques.

Luego de estar preparada la solera, el albañil decide que eje de pared comenzará a modular; aunque, siempre se toma como criterio comenzar por los ejes más largos.

Elegido este eje, el albañil y su ayudante tienden las pitas sobre este eje el cual se encuentra referenciado en las niveletas desde el trazo con dos clavos en forma de V.

Luego con la cinta métrica mide a partir del eje la mitad del ancho del bloque, es decir mide 5.0 cms , si el bloque es de 10 cms; 7.5 cms , si el bloque es de 15cms. El albañil debe dejar marcas visibles con lápiz de color sobre las niveletas en el lugar que denotan estos anchos; posteriormente, traslada la pita que está sobre el eje de la pared a la nueva marca, la cual representa el rostro de la pared del eje que se está modulando (VER **FIGURA 5 - 33**).

Durante la colocación de la pita el albañil y su ayudante deben estar pendientes de que ésta no esté rozando con ningún refuerzo vertical, porque le mentiría al obrero al momento del colado de los bloques.



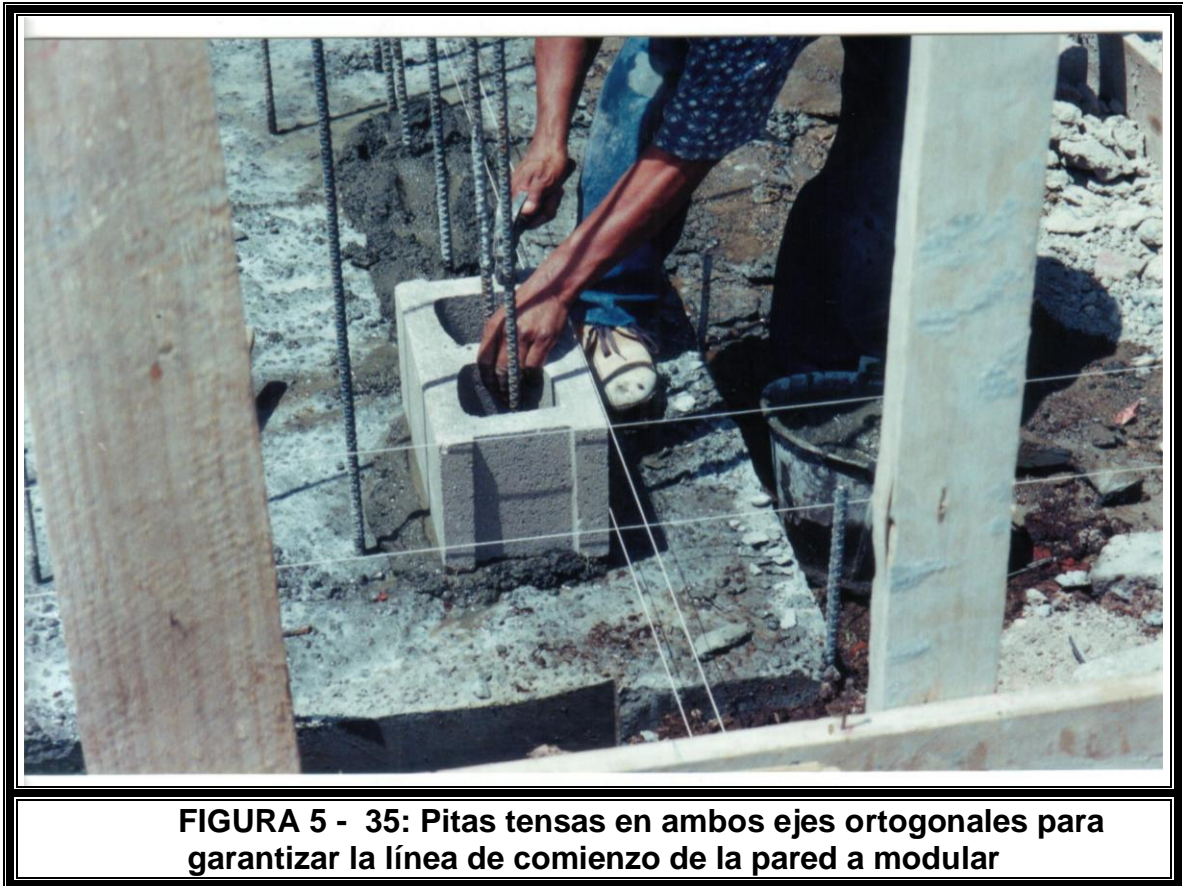
FIGURA 5 - 33: Pitas tendidas sobre las marcas que denotan rostro de pared

Luego en la marca que está en la niveleta que representa el rostro de la pared el albañil coloca clavada y sujeta con alambre de amarre una riostra. Esta riostra puede ser de madera o metálica, pero para el pegamento de bloques es más recomendable el uso de una metálica; ya que sufre menos deformaciones por temperatura. Esta riostra debe quedar a plomo para lo cual el albañil antes de sujetarla totalmente debe colocarle la plomada las veces que el considere a bien. El plomo de la riostra cobra importancia, ya que precisamente de aquí es que el obrero controlara el plomo de la pared (VER **FIGURA 5 - 34**).

De manera similar el albañil, coloca las pitas y las riostras en el eje perpendicular justo en el punto de comienzo de la pared que esta modulando. El objetivo de tender las pitas no solo del eje que se está modulando sino también en el perpendicular en el punto de comienzo de la pared en éste es para que el ancho del bloque quede al beso con la pita perpendicular al eje de modulación y así de esa manera se tiene un trazo perfecto en cuanto al inicio de la pared (VER **FIGURA 5 - 35**).



FIGURA 5 - 34: Riostra de madera amarrada, clavada y a plomo en el toril



Posteriormente el albañil, corre un nivel con la manguera y lo marca sobre las riostras con lápiz de color visible. Este nivel regularmente corresponde al nivel de altura de puerta o de solera intermedia leído en la elevación de la edificación.

Partiendo de este nivel el albañil comienza a repartir las hiladas de los bloques haciendo uso de la cinta métrica y el lápiz. Generalmente las hiladas se reparten sumando a la altura del bloque el espesor de la sisa de acuerdo a especificaciones para el pegamento de pared; de no existir éstas puede repartirse a cada 21cms lo cual correspondería a un espesor de sisa de 1.5cms. El objeto de repartir los bloques desde un mismo plano de referencia (altura de solera intermedia) hacia abajo es para observar cualquier defecto en la horizontalidad de la solera de fundación, lo cual es evidente en la última hilada repartida de arriba hacia abajo, es decir, las fallas pueden ser de las dos siguientes maneras:

- que la hilada quede a más de 21cms ó

- que por el contrario tenga menos de 21cms.

Para el primer caso, es decir, cuando la hilada es mayor de 21 cms tendrá que colocarse en la solera una capa de mortero gruesa, de tal manera de salvar el error y para el segundo, o sea, cuando la última hilada es menor que 21 cms se le debe picar a la solera de fundación de manera que este error sea corregido u otra alternativa no muy recomendable es cortarle al bloque y de esa forma salvar el error.

Otra forma muy común en el campo de la construcción de no utilizar riostras en las primeras hiladas es cuando la solera de fundación queda muy por debajo del terreno natural donde están hincadas las niveletas. En estas situación lo que hace el albañil es tender la pita sobre eje que modulará, posteriormente lo traslada a la marca que representa el rostro de la pared que se encuentra en la niveleta; de igual manera, lo hace para el eje perpendicular al punto de inicio de la pared, luego haciendo uso de una plomada baja estas líneas al terreno y en los puntos donde cae la plomada hinca unos pedazos de varillas de diámetro de 3/8", en los cuales amarrara las pitas(**VER FIGURA 5 - 36**)



FIGURA 5 - 36: Bajado de puntos con la plomada para definir la línea del rostro de la pared

Esta línea debe quedar contenida en un plano horizontal, dicho de otra manera debe quedar a nivel, es decir, debe estar a la misma altura con respecto a la pita que está tendida sobre las niveletas. Esta altura la verifica el obrero haciendo uso de la cinta métrica; además, la varilla en la cual se amarra debe estar a plomo (VER **FIGURA 5 - 37**).



De la misma forma que para con la riostra, el obrero corre un nivel con la manguera y este nivel corresponde al nivel de altura de solera intermedia y lo traslada para unos bastones que estén a plomo y lo marca con lápiz de color visible; luego partiendo de esta marca, distribuye las hiladas de los bloques a una distancia igual a la altura del bloque más el espesor de la sisa tomada de las especificaciones (VER **FIGURA 5 - 38**).

De manera similar lo hace para el eje perpendicular al eje que se está modulando, para tener claro el trazo de donde comenzara la pared.

El objeto de repartir las hiladas de los bloques es el mismo que como se estuviera haciendo en una riostra, es decir, corregir en la primera hilada cualquier defecto en relación a la horizontalidad de la solera de fundación por medio de las actividades antes descritas, es decir, aplicando una capa gruesa de mortero a la primera hilada o bien picando la solera o cortando el bloque.



FIGURA 5 - 38: Repartición de las hiladas de los bloques a lo largo del bastón, partiendo del nivel corrido

Teniendo clara cual es el error en la solera de fundación en cuanto a su horizontalidad, lo cual se corrige en la primera hilada el albañil procede al pegamento de la primera hilada (modulación); para lo cual tensa una pita más, aparte de la que le da la altura del bloque. Esta segunda pita la coloca con el objeto de garantizar el plomo de la primera hilada así como la línea (VER **FIGURA 5 - 39**).

Posteriormente, el ayudante del albañil halará los bloques (generalmente en carretillas) que el obrero utilizará para la modulación, incluyendo entre estos: dados, bloque tres cuartos; teniendo el cuidado de no golpearlos para no astillarlos, ni dañar sus aristas, ni agrietarlos o fracturados; ya que en ningún momento el albañil debe colocar un bloque astillado, fracturado, con aristas no definidas, agrietado y en general que no cumpla con la norma ASTM C-61.

Por otra parte el auxiliar debe tener cuidado, no solo de transportarlos hasta el lugar cerca de la solera; sino, al bajarlos de la carretilla, es decir, los bloques se bajarán con cuidado de no dañarlos en los aspectos antes descritos, para lo cual en ningún

momento el auxiliar los lanzará contra el suelo; sino los colocará sobre una tabla limpia para evitar que los bloques se contaminen con cualquier sustancia dañina para la adherencia del mortero.

Teniendo todo lo anterior listo, el auxiliar prepara el mortero para la modulación de la pared. Este es elaborado respetando las especificaciones para mortero en cuanto a resistencia, manejabilidad relación agua/cemento, proporción de sus componentes, etc.



FIGURA 5 - 39: Dos pitas para la modulación, la superior la altura de la hilada y la segunda la línea del rostro de pared

Preparado el mortero es colocado en cubetas limpias de todo contaminante para el mortero o en su defecto, también es colocado en bateas de madera para esta actividad.

Repartidas las hiladas de los bloques, tensas las pitas, picada y limpia la solera de fundación, los bloques en un lugar cerca de la solera, preparado el mortero y colocado en la batea, limpia la cuchara del albañil, listo el plano por cualquier duda es entonces cuando el albañil comienza el pegamento de la primera hilada; para lo cual

coloca el mortero sobre la solera de fundación en una longitud de trabajo adecuada y elevando los bordes , dejando un canal al centro donde se asentará el espesor solidó del bloque , sisándolo con la cuchara para asegurarse que la primera hilada quedará bien pegada y con suficiente adherencia a la solera de fundación; además, por cada bloque que el albañil coloque debe revisar su línea nivel y plomo para lo cual se auxilia de la plomada y las dos pitas colocadas para tal fin (VER **FIGURA 5 - 40**).



FIGURA 5 - 40: Bloque colocado a línea nivel y a plomo, auxiliándose de las plomadas y el pito



FIGURA 5 - 41: Albañil revisando la línea nivel y plomo de los bloques colocados sobre la solera de fundación

Los primeros bloques que el albañil pega son los de las esquinas (VER **FIGURA 5 - 40**) del eje que está modulando; además, mientras el mortero esta fresco el albañil puede ajustar su línea, nivel y plomo; ya sea manipulándolo directamente con sus manos o incluso algunas veces ajusta la altura y la hace llegar hasta la pita dándole algunos golpes con el martillo (VER **FIGURA 5 - 42**). En ningún momento el albañil debe mover el bloque cuando el montero halla fraguado porque lo que se conseguiría es quebrar el pegamento y con esto facilitar el paso del agua a través del mortero y el bloque. En el caso de corregir cualquier bloque y que el mortero ha fraguado lo que el albañil debe hacer es quitar con cuidado el bloque, limpiar bien el mortero viejo y entonces colocar mortero fresco y hacerle la corrección pertinente al bloque.

Todo bloque que el albañil coloque debe quedar con la parte más gruesa hacia arriba; ya que de esa manera se logra una base mayor de mezcla para el pegamento de los bloques.



FIGURA 5 - 42: Albañil ajustando la altura del bloque asestando golpes leves sin dañar el bloque

En el proceso de modulación del eje elegido por el albañil, se deben dejar los agujeros correspondientes a los bloques por donde se harán pasar los ductos para las instalaciones eléctricas (VER **FIGURA 5 - 43**).

Además, en el proceso de modulación, el albañil debe estar claro en cada intersección cuales paredes son las que llegan y cuales son pasadas de acuerdo a la planta arquitectónica y así de esta manera no tener problema en la colocación del refuerzo horizontal (generalmente, son varillas de diámetro de $\frac{1}{4}$ ") e incluso en la colocación de las L o las T en las intersecciones (VER **FIGURA 5 - 44**).

Este proceso iterativo de colocar el mortero, regarlo, rayarlo colocar el bloque a línea nivel y plomo, con la parte gruesa hacia arriba, empezar con los bloques de las esquinas, ir revisando la línea, nivel y plomo para cada bloque que se pega, tener cuidado hasta donde una pared llega o si es pasada, no mojar el bloque ni antes ni durante su colocación, de no mover el bloque cuando el mortero ya ha fraguado, doblar los bastones con las grifas cuando el bloque no quede alineado con respecto al mismos

es en esencia el proceso que el albañil debe seguir durante toda la modulación del eje que el ha elegido, que generalmente es un eje perimetral.



FIGURA 5 - 43: Bloques de la modulación con huecos para introducir los ductos eléctricos



FIGURA 5 - 44: Refuerzo horizontal en las intersecciones de una pared en forma de t

Posteriormente, al pegado horizontal de los bloques, el albañil comienza a aplicar mortero entre las caras verticales de los bloques haciendo uso de una cuchara de albañil y una plancha de madera o simplemente la cuchara y un pedazo de regla de forma rectangular (VER **FIGURA 5 - 45**). Una técnica no recomendable para colocar el mortero entre las caras verticales es sólo utilizando la cuchara de albañil y en el otro rostro del bloque la mano directamente; luego de haber zulaqueado toda la hilada, el albañil llena la membrana del bloque en la que está ubicada la varilla del acero de refuerzo. Esta membrana es llenada con concreto simple, hecho a mano, pero que cumpla con las normas ASTM para la fabricación del concreto a mano. EL vibrado es manual, con un pedazo de varilla del N^o3 teniendo el auxiliar el cuidado de no manchar el bloque de concreto (VER **FIGURA 5 - 46**). En el caso de manchar el bloque, el auxiliar debe limpiarlo inmediatamente, mientras el concreto está fresco para lo cual debe utilizar un cepillo plástico o de alambre; aunque, algunas veces lo que ocupan son pedazos de bolsa que tenían cemento humedecidas con agua.



FIGURA 5 - 45: Zulaqueado de bloques haciendo uso de un pedazo de madera de forma rectangular

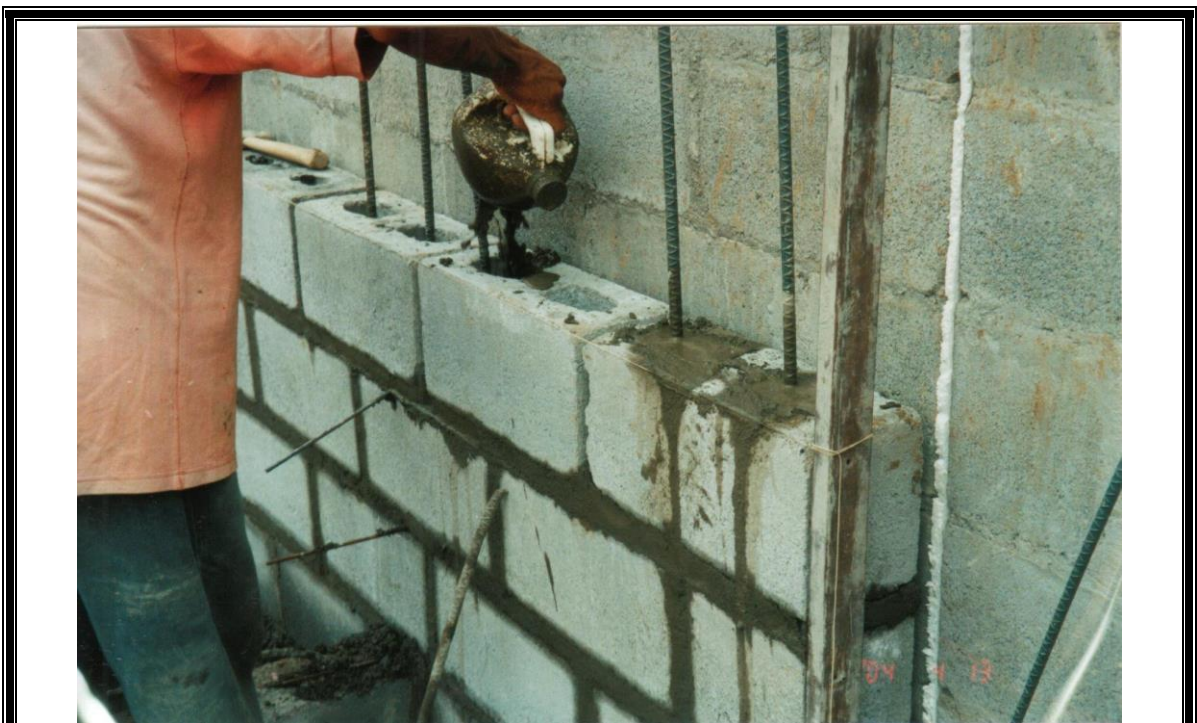


FIGURA 5 - 46: Llenado de las membranas del bloque donde esta la varilla de refuerzo utilizando concreto simple

Por otra parte, en cuanto a la sisa se refiere, en las hiladas de modulación simplemente se hacen cortadas con la cuchara de albañil, además, ésta puede no quedar uniforme y esto no es ningún problema ya que precisamente esta hilada es para salvar todos los posibles errores que halla en la solera de fundación. A partir de esta hilada en adelante si el albañil tendrá que llevar un control en la calidad de la sisa en cuanto a su espesor y acabado atendiendo a los planos y a las especificaciones técnicas.

De la misma forma como se moduló el eje de inicio, se modulan todos los demás ejes; ya sean éstos perimetrales o no. El objeto de la modulación es dejar toda la primera hilada a una misma cota respecto de un plano de comparación; además, corregir el error en cuanto a la horizontalidad de la solera de fundación; también, mover los bastones que se desalinearon con el colado de la solera de fundación.

Modulada la edificación, que técnicamente es la parte más laboriosa para el obrero se comienzan a levantar todas las paredes, para lo cual el albañil desplaza la pita o el cáñamo hacia arriba en las riostras y sujeta ésta en la marca de la hilada inmediata superior a la de la hilada de modulación (VER **FIGURA 5 - 47**). En las riostras, ya deben estar marcadas las hiladas desde un plano de comparación, que generalmente éste es la cota de solera intermedia siempre que ésta corresponda a la altura de cargador de puerta.



FIGURA 5 - 47: Pita amarrada en las riostras sobre la marca de la distribución de hiladas

Colocada la pita sobre la marca, el obrero comienza por colocar los bloques de los extremos para lo cual riega una cantidad de mortero con la cuchara de albañil que a diferencia de la que regó en la solera de fundación que cubría toda el área de la base del bloque, esta sólo debe colocarse en los extremos de las membranas verticales; además, debe colocarse a línea nivel y plomo; también con la parte más gruesa hacia arriba; asimismo, no debe moverse el bloque una vez que el mortero halla fraguado porque lo que se logra es romper el pegamento del bloque facilitando el paso del agua a través del mortero; también, se deben cortar las rebabas de mortero con la cuchara de albañil pudiéndose utilizar si éste no ha caído al terreno o sobre los andamios.



Luego de haber colocado los bloques de las esquinas a línea, nivel y plomo que son las piezas claves, el obrero riega una cantidad de mortero de manera de cubrir unos cinco bloques para aumentar su rendimiento, siempre con el cuidado de que éste vaya sólo en los extremos de los rostros verticales del bloque (VER **FIGURA 5 - 49**). La razón por la que el albañil puede hacer esto es porque la pita es ahora su línea, nivel y plomo, es decir, basta con que el bloque tope a la pita para que el obrero tenga la garantía técnica de que los bloques están contenidos en un plano vertical y horizontal respectivamente.



FIGURA 5 - 49: Mortero aplicado solo en los extremos de las membranas verticales

Posterior a la colocación del mortero, el obrero procede al pegamento de los bloques, atendiendo a todas las recomendaciones antes descritas para el pegamento de bloques, es decir, el bloque no debe estar húmedo, sucio, debe estar con la parte gruesa hacia arriba, a plomo, a nivel, etc.; además de las recomendaciones anteriores, el obrero siempre desde la primera hilada debe respetar la posición de los ductos eléctricos para lo cual hace pasar los poliductos a través de las membranas de los bloques y así de esta manera no tener problema con las instalaciones eléctricas (VER **FIGURA 5 - 50**).



FIGURA 5 - 50: Ducto eléctrico pasado a través de las membranas del bloque

Por otra parte, el albañil debe tener sumo cuidado con los huecos de puertas y ventanas; ya que en éstos debe dejar él no sólo la distancia horizontal de la ventana o la puerta; sino el espesor de repello que dependerá de las especificaciones técnicas; aunque de no existir estas se deja 1.0 cms por lado, es decir, al ancho de puerta mas dos centímetros, lo mismo con las ventanas. Estos dos centímetros el obrero debe perderlos, en la distribución del bloque de manera proporcional a la longitud del tramo de pared en que se encuentre la ventana o la puerta (VER **FIGURA 5 - 51**). Otro cuidado que el albañil debe tener, es el de ir verificando que los bloques queden en un mismo plano vertical para lo cual no sólo basta con que los bloques estén al beso con la pita; sino que el obrero pasa la cuchara de albañil de manera vertical apoyada en una de las caras verticales del bloque y de no sentir el obrero que la cuchara topa en ningún bloque es sobreentendido para él que los bloques están a plomo y en un mismo plano, pero de sentir algún tope cuando pasa la cuchara (dientes) procede de inmediato a golpear el bloque con el mango de la cuchara ya sea hacia dentro a hacia fuera de tal

forma de corregir el error. Esta práctica es recomendable mientras el mortero está fresco y para el bloque que se va pegando, ya que si el error lo percibe en un bloque que el mortero haya fraguado es mejor salvar éste error con el repello.



Por otro lado el obrero debe tener presente por cada bloque que pegue y lo tenga a línea y plomo cortar el excedente de mortero con la cuchara de albañil y de reutilizar éste si aún está fresco y no contaminado, caso contrario debe desecharlo; además, no debe utilizar el mortero que haya caído a los andamios o al terreno.

Todas las consideraciones antes descritas hay que tener durante el pegamento de bloques de una hilada de un eje determinado; aunque para que la hilada quede totalmente pegada falta zulaquearla y llenar las membranas del bloque con concreto simple (VER **FIGURA 5 - 45 Y FIGURA 5 - 46**). Para zulaquear los bloques el obrero seguirá el procedimiento antes descrito para esta actividad; asimismo para llenar de concreto simple la membrana en la que esta la varilla de refuerzo.

Estando la hilada a línea, nivel, plomo, zulaqueada, llenas las membranas de concreto simple y las sisas han sido cortadas se procede al sisado. Las juntas deben

sisarse cuando se haya iniciado el fraguado inicial de la mezcla, o sea, cuando esta se ha endurecido lo suficiente para resistir la presión del dedo pulgar. El sisado asegura juntas a prueba de agua y da un aspecto nítido a la pared. El sisado compacta la mezcla y la fuerza contra los bloques en ambos lados de la junta.

Los sisadores horizontales, deben tener por lo menos una longitud de sesenta centímetros y las puntas de los extremos dobladas hacia fuera.

Los sisadores verticales serán en forma de S y tener no más de veinte centímetros de alto.

Las sisas se harán de acuerdo a especificaciones de acabado de pared; pero en ningún caso las sisas horizontales deben quedar con ondulaciones; sino en línea recta; además, las sisas verticales deben quedar alineadas.

Deben hacerse primero las sisas horizontales (VER **FIGURA 5 - 52**) y después las verticales y remover con cuidado el exceso de mortero; asimismo, se tendrá el cuidado de no dejar sucio el bloque para que la apariencia de la pared siempre sea agradable. Debe evitarse manchar con mezcla las paredes de los bloques, porque esas manchas son difíciles de eliminar. Cualquier escurrimiento de mezcla sobre la superficie de la pared, debe dejarse secar antes de quitarla. La limpieza con un cepillo áspero eliminará casi toda la mezcla adherida a la superficie. En nuestro medio regularmente la mezcla se limpia con bolsas vacías que tenían cemento. Luego de pegada la hilada de bloques, sisada, zulaqueada, limpia de manchas, a línea, nivel, plomo el albañil procede a colocar el refuerzo horizontal.

Este refuerzo horizontal viene indicado en los planos, es decir, en los detalles de pared. En estos planos figuran el diámetro de la varilla y la distancia a la que debe ir colocada; pero en ningún momento el refuerzo horizontal debe ser menor de una varilla N°2; así como también la distancia máxima a que debe colocarse será de sesenta centímetros lo que correspondería a tres hiladas. En las intersecciones de paredes, independientemente de cual sea su geometría (L o T) debe llevar refuerzo horizontal de acuerdo a especificaciones, pero nunca menor de una varilla del N°2.



FIGURA 5 - 52: Primero se hacen las sisas horizontales



FIGURA 5 - 53: Sisas verticales se hacen después

Para colocar el refuerzo horizontal, el armador mide la distancia horizontal del eje de la pared y la corta de acuerdo a esta medida; posterior a esto el albañil, hace pasar la varilla a través de los bastones, amarrando el refuerzo horizontal en cada bastón haciendo uso del alicate y alambre de amarre (VER **FIGURA 5 - 54**); además, el refuerzo horizontal debe quedar completamente asentado en el bloque, para lo cual algunas veces es necesario que le de algunos golpes con el martillo para que la varilla asiente sobre el bloque.



FIGURA 5 - 54: Colocación del refuerzo horizontal

De manera similar hace con el refuerzo horizontal en las intersecciones, es decir, lo hace pasar por aquellos bastones que la L o la T debe amarrar, y entonces los sujeta con alambre de amarre utilizando el alicate teniendo el cuidado de que este totalmente asentado en los bloques y así no tener problema con la distribución de la siguiente hilada (VER **FIGURA 5 - 55**).



5.8.3 Paredes de Ladrillo de Barro

Luego de haber colado la solera de fundación, se procede a fijar los nervios verificando que se encuentren a plomo. Fijado los nervios, se colocan las riostras a plomo sujetándolas en los nervios tal como se muestra en Figura 5 - 56.

Luego de haber fijado y colocado a plomo las riostras se marca en estas el nivel de solera intermedia, y a partir de este nivel se miden y se marcan en la riostra la altura de cada hilada iniciando desde el nivel de solera hacia abajo. Al realizar esto en la primera hilada se descubren las irregularidades de la solera de fundación, teniendo que rellenar con mortero las zonas en que la solera quedo “baja” o picando en las zonas en que quedo “alta”.



Luego se pica y se verifica que la solera de fundación este limpia para proceder al pegamento de los ladrillos de la primera hilada. Para iniciar el pegamento se tiende una pita entre las riostras a la altura de la hilada a pegar (en las marcas hechas en la riostra previamente), esta pita dará el nivel de la arista superior de los ladrillos.

Para el pegamento de los ladrillos, se debe tener cuidado de que los ladrillos estén saturados (haber permanecido sumergidos en agua 24 horas antes de su colocación) y superficialmente secos. Para la el pegamento de los ladrillos se coloca una “cama” de mortero de mayor espesor que el de la sisa, esto para que cuando se coloque el ladrillo, éste sea golpeado con el mango de la cuchara de albañil hasta lograr el nivel dado por la pita tendida, verificando que el mortero sea erutado en ambos lados de la pared, ver Figura 5 - 57. Luego de colocar todos los ladrillos de la hilada, se procede al zulacreado de las sisas verticales de la hilada colocada, tal como se muestra en la Figura 5 - 58. Este proceso se repite para cada una de las hiladas hasta llegar al nivel de solera intermedia de todas las paredes.



Figura 5 - 57: Pegamento de ladrillo



Figura 5 - 58: Zulaqueado de sisas verticales

Al tener la pared a altura de solera, luego de colocar la última hilada de ladrillos, se debe de curar la pared al menos 24 horas antes de iniciar con la colocación de la solera.

Luego de haber curado la pared, se procede al encofrado de los nervios, teniendo el cuidado de colocarlos a plomo en todas sus caras y garantizando que el

nervio posea el recubrimiento especificado en los planos, esto se conoce en nuestro medio como “taponeado”.



Figura 5 - 59: Colocación de encofrado de nervio

Luego de haber encofrado los nervios, se procede a la colocación de la solera, utilizando helados para el recubrimiento. Después de haber colocado la solera se inicia el encofrado, verificando la línea y el plomo del encofrado, colocando para estos “balules”, tal como se muestra en la Figura 5 - 60 y Figura 5 - 61.



Figura 5 - 60: Colocación de encofrado para solera



Figura 5 - 61: Colocación de balules

En los lugares donde haya huecos como ventanas y puertas se debe de colocar pilotes para sostener el encofrado de la solera. Luego de tener completo el encofrado de nervios y soleras, se procede al colado de todo el conjunto.

Durante el colado se realiza un vibrado del concreto, golpeando suavemente el molde de los nervios con la cuchara de albañil y en la solera se realiza utilizando una varilla de 3/8".

Se inicia la etapa superior (2º bloque) 24 horas después de haber terminado el colado de los nervios y soleras sin quitar los pilotes colocados en los huecos, repitiendo el mismo proceso hasta llegar a solera de coronamiento.

Se debe de tomar en cuenta que en la solera de coronamiento, antes de su colado, se debe dejar los elementos de acuerdo a la estructura de techo que se va a construir en la edificación.

Al tener terminadas las paredes a la altura de solera de coronamiento, se inicia la construcción del mojinete. Para esto se marca la posición en las paredes donde llevará mojinete la ubicación de la cumbrera especificada en planos, así como también se coloca una riostra que indica la altura de ésta en el lugar ya marcado.

Para el trazo del mojinete, se tiende un pita desde la marca de la altura de cumbrera hasta la esquina de la pared donde finaliza el mojinete.

Luego se sigue el mismo proceso de las paredes con la salvedad que además se debe de tener cuidado de cortar los ladrillos terminales de acuerdo a la pita que da la pendiente del mojinete. La Figura 5 - 62 muestra una vista de un mojinete en construcción.



5.8.4 Repello y Afinado

Luego de haber terminado las paredes, generalmente las paredes son repelladas y afinadas, con excepción de aquellas paredes cuya terminación se requiera de ladrillo o bloque visto sisado.

Para iniciar el repello, primero el albañil procede a realizar las fajas sobre la pared, que son las que darán el grosor del repello, para ello en la parte superior de la pared, a un mismo nivel coloca clavos a cada 1.50 metros. En estos clavos, mide de 1 a 2 cm desde la pared hacia fuera y los marca. En estas marcas, amarra una pita que

posteriormente amarrará y tensará desde otro clavo similar en la parte inferior de la pared. Esta pita deberá ser “plomeada”, es decir que deberá estar totalmente vertical.

Luego de tener tensadas las pitas y plomeadas, el albañil forma las fajas bajo el cáñamo, cuidando que el grosor de la faja no sobrepase el grosor marcado por la pita. La faja la construye “azotando” mortero en la zona de la pita hasta lograr un grosor superior al definido por la pita y luego desbastándolo con la plancha y en algunos casos con la cuchara de albañil.

Teniendo hechas las fajas, el albañil procede a “rellenar” los espacios entre fajas, azotando mortero contra la pared hasta cubrir un área determinada con un grosor mayor al establecido por la fajas, como se muestra en la Figura 5 - 63.



Luego de haber rellenado un área específica, el albañil procede a pasar, apoyado en dos fajas, un “codal” para lograr uniformizar el grosor del repello al grosor establecido por las fajas, como se muestra en la Figura 5 - 64. Se procede de la misma forma hasta cubrir toda la pared.



Luego de haber repellado toda la pared, se procede al afinado, ya que el repello es realizado con un mortero que posee granos gruesos que dan un aspecto áspero a la pared.

El afinado es realizado utilizando una “pasta” que en realidad es mortero elaborado con arena con granos muy finos, pasados por la malla N° 100. Esta pasta es elaborada por un albañil generalmente dentro de una carretilla, como se muestra en la Figura 5 - 65.

La pasta del afinado es aplicada por el albañil utilizando una “plancha” con la cual recubre toda el área de la pared que ha sido repellada, teniendo cuidado de que al momento de realizar esto, la pasta quede uniformemente distribuida, como se muestra en la Figura 5 - 66.

Después de haber aplicado la pasta, el albañil procede a “afinar” dicha pasta (pulido de la superficie), utilizando una esponja húmeda, como se muestra en la Figura 5 - 67.





Figura 5 - 67: Afinado utilizando esponja húmeda

CAPITULO VI

"TECHOS"

6 TECHOS

6.1 GENERALIDADES

La función principal que debe cumplir un techo es la de proteger la parte superior de un edificio o vivienda de los factores climatológicos (la lluvia, el Sol, el frío, y otros más), o del intemperismo en general.

Entre las características principales que deben poseer los techos se tienen las siguientes: ser durable, aislantes del calor e impermeable. Además, deben presentar ciertas pendientes o inclinación con el objeto de que el agua proveniente de los mismos, pueda escurrir hacia ciertos elementos que cumplen funciones de drenaje, como lo son los canales y bajadas de aguas lluvias.

Para cumplir con lo anterior un techo esta compuesto de dos elementos principales: La estructura que servirá de soporte al material de cubierta y la cubierta misma que es la que proporcionara la protección y aislamiento al edificio, ambos elementos deben formar una sola unidad.

6.2 TIPOS PRINCIPALES DE TECHOS

Se pueden considerar dos tipos principales de techos: con superficie plana horizontal y con superficie inclinada.

6.2.1 Techos con Superficie Plana Horizontal

Este tipo de techo es empleado con bastante frecuencia en edificios cuando se quiere utilizar la parte superior del mismo, como una loza que servirá de azotea.

En estos techos las pendientes para lograr escurrimiento son reducidas (2%): además debe prestarse mucha atención a su impermeabilización, pues pueden estar expuestos a filtraciones.

6.2.2 Techos con Superficie Inclinada

La superficie inclinada puede ser de varias formas: de una, dos, tres o más aguas.

En edificaciones los que más se emplean son los techos de una y dos aguas. En los primeros, el desagüe de la cubierta de techos se logra por medio del inclinado, diferentes a los de dos aguas, donde para obtener el escurrimiento de agua se utilizan dos tendidos tal como se muestra en la fig. parte superior donde se interceptan estos tendidos recibe el nombre de “cumbre”.

6.2.2.1 División de Techos con Superficie Inclinada

- Techos a un agua: es la forma más sencilla, está formada por un solo faldón que se apoya en dos muros o entramados paralelos vertiendo el agua de lluvia a un lado.



- Techos a dos aguas: se compone de dos faldones que vierten las aguas en dos lados opuestos.



- Techos a tres aguas: formada por tres faldones, que vierten las aguas a tres lados de la planta a cubrir. Análoga a ésta, pero con un faldón más, es la cubierta a cuatro aguas.
- Techo de agujas o flechas: cuando la planta es poligonal y la pendiente es pequeña. El caballete queda reducido a un punto.
- Techo en diente sierra: formada por faldones de distinta pendiente; el más vertical va acristalado para que entre la luz, y el otro con material de cubrimiento



El techo más apropiado dependerá de las características del edificio, de la planta que se quiera cubrir y las pendientes de los faldones del material con el que se quiera cubrir.

6.3 ESTRUCTURA DE SOPORTE

Las estructuras de soporte de los techos, según su material, generalmente se dividen en estructuras de madera y de acero; aunque la primera ha caído en desuso, debido, básicamente a factores ambientales y económicos.

6.3.1 Estructura de Soporte de Madera

La madera ha sido usada desde las más remotas épocas en los trabajos de construcción como elemento de resistencia, tanto por su buen comportamiento y su notable resistencia a tracción, compresión y flexión.

Además, la madera presenta las siguientes ventajas:

- Seca es relativamente liviana
- Se puede trabajar requiriendo equipo o herramientas sencillas.
- Se puede unir solo con clavo y tornillo.
- Se puede darle terminado con pintura o barniz
- Es un material aislante térmico, acústico y eléctrico.
- Posee bajo coeficiente de dilatación térmica.
- Son fácilmente desarmables.

Pero se debe de tomar en cuenta que la madera también presenta algunos inconvenientes o desventajas, entre las cuales se encuentran:

- Es susceptible a ser dañada y destruida por pudrición y ataque de insectos; sin embargo es posible eliminar esta desventaja mediante la preservación.
- No se pueden producir en tamaños diferentes a los que se pueden aserrar según tamaño y forma del árbol.
- Es combustible, pero se puede reducir el peligro de incendio en estructuras de madera mediante el tratamiento con ignífugos.

6.3.1.1 Maderas Utilizadas en la Construcción de Soportes de Madera

En la construcción de las estructuras o armazones de soporte, se debe de utilizar madera de buena calidad, es decir, que no tenga alabeos, arqueados, abarquillados, encorvados, nudos, pudrición, rajaduras, ataque de insectos; asimismo que las dimensiones sean las especificadas en los planos.

La madera utilizada para techos puede ser rolliza o aserrada y el tipo de madera más utilizado es el abarco para soleras y largueros y el pino para la tablilla. Otras maderas utilizadas son el caimito, chanul, oloroso, aceite, chaquito, bálsamo y algarrobo.

6.3.1.2 Elementos que Conforman la Estructura de Madera

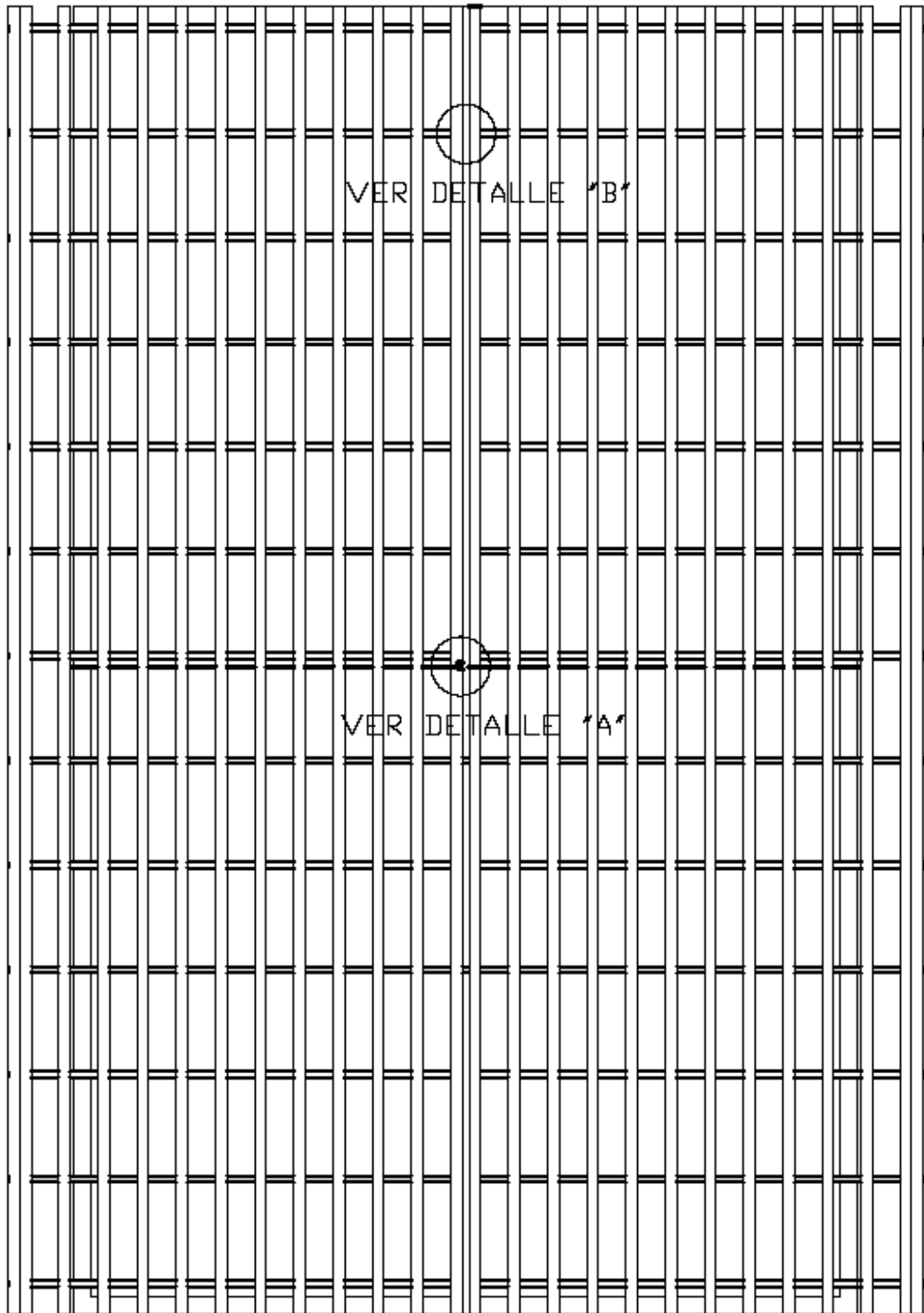
Los diferentes elementos que conforman las estructuras de madera de techos de superficie inclinada son los siguientes: cuartones, costaneras, reglas, planchas. Las medidas nominales de estos elementos se presentan en la siguiente tabla.

ELEMENTO	MEDIDAS (pulg)
Cuartón	4 x 2
Costanera	2 x 2
Regla pacha	½ x 4

En las maderas se utiliza la medida nominal ya que las medidas reales son un poco menores, pues parte del material se pierde durante el proceso de aserrado y cepillado (de 1/2 cm. a 3/4 cm o sea 7.5 milímetros por cada cara), mientras más pequeña sea la sección de la pieza mas material se pierde proporcionalmente

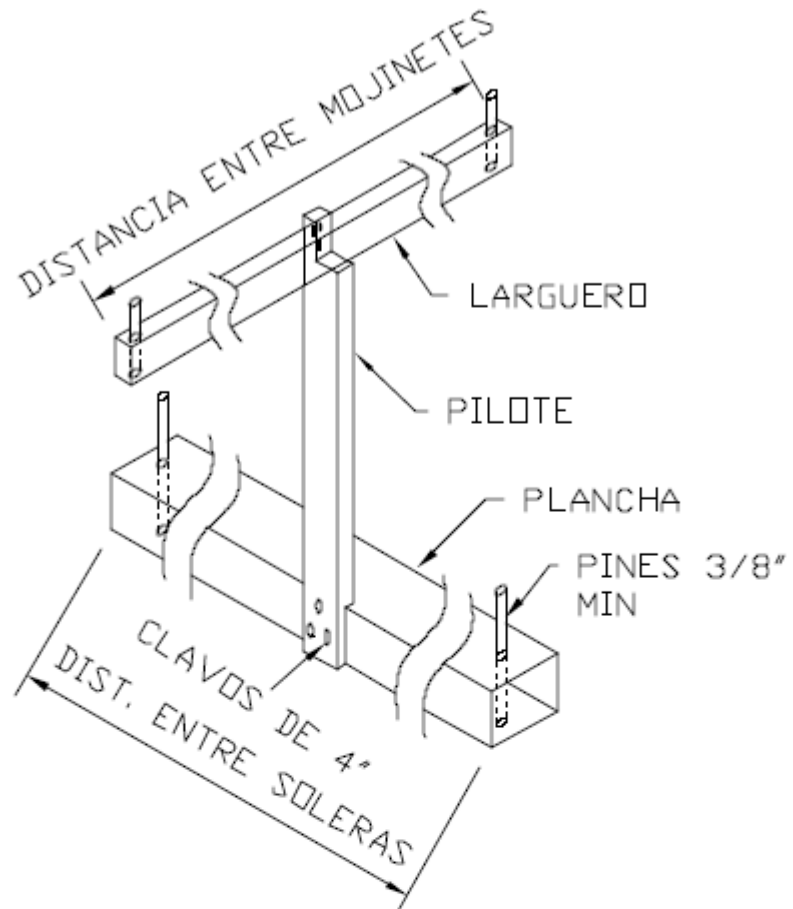
6.3.1.3 Detalles de Uniones de Elementos que Conforman la Estructura de Madera

En las figuras siguientes se muestran una planta de techos de madera y los detalles de unión de los diferentes elementos de la estructura de soporte de madera.

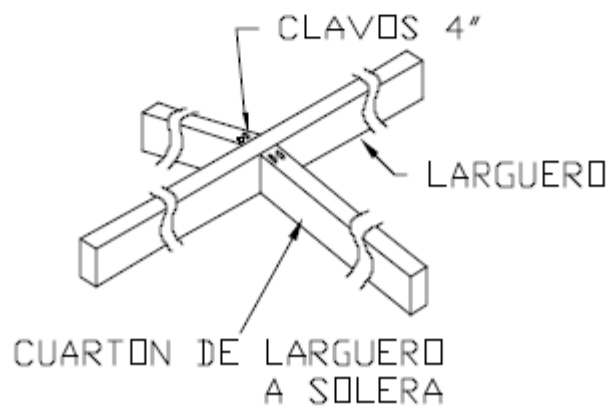


PLANTA DE ESTRUCTURA DE
TECHO DE MADERA

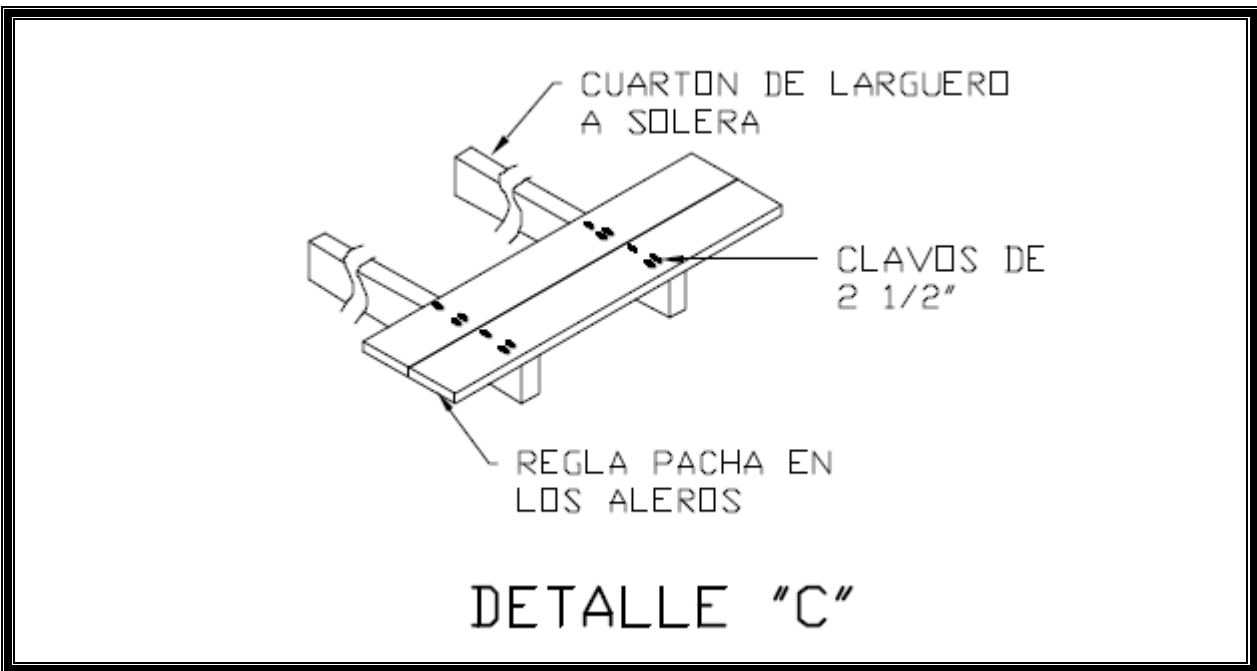
ESCALA 1:50



DETALLE "A"



DETALLE "B"



6.3.2 Estructuras de Soporte de Acero

Existen dos tipos de estructuras de techos: las Armaduras o tijeras y la estructura formada por vigas macomber y polines. En esta oportunidad nos referiremos a las estructuras compuestas por vigas macomber y Polines.

6.3.3 Vigas Macomber

Son elementos para estructuras de techos, en los cuales la cuerda superior e inferior son paralelas; es por eso que son conocidas también como armaduras de cuerdas paralelas.

Están destinadas a salvar grandes claros entre columnas o paredes y debido a que son elementos muy rígidos pueden colocarse sobre ellos los polines o largueros.

Para la cuerda inferior y superior generalmente se utilizan angulares, las celosías son hechas de hierro redondo o con angulares y son colocadas a 45° ó 60°. La figura 6-1, muestra un esquema tipo de viga macomber. Los angulares y el hierro redondo empleado para las vigas macomber pueden combinarse de muchas maneras.

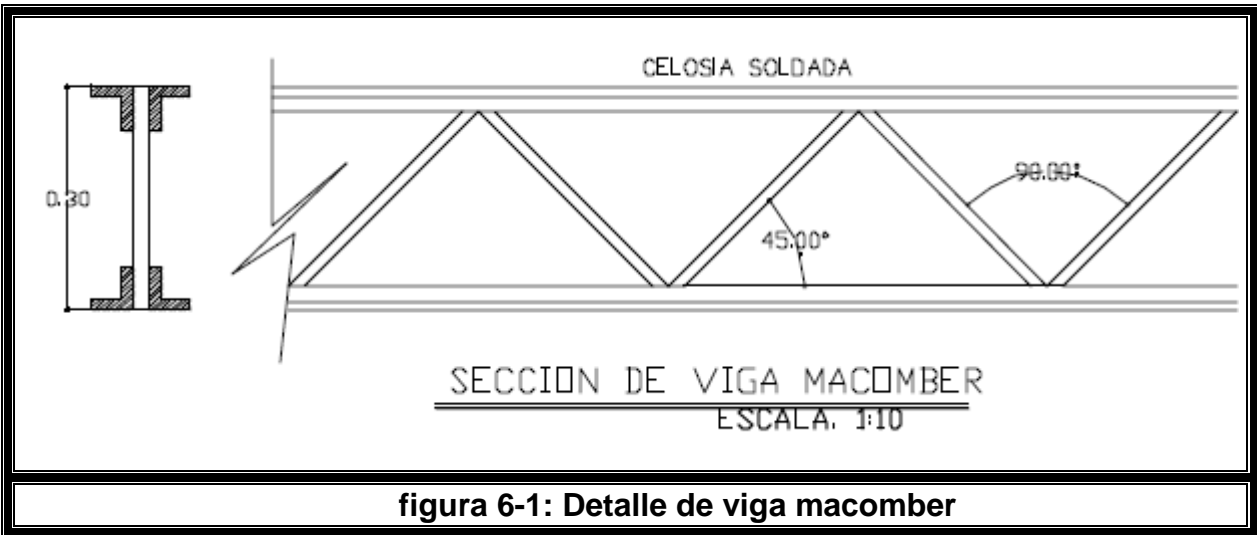


figura 6-1: Detalle de viga macomber

Las vigas pueden colocarse horizontalmente o de acuerdo a la pendiente requerida para el techo.

La forma de unión de las vigas con las columnas o paredes, se realiza de manera similar a las armaduras; aunque también pueden quedar embebidas en el concreto de las columnas a la hora de hacer el colado. La figura 6-2 muestra una unión típica de viga macomber a pared.

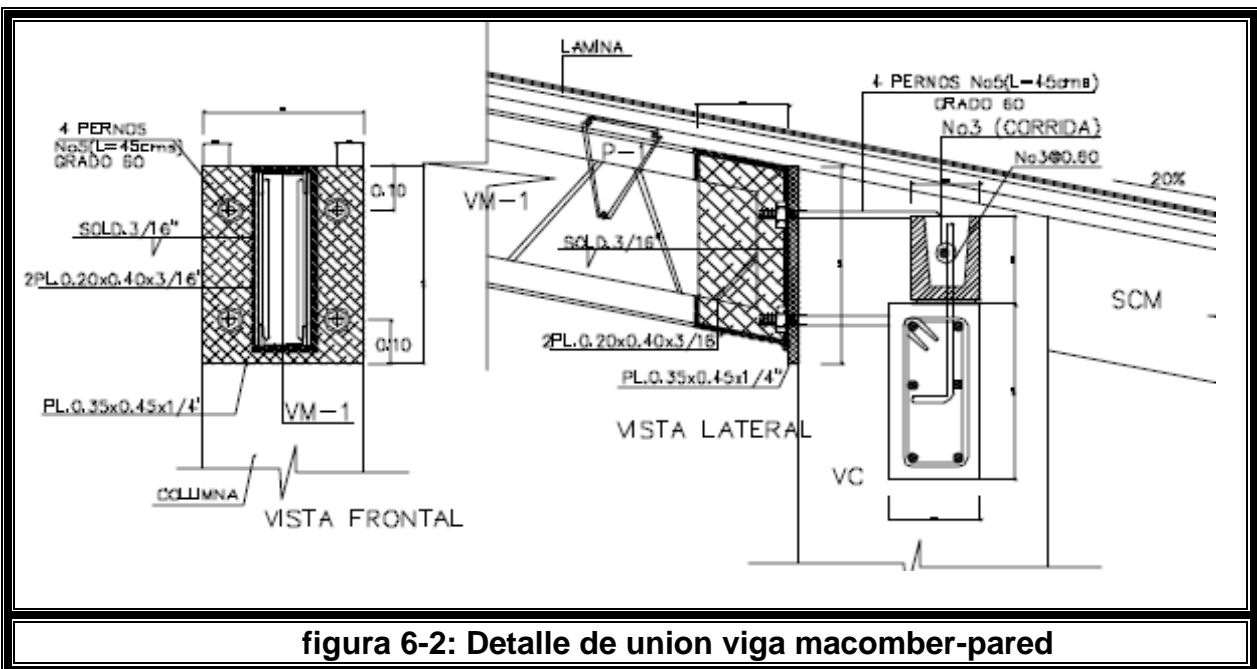


figura 6-2: Detalle de union viga macomber-pared

6.3.3.1 Polines

Son considerados como vigas secundarias apoyadas en la cuerda superior de las vigas metálicas (armaduras, vigas macomber, etc.).

Cumplen varias funciones entre las que se pueden mencionar: sirven de apoyo al material de cubierta del techo, proporcionan gran parte del arriostamiento lateral necesario a las vigas metálicas y también transmiten las cargas que vienen de la cubierta.

En nuestro medio se utilizan principalmente dos tipos de polines o largueros: el polín "C", y el espacial o de celosía.

El tipo "C" se llama también "polín laminar". Se unen a las vigas por medio de soldaduras, placas empernadas al polín y a la viga, etc.

El polín *espacial* o *de celosía* está formado por tres varillas de acero, unidas entre sí por medio de una celosía de hierro colocada a 45° o 60°, tal como lo muestra la figura 6-3.

Estos dos tipos de polines también pueden empotrarse en paredes y por lo general se colocan con separación de 0.60 a 1.5 m; dependiendo del material de cubierta.

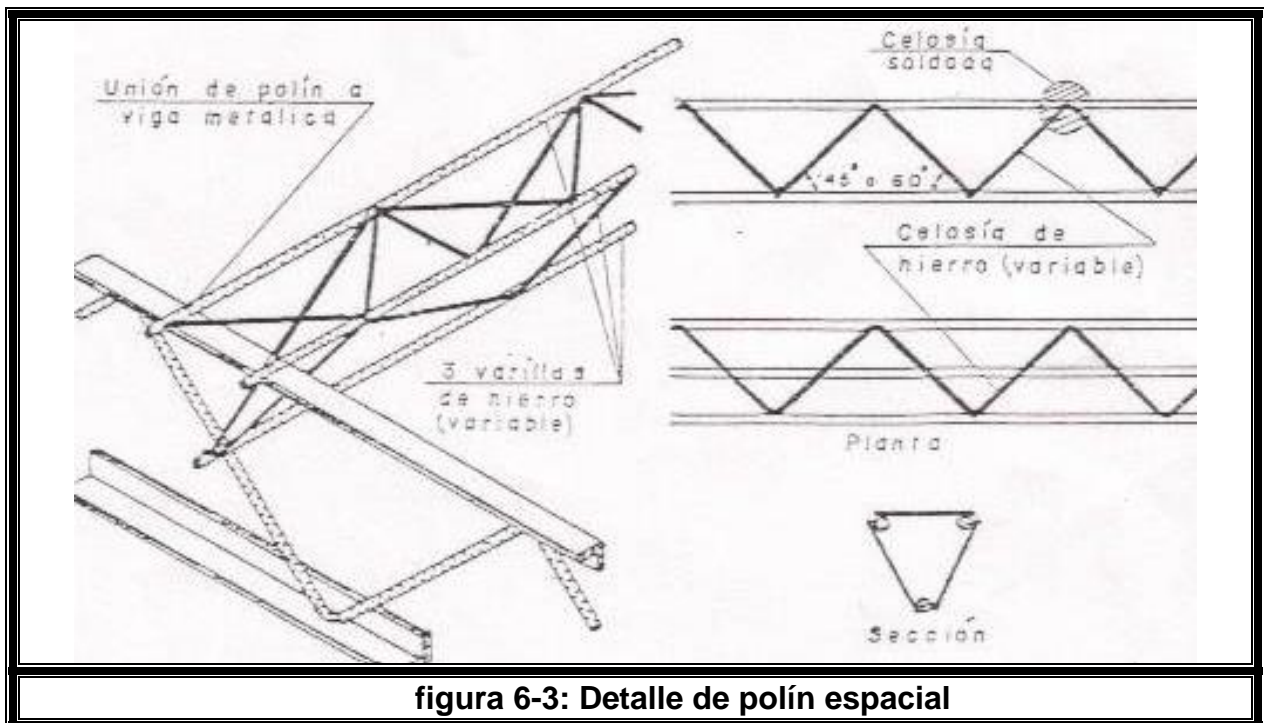


figura 6-3: Detalle de polín espacial

6.4 CUBIERTAS

La misión de la cubierta es, al igual que la de las paredes exteriores del edificio, suministrar protección contra todos los agentes externos; por su exposición directa a la intemperie, necesita estar formada por materiales de gran resistencia a las variaciones térmicas y agentes hidráulicos de la atmósfera.

Son tres los elementos principales de cualquier cubierta: el que soporta directamente la exposición, el que sirve como barrera impermeable al agua y el que tiene la misión de dar protección térmica (eventualmente acústica). Si pudiéramos encontrar un material capaz de dar satisfacción total a esas condiciones, tendríamos que exigirle todavía que fuese de fácil colocación y dentro de un costo compatible con la economía.

De todos los agentes de la intemperie, el agua es el más difícil de combatir, la función principal de la cubierta resulta ser, entonces, de rechazar el agua, sea de lluvia o de humedad ambiental. Para ello, el constructor, valiéndose de materiales de definida aptitud- impermeable, aplica el principio: disponer las cosas de tal manera que el agua se aleje lo más rápidamente posible. De aquí la pendiente más o menos fuerte, pero siempre presente; es precisamente la pendiente la que nos permite establecer los tres grandes grupos en que se dividen las cubiertas son:

- Aquellas de pendientes muy pequeñas, de superficie casi horizontal ejecutadas generalmente sobre una superficie horizontal.
- Aquellas de pendiente Acentuada, a veces muy fuertes, ejecutadas sobre una base inclinada (generalmente estructura de soporte de madera o acero).
- Aquellas de pendiente variable en el sentido vertical según directrices curvas en una o más direcciones.

En el primer grupo se encuentran aquellas cubiertas cuyas pendientes no sobrepasan el 2%, generalmente son de losas que sirven como cubierta de la edificación como de piso de la terraza del mismo, los cuales se conocen como azoteas.

En el segundo grupo, se incluyen tres categorías de techos no accesibles:

- Los de teja de barro, cerámica y de otros materiales.

- Los de chapas onduladas de hierro galvanizado, fibrocemento, aluminio y piezas similares por su forma, tamaño y colocación.
- Los de chapas lisas delgadas: de cobre, aluminio, cinc, etc.

En nuestro caso discutiremos las cubiertas de tejas y las cubiertas de chapas onduladas de fibrocemento, conocidas en nuestro medio como “duralitas” por ser las más comúnmente utilizadas.

6.4.1 Cubiertas de Teja

Ventajas de la teja: incombustibles, buenos aisladores y evitan la formación del agua de condensación.

Desventajas de la teja: son pesadas y heladizas.

Existen diferentes tipos de tejas entre los que se encuentran: las cerámicas, las de fibrocemento y las de vidrio transparente.

Las tejas de cerámica presentan variables formas entre ellas: planas, españolas o coloniales (árabes), normadas o flamencas.

Proceso de instalación: la colocación de la teja se hace sobre un entarimado de vigas de madera, bambú, otate o ramas de derecha de árbol y se fijan en los extremos de los nudos.

Se debe empezar a colocar la teja de abajo hacia arriba, dejando en la parte inferior un volado mínimo de 50 cm: traslapando cada teja de 5 a 10 cm, según la inclinación del techo.

El acomodo de la teja se hace colocando dos capas de ellas superpuestas. La primera se coloca con parte cóncava hacia arriba y la segunda se empalma sobre las juntas de la primera capa con la parte cóncava hacia abajo.

6.4.2 Cubiertas de Fibrocemento

Las cubiertas de fibrocemento tienen muy buenas propiedades de resistencia a la intemperie y al fuego con un satisfactorio comportamiento mecánico; es liviano y de

fácil colocación. Pero hay que tomar en cuenta que este tipo de cubierta es inconvenientemente frágil y en sus tipos más gruesos resulta algo pesado.

Los tipos comerciales se producen en espesores de 4, 6 y 8 mm; y de longitudes desde 2 hasta 12 pies. Las piezas con mayor espesor presentan mejor resistencia por lo que se recomienda que no mediando razones de economía deben usarse los de mayor espesor.

Para la colocación de estas cubiertas se debe de tomar en cuenta la dirección del viento en el lugar donde se ubica la vivienda, ya que de la dirección del viento depende la dirección de la colocación de las unidades. El sentido de colocación de las láminas se hace en dirección contraria a la dirección del viento. Además para la colocación de las láminas, se le hace un “corte de traslape” a una o dos esquinas de las unidades. La figura siguiente muestra gráficamente la forma de colocación y la ubicación del “corte de traslape” en las esquinas de las unidades.

6.4.3 Cubiertas de palastro ondulado (lamina galvanizada)

Están constituidas por chapas de acero, distinto grosor y tipo de ondulación; a las que se ha dado un baño de zinc para protegerlas de la oxidación.

Estas cubiertas son muy empleadas para talleres, garúes, galpones, cobertizos, etc.

El palastro ondulado; cuya rigidez procede de sus nervaduras, puede salvar sin apoyos, luces bastantes grandes.

Su inclinación no debe ser mayor de 20 grados.

6.4.4 Cubiertas a base de estructuras y lamina de asbesto.

Presenta la ventaja de ser cómoda, práctica y rápida, es muy económica y requiere muy poca mano de obra debido a que los materiales empleados se fabrican con anticipación.

En las láminas de asbesto su fácil transportación y maleabilidad hace que este elemento se adapte a diferentes formas estructurales.

Observación: su proceso de instalación es igual que el de cubiertas de fibrocemento.

6.5 PROCESOS CONSTRUCTIVOS

6.5.1 Estructura de Acero

6.5.1.1 Trazo y cabeceado de vigas macomber.

Para colocar las vigas macomber en las placas de acero que han quedado embebidas en las columnas el mecánico tiene que preparar éstas, es decir, cortarlas de tal manera que salve el claro entre las columnas, asimismo, que tenga la pendiente especificada en la planta estructural de techos; además, la geometría de la pared de mojinete, soldarle una placa de acero en el vértice de unión de las vigas macomber.

Para preparar las vigas macomber con la pendiente de la pared de mojinete, en primer momento, el mecánico inserta unos clavos de acero justo al centro de las paredes de mojinete. En éstos el obrero amarra un cáñamo y lo tensa de tal manera que no haya catenaria y así de esta manera el trazo sea fiel (ver figura 6-4).



figura 6-4: Cañamo entre mojinetes para el trazo de la viga macomber

Otra pita que el obrero coloca es la que va salvando el claro entre las columnas donde descansará la viga macomber. Para colocar esta pita el obrero inserta unos clavos de acero, justo en la parte superior de la placa de acero donde descansará la viga macomber que corresponde a la altura de solera intermedia donde comienza la pared de mojinete y es en estos clavos donde el obrero sujeta las pitas para efectuar el trazo de la viga.

Habiendo ya amarrado las pitas, el ayudante del mecánico y éste colocan un andamio o una escalera justo debajo de donde ira la viga para que el obrero tenga movilidad hacia arriba al momento de sacar la falsa escuadra, (ver figura 6-5).



figura 6-5: Obrero sacando falsa escuadra de viga macomber

Para sacar la falsa escuadra, el obrero tensa bien las dos pitas, es decir, la que va de mojinete a mojinete y la que va de columna a columna. En el lugar donde se intersecan las pitas el obrero coloca la escuadra (falsa escuadra) y ésta la regula con la mariposa que para tal efecto trae la escuadra hasta hacerla coincidir con la posición de las pitas y es en este momento que el mecánico sujeta totalmente la mariposa para luego marcarla en las vigas macomber.

Posteriormente, marca la falsa escuadra en cada uno de los extremos de vigas macomber. Esta marca la realiza haciendo uso de una cuchilla o pedazo de sierra para cortar hierro, debiendo siempre tener el cuidado de apoyar de la mejor forma la escuadra antes de rayar; ya que éste es la guía donde ira cortar posteriormente el mecánico.

Habiendo rayado las vigas en sus extremos se procede a cortarlas; ya sea con sierra para cortar hierro o con pulidora (esmeril de mano). En nuestro medio es más utilizado el esmeril de mano. El obrero debe tener el cuidado de que el disco sea el adecuado para cortar metal; además, de que este se encuentre totalmente bien colocado para evitar accidentes, asimismo, utilizar caretas para la protección de los ojos y de esta manera atenuar los accidentes.

Cortados los extremos de la viga macomber, el obrero procede a cortar cuatro pedazos de ángulos de longitud aproximadamente igual al peralte de la viga. Estos pedazos de ángulos deben ir soldados en la parte externa en interna de las vigas, (cabeceado) de tal manera de formar prisma cuadrangular en la cumbrera de la viga, (ver figura 6-6).

Al momento de soldar el obrero debe tener presente que: las superficies a soldar estén completamente limpias, liberándolas de escamas, óxidos, escorias, polvo, grasa, o cualquier materia extraña que impida una soldadura apropiada; asimismo, la soldadura debe ser compacta en su totalidad y habrá de fusionarse completamente con el material base; también, que al momento de soldar las piezas, éstas no deben estar separadas una distancia mayor de 4mm; además, una vez aplicada la soldadura, las escamas deben retirarse dejando limpia la zona de soldadura.



figura 6-6: Obrero soldando ángulos en los extremos de la viga macomber

Habiendo soldado los pedazos de ángulos en los extremos en los que marcó la falsa escuadra el obrero procede a unirlos, para lo cual en primer momento coloca los dos segmentos de viga sobre trozos de madera de tal forma que éstos queden en posición horizontal. La horizontalidad es importante, ya que al momento de que la viga esté colocada quedará totalmente a plomo; pero, de no quedar horizontal implicaría que la viga no quedaría a plomo he aquí el hecho de que este detalle cobre vital importancia al momento de preparar la viga. La horizontalidad, la verifica el obrero utilizando un nivel de caja (ver figura 6-7).

Estando la viga en posición horizontal, el obrero coloca al beso los extremos del elemento donde soldó los ángulos; además, la ubica de tal forma de darle la geometría del mojinete y es entonces cuando el comienza a puntear las vigas a lo largo de los ángulos que ya había soldado.

El objetivo de solo puntearla, es para que se pueda corregir cualquier pequeño desajuste, dándole algunos ligeros golpes con el martillo; también, revisar las medidas de altura de la viga, pendiente, largo, etc. (ver figura 6-8).



figura 6-7: Obrero comprobando horizontalidad utilizando nivel de caja



figura 6-8: Obrero comprobando medidas de la viga

Revisadas todas las medidas antes mencionadas, y ratificando que están de conformidad a las planta estructural de techos, entonces el mecánico procede a soldar definitivamente las cabezas de la viga de manera continua, es decir, lo que tenía solamente punteado ahora se convierte en soldadura continua apegada a las recomendaciones que para esta ya se mencionaron.

Para darle mayor resistencia a la viga, se le sueldan dos platinas una en cada rostro del plano vertical de la misma y en el vértice, (ver figura 6-9).

Estas platinas deben tener un espesor mínimo de $\frac{1}{4}$ ", y un largo y ancho mínimo de 20 cms de no existir diseño de las mismas.



figura 6-9: Platina soldada en ambos rostros de la viga para proporcionar mayor rigidez

6.5.1.2 Colocación de viga macomber

Después de soldada las platinas en la viga, lo que resta es colocarla sobre las platinas de acero que para tal fin quedaron ahogadas en las columnas de concreto reforzado.

Para colocar las macomber en nuestro medio se hace ya sea con tecele, (máquina parecida a la grúa que sirve para levantar grandes pesos) o cargada por hombres. Esta última, es la más utilizada en nuestro medio, siempre que la estructura no sea de gran peralte (mayores de unos 40 cms)

Si la estructura se coloca utilizando el recurso de los hombres, en primer momento se deben colocar unos andamios justo debajo de las platinas donde

descansará la viga; también, se debe colocar en el centro del claro que salvará la estructura; asimismo, el soldador debe tener preparado el nivel de caja, aparato para soldar, cinta métrica, electrodos y en general todo lo indispensable para la colocación de la misma. Luego, se amarra con lazos la estructura y es cargada por hombres debidamente organizados por el ingeniero de la obra, los cuales en primer momento la cargan hasta hacerla descansar en los andamios, (ver figura 6-10).

Después de colocarla en los andamios, ellos toman un ligero descanso para después cargarla nuevamente hasta hacerla llegar a las patinas donde irá ser soldada la estructura. Cuando los hombres logran colocarla en las patinas el mecánico juega un papel importante ya que es éste que la acomoda de tal forma que ésta quede totalmente en su lugar; además, el verifica que esté a plomo, en línea, y en general de acuerdo a la planta estructural de techos, (ver figura 6-11).

Colocada la viga en su lugar el mecánico, comienza a puntearla solo con el objeto de salvar cualquier desajuste que exista en la colocación de la misma.



figura 6-10: Hombres cargando la viga hasta los andamios



figura 6-11: Mecánico ajustando viga a la platina de sujeción en la pared

En el momento de revisar cualquier defecto es indispensable colocar las pitas que van de mojinete a mojinete; también, las pitas que van de rostro a rostro de la columna y la pita que va de la parte superior de la solera al centro de la viga. Estando la viga en línea, a plomo y centrada entonces el mecánico termina de soldarla en las platinas teniendo presente todas las recomendaciones para una buena calidad de soldadura.

La pintura de la viga se le aplica hasta que se han soldado en ella los polines espaciales así que, por el momento el mecánico lo deja hasta ahí.

6.5.1.3 Trazo y colocación de polines espaciales

El ingeniero de la obra para recibir el polín debe haber verificado que el acero redondo longitudinal sea estructural; además, de encontrarse en buen estado; también, que el electrodo que se utilizó para la elaboración del mismo sea de calidad reconocida y se sujete a la serie E-60XXX de las especificaciones para aceros suaves ASTM-A-233; asimismo, que la pintura que se utilizó para los polines del tipo anticorrosivo RUST

OLEUM y del tipo esmalte Kem Lustral; así como que el polín se sujete a todas las dimensiones establecidas en el detalle de polín, según planta de techos.

Recibidos los polines, el ingeniero procede a almacenarlos en estantes y así de esta forma, evitar el contacto directo de éstos con el suelo; además, se deben proteger de la intemperie.

Almacenado y recibidos los polines, el ingeniero de la obra entrega al mecánico industrial una copia de la planta estructural de techos para que la estudie, es decir, para que ambos obrero y profesional estén claros de la distancia de polín a polin en la cumbrera y además a lo largo de toda la pared de mojinete; asimismo, la distancia y ubicación exacta de las escopetas. Es recomendable, que cualquier duda que el obrero tenga en relación a la planta estructural de techos la consulte con el profesional antes de comenzar a colocar polines o cualquier otra estructura.

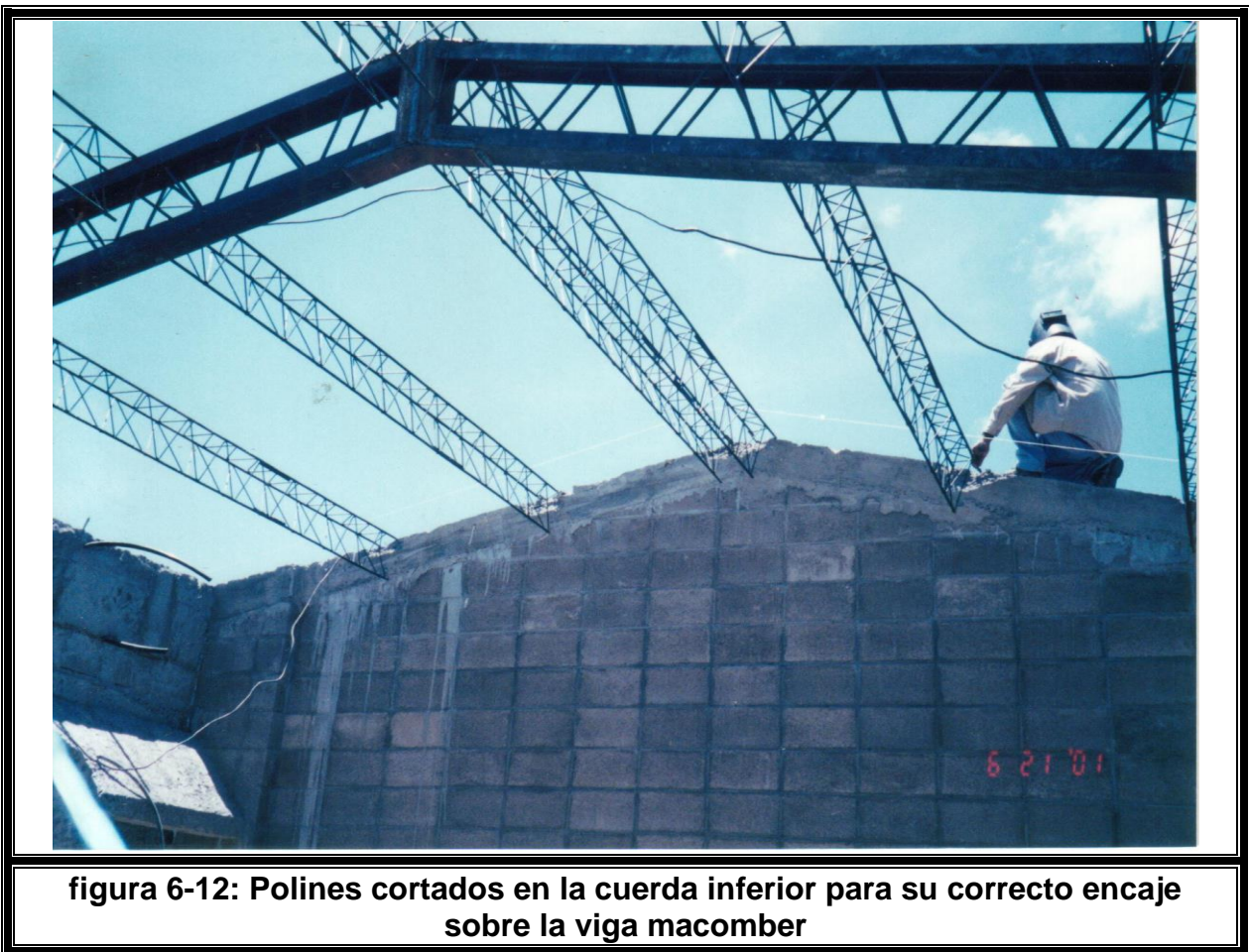
Aclaradas las dudas en relación a la planta de techos, el obrero comienza a trazar los polines, para lo cual en primer momento, saca el centro en cada pared de mojinete con la cinta métrica y lo marca con lápiz de color visible (rojo o azul); luego, este punto lo sube a la cumbrera del mojinete; ya sea utilizando una plomada o un nivel de caja y también lo marca. En esta marca, el obrero inserta un clavo de acero; de manera similar saca el centro para la otra pared de mojinete.

Teniendo marcado el centro en cada mojinete, el obrero mide a partir de esta marca la mitad del ancho de la separación que llevarán los polines en la cumbrera, según planta de techos y lo marca. A partir de esta nueva marca, el obrero reparte o marca la posición exacta de los demás polines de arriba hacia abajo y dejando en cada caso una marca visible (azul o rojo).

Marcados los polines, el obrero ordena a uno o varios auxiliares que pique o piquen la solera de coronamiento justo en las marcas que él dejó. El picado de la solera lo realizan los auxiliares bien con almádana y cincel o con esmeril de mano. En este último caso, el auxiliar debe protegerse los ojos y la nariz con una careta y así evitar accidentes. El objeto de picar la solera, ya sea de una u otra forma es para que las varillas queden lo suficiente desnudas como para poder soldar el polín espacial sin ningún inconveniente; además, éstas deben limpiarse ya sea con lija o con un cepillo de alambre para que la soldadura sea de calidad.

Teniendo picadas la solera de coronamiento y listo el acero de refuerzo en el sentido de estar totalmente limpio, el mecánico prepara los polines antes de subirlos, es decir, toma la distancia de rostro a rostro de pared, para así tener la longitud que el ocupa de polín y los corta a esta medida, o sea, corta cuantos ocupe antes de subirlos.

Por otra parte, debe localizar la posición exacta de la macomber respecto de una de las paredes de mojinete, porque es a esta distancia que el tendrá que cortarle al polín la cuerda de abajo un segmento un poco mayor que el ancho de la viga. El objeto de cortarle al polín la cuerda de abajo es para que al momento de colocarlo no estorbe y encaje perfectamente bien en la viga macomber (ver figura 6-12).



Teniendo los polines preparados, sube los dos primeros polines a soldar, es decir, los que van en la cumbrera; además, en los clavos de acero que había insertado en la cumbrera sujeta una pita que va de mojinete a mojinete. El objeto de colocar la pita es porque ésta le demarcara la altura exacta del polín (ver figura 6-13).

Por otro lado, antes de comenzar a soldar los polines, el obrero debe tener listo, ya en la parte superior los electrodos, la cinta métrica, el cincel, el martillo, haber revisado que ningún alambre que conduce corriente esté sin aislante (pelado), andar con su respectiva careta para protegerse los ojos, zapatos adecuados, guantes y así de esta forma evitar un accidente que este caso pues sería hasta mortal.



Preparado todo lo anterior, el obrero comienza a soldar los polines de la cumbrera, atendiendo las recomendaciones antes mencionadas en lo relacionado a la soldadura. El obrero debe chequear, que los polines de la cumbrera queden a la altura

especificada por la pita y además contenidos en un plano horizontal, lo cual verifica con el nivel de caja (ver figura 6-14).

Luego de soldar las dos cuerdas superiores de los polines espaciales a la solera de coronamiento y de haber revisado su línea y nivel, lo que queda pendiente es soldar la cuerda de abajo de los polines espaciales. Para lo cual, el mecánico tiene que preparar la solera de coronamiento, o sea, perforar haciendo uso de un taladro los rostros verticales internos de la misma (ver figura 6-15).

El objeto de perforar la solera es para poder soldar la varilla inferior del polín espacial y de poder meter un pedazo de varilla que una la solera con el polín espacial.



figura 6-14: Obrero verificando horizontalidad de polines de cumbrera



figura 6-15: Perforación de solera para soldar varilla inferior de polín

Teniendo perforada la solera de coronamiento, se procede a soldar la cuerda de abajo del polín espacial, siempre atendiendo las recomendaciones en cuanto a calidad y mano de obra para soldar.

Luego de perforada la solera de coronamiento por sus rostros internos y soldada la varilla de abajo del polín espacial se procede a colocar los demás polines, es decir, aquellos que no van en la cumbrera.

Para colocar los polines que no van en la cumbrera, se tensan las pitas, es decir, la que va de mojinete a mojinete y además la que va paralela a la pendiente del mojinete. Esta última se amarra y se tensa bien con el objeto de que los polines queden todos contenidos en un solo plano inclinado (ver figura 6-16).



El que los polines queden todos contenidos en un solo plano horizontal cobra vital importancia al momento de colocar la cubierta; ya que de no quedar todos en un mismo plano el techo quedaría batido, es decir, unas láminas quedarían más hondas que otras.

Teniendo las pitas tendidas se sueldan todos los demás polines de arriba hacia abajo y no olvidando las recomendaciones de calidad de soldadura antes descritas (ver figura 6-17).



figura 6-17: Obrero soldando en la solera todos los polines de arriba hacia abajo de la cumbrera

Después de haber soldado todos los polines sobre la solera de coronamiento, se procede a soldarlos sobre la viga macomber, dejando siempre una soldadura de calidad y apegada a las especificaciones técnicas. Luego, se sueldan unos pedazos de varillas, en la cuerda inferior de cada polín de longitud igual a dos veces el ancho de la viga macomber con el objeto de que el empalme sea resistente.

Estando todos los polines soldados, se procede a limpiar con cepillo de alambre las zonas afectadas por soldadura, para posteriormente aplicarle pintura anticorrosiva de acuerdo a las especificaciones. La pintura se le aplica no por fines decorativos; sino, como protección a los polines.

6.5.1.4 Trazo para la colocación de Cubiertas

Para la colocación de la cubierta de techos, debe estar totalmente terminada la estructura de soporte, además, ésta debe ser satisfactoriamente recibida por el encargado de la obra.

Terminada y recibida la estructura de soporte, se da paso a la colocación de la cubierta de techos; para lo cual en primer momento el techador pregunta al ingeniero en que dirección está el viento dominante, esto con el objeto de que la colocación de la lámina es en el sentido contrario a la dirección de viento dominante.

Para que el techador comience a preparar las láminas para su colocación debe sacar primero una escuadra; esto con el objeto de que al momento de la colocación de las mismas, éstas no queden endentadas, es decir, que unas queden más fuera que otras.

La escuadra, la saca el techador en las paredes donde comienza a techar, es decir, en la dirección contraria al viento dominante. Generalmente, estas paredes son la de mojinete y una perpendicular a ésta.

Para sacar la escuadra, el techador, sujeta una regla con clavos de acero en la parte más alta del mojinete y en la solera de coronamiento; de la misma forma clava otra regla en la parte baja de la pared de mojinete. En los extremos de estas reglas, inserta unos clavos que es donde amarra el cordel que le servirá de línea al momento de colocar las láminas. Las pitas deben estar en todo momento paralelas al rostro de la pared y a una distancia de la misma a criterio del techador; pero regularmente esta distancia es lo que sale la cubierta de la solera de coronamiento, (ver figura 6-18)



figura 6-18: Pita colocada paralela a la pared de mojinete para alineación de láminas

También, para que el trazo esté completo y el techador de inicio a la colocación de las láminas el obrero debe colocar otras reglas de manera similar en la pared perpendicular a la pared de mojinete en la parte baja; asimismo, tiende una pita perpendicular a la pared de mojinete y a la vez esta pita es paralela a la pared perpendicular al mojinete. Esta última pita está colocada en la cumbrera, con el objeto de poder dejar justo la distancia que ocupará el capote al momento de su colocación así como poder controlar su línea (ver figura 6-19).



figura 6-19: Pita perpendicular al mojinete para marcar distancia del capote

6.5.1.5 Corte y Colocación de Láminas

Terminado el trazo para la colocación de las láminas, el obrero procede a la preparación de éstas en cuanto a los cortes para los empalmes. Previo a los cortes el techador tiene que estar claro cual es la dirección de los vientos dominantes ya que de esto depende la ubicación del corte de cada pieza, o sea, que si la colocación va ser de derecha a izquierda, entonces, los cortes serán para las láminas superiores en la parte inferior izquierda y para las láminas inferiores en la parte superior derecha; de manera inversa se realizan los cortes si la colocación de las láminas es de izquierda a derecha, es decir, los cortes se harían, en la parte inferior derecha de cada lámina superior y en la parte superior izquierda de cada lámina inferior. El corte es de media onda en el ancho por el largo equivalente al traslape longitudinal que se va a emplear (14 a 20 cms

corrientemente). Los cortes regularmente se realizan con sierra o serrucho teniendo el sumo cuidado de no dañar la pieza, (ver figura 6-20).



En varias ocasiones, es común que el obrero marque con lápiz de color visible el ancho y el largo de lo que va a cortar y así evitar errores.

El corte para el traslape, es necesario que en las piezas que se practiquen queden al beso, esto con el objeto de evitar filtraciones de agua en la época lluviosa.

Preparadas las piezas, el techador junto a su ayudante las transporta hasta el techo, teniendo el cuidado de que no reciban ningún daño, y en el caso más general atendiendo las recomendaciones del fabricante en cuanto al manejo de las unidades.

Si la colocación la comienza de derecha hacia izquierda, la primera lámina que coloca es la de la esquina inferior izquierda del techo, teniendo el cuidado que esté al beso con las pitas que para tal fin colocó en un principio. De no estar al beso, el obrero la manipulará de tal forma de ponerla al beso con la línea. En ningún momento debe sujetarla con tramos, hasta que estén colocadas todas las piezas, es decir, solamente

debe dejarlas exactamente en su lugar, posterior a la pieza de abajo, coloca la pieza de arriba. Esta, debe quedar sobre la pieza de abajo atendiendo las especificaciones en cuanto a traslape se refiere. En caso de no existir éstas se traslapara no menos de 20cms. Debe hacerse hincapié, que la primera hilera vertical debe colocarse de manera completa y respetando las líneas de las pitas y así de esta manera evitar cualquier desajuste.

El obrero debe revisar la posición de la lámina superior, con relación a la pita y así garantizar la distancia adecuada para la colocación de los capotes.

Las láminas se colocan de abajo hacia arriba y en hileras verticales perfeccionadas (ver figura 6-21).



Una vez colocadas la primera hilera vertical, revisada que esté a línea con los cordeles que para tal fin se colocaron, se procede a colocar todas las demás láminas de la misma forma.

Por cada hilera que el techador coloque debe revisar que no vayan quedando endentadas; asimismo, que los traslapes queden totalmente al beso; también, debe revisar que el empalme sea tal que todas las piezas queden contenidas en un solo plano inclinado. El que las láminas queden contenidas en un solo plano inclinado cobra vital importancia para evitar filtraciones de agua, así como empozamientos de la misma en el techo, (ver figura 6-22).



figura 6-22: Obrero revisando que las láminas estén en un mismo plano

6.5.1.6 Sujeción de Láminas

Terminada la colocación de la cubierta de techo lo que falta es sujetarlo con tramos.

Para comenzar a sujetar las piezas con tramos en primer momento es necesario perforar las piezas; pero, para que la perforación sea exactamente en el lugar adecuado, es decir, para que el agujero quede justo sobre la cuerda del polín donde el tramo estará anclado, el obrero coloca una pita o cordel bien tenso y es este cordel el que le indica la posición de la cuerda del polín (ver figura 6-23).



figura 6-23: Cordel guía para la perforación de las láminas

Teniendo la pita bien tensa, la cual es la guía para la correcta perforación, el obrero procede a marcar la ubicación de las futuras perforaciones con lápiz de color visible, (rojo o azul). La marca, la hace el obrero justo en la cresta de cada lámina a perforar (ver figura 6-24).



figura 6-24: Obrero marcando las crestas a perforar

Luego de efectuar las marcas, el auxiliar prepara el taladro, la broca de diámetro adecuado, la extensión, etc.

Preparada la herramienta para efectuar la perforación, el obrero y su ayudante se dedican a perforar las piezas justo en las marcas que para tal fin realizó el obrero, (ver figura 6-25).

Para efectuar la perforación, el obrero debe tener cuidado de haber sujetado correctamente la broca al taladro; asimismo, debe mantener perpendicular el taladro a la superficie que está perforando; también, debe de ensayar el tramo en el agujero de manera que éste quede con una holgura adecuada al momento de colocar definitivamente el tramo.

Perforados los agujeros, el techador y su ayudante proceden a la colocación de los tramos. Para la colocación de los mismos, el techador no debe olvidar colocarle arandela plana metálica; pero, la arandela que deberá estar en contacto con el techo será del tipo fieltro y sello de álbasela para asegurar la impermeabilidad; dicho de otra manera, la arandela que está en contacto con el techo es muy parecida al hule; por otra parte, al momento de socar la arandela lo debe hacer de tal forma de no llegar a

fracturar la pieza; asimismo, se debe utilizar una llave fija o corona o en su defecto una perica bien regulada a la cabeza del tramo, (ver figura 6-26).



figura 6-25: Perforación de láminas con taladro



figura 6-26: Sujeción de tramos

En ningún momento debe el techador comenzar a socar los tramos hasta que todos estén colocados, es decir, durante la colocación de hasta el último tramo todos deben permanecer solamente enroscados; el objeto de no socar los tramos, es para permitir cualquier ajuste en las láminas, o sea, poder moverla de tal forma que si un tramo o varios no han quedado debidamente en su lugar se puedan regular hasta quedar en la posición adecuada par socarlos.

Durante la colocación de los tramos, aún deben estar tendidas las pitas que para realizar los agujeros utilizó el obrero, eso lo hace con el objeto de que el tramo quede anclado en la cuerda adecuada.

El proceso cíclico de colocar bien la arandela metálica, la arandela de fieltro, asegurarse que el tramo quede colocado en la posición correcta en relación a la cuerda del polín se hace de la misma forma para todos los tramos.

6.5.2 Estructura de Madera

6.5.2.1 Trazo y elaboración de tijeras

Para comenzar a trazar las tijeras, debe haberse terminado las paredes y en la solera de coronamiento deben haber quedado anclados unos pines de diámetro de 3/8" mínimo y separados a una distancia de 80 cms a lo largo de las paredes que no son de mojinete. En la práctica esta medida la equiparan con la de una vara.

Para el trazo de las tijeras el carpintero, en primer momento saca el centro de las paredes paralelas y opuestas que son de mojinete con una cinta métrica. Esta distancia la marca con lápiz de color visible (regularmente rojo o azul); además, con una plomada sube este punto al vértice que forma la pared de mojinete en la parte alta y ahí inserta unos clavos de acero y sobre éstos amarra un cáñamo bien tenso, ver

El objeto de amarrar el cáñamo y tensarlo es porque éste le dará la altura y la pendiente de las tijeras.



figura 6-27: Cáñamo entre mojinetes para el trazo de la tijera

Otra pita que el carpintero sujeta es la que va de rostro externo a rostro externo en las paredes opuestas y paralelas que no son de mojinete, con el objeto de poder determinar la longitud de la base del triángulo que forma la tijera.

Otra manera de conocer esta distancia es leerla directamente con una cinta en una cualquiera de las paredes de mojinete; siempre que la medida se tome del rostro externo a rostro externo. De no tomarse desde estos rostros, la tijeras quedarían cortas.

Conocidas estas distancias, es decir, la distancia horizontal de la base de la tijera así como su altura, se procede a trazar este triángulo horizontal sobre el terreno utilizando el carpintero cualquier método siempre que le garantice medidas exactas.

La superficie que el carpintero elija para el trazo debe ser lo más horizontal posible y sobre los puntos que determine las medidas antes descritas debe insertar unos pines de diámetro de 3/8" como mínimo.



Figura 6-28: Pines hincados en el terreno que determinan la geometría de la tijera

Una vez realizado el trazo, el carpintero comienza la elaboración de las tijeras; para lo cual en primer momento revisa los cuartones, es decir, que no estén demasiado torcidos, con nudos que se consideren dañinos, averiados y en general que la madera tenga todas las características de calidad.

Revisada la madera, el carpintero mide la distancia de los lados iguales del triángulo isósceles y a esta medida la aumenta en al menos unos 40 cms; ya que, en estos empalmaran los demás cuartones. Teniendo esa medida los hace pasar a través de los pines y les marca la falsa escuadra con la ayuda de una pita que para tal objeto colocó durante el trazo.

Marcada la falsa escuadra, el obrero se dedica a cortarlos ya sea utilizando serrucho o cierra eléctrica siempre que durante el corte respete la falsa escuadra que ha sido marcada. De la misma forma lo hace para los dos cuartones que forman los lados iguales del triángulo isósceles.



figura 6-29: Marcado de la falsa escuadra en cuartón

Preparadas las patas de las tijeras el obrero las une primero con clavos de 4" o de acuerdo al espesor de la madera, luego le hace unas perforaciones con un taladro y en éstas introduce unos pernos de rosca ordinaria con arandela plana para darle mayor estabilidad al marco.

Con el objeto de darle mayor estabilidad al marco, en cuanto a la carga viva y muerta que va soportar, le clava y emperna un pedazo de cuartón paralelo a la base de la tijera y a unos 80 cms bajo la altura de la misma, ver Figura 6-28.

Este pedazo de cuartón, se le hacen unos saques en los extremos utilizando la sierra eléctrica y una herramienta manual llamada "jasuela" para no tener problema al momento de empalmarlo. Este pedazo de cuartón se conoce en el área de la construcción como "chabalcón".

De la misma forma se preparan todas las demás tijeras y una vez se tengan todas se almacenan en un lugar donde no puedan sufrir ningún daño, ver figura 6-30.



figura 6-30: Tijera Armada

6.5.2.2 Colocación de Tijeras

Para la colocación de las tijeras en primer momento, el obrero tiene que alistar los andamios, escaleras, lazos y todo aquello que le sirva al momento de subir cada una de las tijeras. De no tener andamios, lo que regularmente se hace es que en las esquinas de las paredes se tiran cuartones colocados de plan, de tal manera que desempeñen la función de burros, como se muestra en la figura 6-31.

Preparados los andamios, lo que el obrero junto con sus ayudantes hace es amarrar ambas patas de la tijera con lazos, garantizando el nudo y así de esta manera evitar accidentes al momento de subirla.

Amarradas ambas patas de la tijera, se suben al menos dos auxiliares a la pared con el objeto de tomar la tijera una vez ésta se encuentre a su alcance; asimismo, al menos dos auxiliares cargan la tijera en peso y la suben hasta que ésta es tomada por los auxiliares que están en la parte superior de la pared, ver figura 6-32.



Subidas todas las tijeras, el carpintero comienza a preparar toda la herramienta que necesitará para la colocación de las tijeras tales como: taladro, martillo, brocas, machete, plomadas, cáñamos, etc.

Posteriormente, coloca la pita justo en los clavos que están en los vértices del mojinete, teniendo siempre el cuidado de que la pita este bien tensa; teniendo la pita tensa, el carpintero junto con sus auxiliares coloca la tijera en posición vertical muy cerca de los pines donde irá. Las primeras tijeras que se colocan son las que van cerca de las paredes de mojinete a una distancia no más de 80 cms.

Estando colocada la pita la que va de mojinete a mojinete, y el vértice de la tijera esté en tal posición que bese y no bese la pita, es entonces el momento para que el carpintero marque con un lápiz de color visible la posición donde perforará el agujero con el taladro como se muestra en la figura 6-33.



figura 6-33: Perforación de agujero con taladro

Perforadas las patas de la tijera, se procede a colocarla para lo cual se levanta simultáneamente de ambos extremos y es entonces cuando se coloca justo en los pines que para tal fin se dejaron anclados en la solera de coronamiento.

Una vez colocadas las tijeras que están cerca de las paredes de mojinete, el carpintero procede a plomearla, es decir, a dejarla de tal manera que ésta quede contenida en un plano vertical.

Una vez a conseguido el plomo clava unas reglas sobre la tijera que van desde ésta hasta la solera de coronamiento y así de esta manera no perder el plomo de la tijera.

El plomo de las tijeras restantes se logran con paralelas, es decir, tomando la distancia con la cinta métrica desde la base de la tijera que está a plomo hasta la tijera que se está plomeando; asimismo, tomando la distancia desde el vértice de la tijera que está a plomo hasta la tijera que se está plomeando.



Colocadas y plomeadas todas las tijeras, lo que resta al carpintero es sujetarlas; pero, deberá hacerlo de tal manera que éstas queden contenidas en un solo plano inclinado. El objeto de que todos los cuarterones que forman cada una de las patas de la tijera queden contenidos en un solo plano inclinado es con vistas al momento de

colocar la cubierta de techo, es decir, para que no vaya a quedar batido o sea unas tejas más altas que otras.

Para lograr esto lo que hace el carpintero, manteniendo la pita que va de mojinete a mojinete, tender otra pita en la parte baja de las patas de los cuartones. Cada una de estas pitas tiene que estar a una misma cota, es decir, no debe estar una pita más alta que la otra; sino la pita del mojinete totalmente horizontal, asimismo las pitas de la parte baja.



Tendidas las pitas lo que puede suceder en la parte baja es que el cuartón este muy bajo o muy alto. En el primer caso lo que hace el carpintero es colocar una cuña de madera entre el cuartón y la solera y de esta forma se corrige el error (ver figura 6-36), en el segundo caso lo que se hace es desbastarle al cuartón con una garlopa hasta alcanzar el nivel deseado.



figura 6-36: Colocación de cuña para aumentar el nivel de la tijera

Estando todos los cuartones a un mismo nivel entonces es cuando el carpintero da inicio a la sujeción de los mismos, o sea, a doblar con una barra de uña los pines que para tal fin quedaron anclados en la solera de coronamiento; además de doblarlos, les asesta unos golpes con el martillo garantizando la sujeción de las tijeras.

6.5.2.3 Trazo y enreglado

Una vez terminado de colocar los cuartones se inicia la colocación de reglas, para lo cual el obrero debe primero efectuar un trazo. Para efectuar el trazo se debe colocar una pita exactamente de mojinete a mojinete; otra en la parte baja de las tijeras, esta última debe salir al menos unos 50 cms del rostro externo de la pared que no es de mojinete y otras en los rostros externos de las paredes de mojinete, debiendo sobresalir al menos unos 25 cms de el rostro de la pared, (ver figura 6-37).



figura 6-37: Trazo del enreglado

Teniendo el trazo realizado se reparte la posición de la regla de arriba hacia abajo, utilizando la cinta métrica y solo en las tijeras que están cerca de las paredes de mojinete. La distancia a que se debe separar la posición de la regla pacha depende del largo de la teja (ver figura 6-38).

Luego de haber repartido la posición de la regla se coloca ésta; pero antes sobre cada una de las marcas que el carpintero haya dejado con lápiz de color visible sujeta una pita, con el objeto de que las reglas de ese punto no pierdan la línea ya que difícilmente se encuentra en el mercado regla pacha con una longitud superior a las siete varas (ver figura 6-39).

Generalmente, la colocación de las reglas se hace desde la parte inferior a la parte superior de las tijeras.



figura 6-38: Medición de posición de las reglas



El obrero debe clavar la regla según la posición de las pitas y asegurarse además, que estas lleven al menos dos clavos de 2" en cada tijera; asimismo, la regla debe salir en la pared de mojinete hasta tocar la pita que para tal objeto se ha colocado previamente en el trazo.

De igual manera se colocan todas las reglas hasta llegar a la cumbrera donde hay una pequeña diferencia, la cual consiste en que las reglas de la cumbrera van, prácticamente, "al beso" con el objeto de no tener problema al momento de colocar las tejas de la cumbrera.

Para el enreglado el carpintero debe tener cuidado de seleccionar la regla que va estar utilizando, es decir, debe revisar que no este torcida, con nudos dañinos, que tenga la longitud necesaria para cubrir el claro entre tijeras, que no este averiada, y en general que garantice calidad en el entarimado. Por otro lado si es necesario, le da una especie de curado con aceite para motores de vehículos ya quemado o diesel con el objeto de protegerlo de la acción de las termitas (comejenes).

Para terminar el enreglado, se cortan con un serrucho o sierra eléctrica todas aquellas reglas que hayan sobresalido de la línea determinada por la pita que ha sido colocada en la parte externa del rostro de la paredes de mojinete (ver figura 6-40). Además, se deben cortar todos aquellos cuartones que sobresalgan de la línea que determina la pita que ha sido colocada en la parte baja de la tijera (ver figura 6-41).

Para cortar estos cuartones en primer momento el carpintero marca con lápiz de color visible y con la ayuda de una escuadra la posición exacta donde pasará la sierra, esto con el objeto de que al momento de colocar un canal no vaya a tener problema el hojalatero que el canal quede torcido; además, debe cortarse porque estos cuartones salidos le restan una buena visión al entarimado de madera.



figura 6-40: Reglas no uniformes en los extremos que deben de ser cortadas



6.5.2.4 Trazo y colocación de teja

Para comenzar a colocar la teja, el obrero debe antes efectuar un trazo, es decir, colocar una pita exactamente de mojinete a mojinete; otra en la parte baja de las tijeras y justo sobre las patas de la tijera y al beso con las mismas y otras en los rostros externos de las paredes de mojinete justo encima de las reglas que para tal fin fueron clavadas.

En las paredes iguales y opuestas que son de mojinete y en las reglas que sobresalen de estas se debe clavar una o unas reglas pchas hasta cubrir toda la longitud de la pared de mojinete. Esta regla debe sobresalir de la regla que ha sido colocada no más de 7cms, tal como se muestra en la figura 6-42.

La colocación de esta regla cobra vital importancia, en el sentido de que la teja no se vaya a deslizar de ese lado de techo.



De manera parecida a se clavan las reglas en las reglas perpendiculares a las paredes de mojinete, también clava otras en la parte baja de las tijeras justo en los cuartones, de igual manera debe sobresalir no más de unos 7 cms. Otra forma de garantizar que la teja no se deslice por el lado del frente es colocando dos reglas pachas juntas.

Colocadas estas reglas, los auxiliares proceden a subir las tejas teniendo el cuidado de no quebrarlas durante esta actividad; asimismo, las colocan cerca del área a techar en grupos regularmente de 10 tejas; además descansando donde esté un cuartón no así donde solo haya regla (ver figura 6-43).



figura 6-43: Tejas sobre la tarima para iniciar el entejado

Teniendo las tejas sobre la tarima, el trazo hecho, las reglas clavadas en su respectivo lugar, el obrero comienza a entejar.

Para comenzar a entejar lo hace de abajo hacia arriba, y comienza a lo largo de una cualquiera de las paredes de mojinete; además, coloca dos hiladas de tejas puestas de canal y con la parte ancha hacia arriba, teniendo el cuidado de que la teja adyacente superior vaya encima de la de abajo; asimismo, debe tener cuidado con el traslape entre teja y teja para evitar filtraciones de agua en la época lluviosa. El traslape entre teja y teja no debe ser menor de 10 cms.



figura 6-44: Colocación de tejas

Colocadas las dos hiladas de tejas puestas de canal, el obrero continúa el entejado colocando justo encima, entre estas dos hiladas puestas de canal, una hilada de tejas puesta de capote. Al colocar esta hilada debe tener el cuidado que vaya la parte ancha de la teja hacia abajo; además, que la teja superior caiga sobre la inferior; asimismo, debe de tener sumo cuidado con el traslape para evitar filtraciones de agua.

La segunda hilada de tejas de capote que el carpintero coloca es la que va de la primera hilada puesta de canal paralela a la pared de mojinete hasta la regla pacha clavada paralela a la pared de mojinete que es la que impide el desplazamiento de las tejas en ese plano.

Luego que llega a la cumbre y por cada par de hiladas que llegan a ésta coloca las tejas que van en la cumbre. Las tejas que están en la cumbre se deben pegar con mortero a una proporción pobre, regularmente de 1:4.

El proceso de colocar las tejas de abajo hacia arriba y en líneas (hiladas paralelas puestas de canal hasta llegar a la cumbre, luego entre estas hiladas colocar

la hilada puesta de capote y posteriormente colocar las tejas de la cumbre es básicamente el proceso que el obrero sigue durante todo el entechado.



6.5.3 Cielo Falso

Para iniciar la colocación del cielo falso, primero el obrero lee en planos el nivel que contendrá éste. Luego tomando como base el banco de marca o de otro cualquier nivel fijo conocido en la edificación, traslada a la pared el nivel que tendrá el cielo falso. Generalmente este nivel es marcado en las esquinas de las paredes del área a cubrir con el cielo falso, como se muestra en la figura 6-46.

Luego a partir de estas marcas, se tiende una pita o cordel a la altura de las marcas hechas anteriormente en la pared, la pita utilizada debe de ser previamente “llenada” con pintura. Antes que la pintura seque, esta pita es tensada lo más que se pueda por dos auxiliares y cuando está lo suficientemente tensa, es tomada y halada del centro hacia fuera de la pared por otro auxiliar, el cual, luego suelta la pita para que ésta haga contacto en toda la longitud de la pared, quedando marcada en toda su extensión la línea de la pita, siendo esta marca el nivel que tendrá el cielo falso, tal como se muestra en la De manera Similar se realiza para todas las paredes que

conforman el área a “encielar”. Después de haber marcado todas las paredes, se procede a realizar el trazo de las riostras que sostendrán las piezas del cielo falso.



figura 6-46: Medición y marcado de nivel del cielo en la pared



figura 6-47: Marcado de nivel de cielo con pita pintada

El trazo se hace de forma análoga al trazo del ladrillo de piso, es decir, se toma la pared de mayor longitud como base del “fajeado”.

Estando hechas las marcas en las paredes del perímetro, se procede a colocar las riostras que irán pegadas a la pared (generalmente ángulos de aluminio) a la altura de las marcas en todas las paredes. Estando colocados las riostras de las paredes, se marca en las riostras o en las paredes perpendiculares a la pared de mayor longitud, la distancia del ancho o el largo (dependerá de la forma de las piezas y en la forma que se quieran colocar) de las piezas a partir de la pared de mayor longitud. Luego de esto en las marcas se insertan unos pequeños clavos en los cuales se tiende una pita. A partir de esta pita se tiende otra perpendicularmente a ésta, generalmente haciendo uso del método 3-4-5, como se muestra en la figura 6-48.



Habiendo tendido esta pita perpendicular a la primera, se coloca la primera riostra “al aire” (generalmente las riostras “al aire” o centrales son “tees” de aluminio), perpendicular a la pared de mayor longitud. Teniendo colocada esta riostra, se mide a partir de ésta la distancia de separación entre riostras, para después colocar las siguientes hasta cubrir en ese sentido el área a encielar.

Luego de haber colocado las riostras de menor longitud, se coloca la primera riostra paralela a la pared de mayor longitud en la posición de la pita colocada paralela a la pared de mayor longitud.

Se continúa de la misma forma que para el sentido realizado primero: se marca en las riostras perpendiculares la distancia de separación de las riostras, para colocar las siguientes riostras en estas marcas hasta cubrir toda el área, como es mostrado en la figura 6-49.



figura 6-49: Riostras colocadas en ambos sentidos

Se debe de tener cuidado a la hora de hacer el trazo que las “cuchillas” queden en el área menos visible del espacio a encielar.

Las intersecciones de las riostras “al aire” o centrales, se deben de sujetar a la estructura de techo con alambre galvanizado N° 16, esto para evitar deflexiones en las riostras.

Estando colocadas todas las riostras, se procede a la colocación de las piezas, las cuales al colocarse deben de asegurarse con “pasadores”. Estos pasadores son colocados en agujeros que poseen las tees de las riostras, asegurando dos piezas continuas.

CAPITULO VII

"PISOS"

7 PISOS

7.1 GENERALIDADES

Se conoce como piso a la capa superior de material que recubre la superficie del suelo firme o la de un entrepiso.

La función de los diversos materiales para pisos es la de proteger de la humedad y suciedad del terreno natural las superficies interiores o exteriores de una edificación o sus obras complementarias en contacto con el suelo, además de lograr una superficie uniforme y nivelada.

Entre las principales características que debe poseer un piso, tenemos:

- Constituir un elemento decorativo

- Proporcionar una superficie plana por la cual se pueda transitar con comodidad
- Su limpieza e higiene debe de realizarse con comodidad

Entre otros, pueden mencionarse los siguientes materiales:

- Ladrillos de cemento
- Terrazo
- Mármol
- Cerámica
- Cemento (concreto)
- Baldoza de barro

Además existen elementos complementarios que tienen como función la de proteger las partes inferiores de las paredes cuando se realiza la limpieza de los mismos; estos elementos son conocidos con el nombre de “zócalos” y generalmente son del mismo material que el del piso.

7.2 PISOS DE LADRILLO DE CEMENTO

El ladrillo de piso está formado por dos o más capas, la inferior obtenida con una mezcla de cemento Pórtland y arena; la superior compuesta de cemento blanco y a título enunciativo, pero no limitativo, polvo de mármol, grano de mármol, pigmentos y otros materiales con el objeto de obtener una superficie lisa, resistente al desgaste y buena presentación.

Hasta ahora han sido los más utilizados en nuestro medio debido a su economía y a que presentan buenas características como resistencia y apariencia.

Las formas más comunes en las que se presentan son las cuadradas, aunque existen en forma de rombo, rectangulares, en forma de “L” y otras. Las superficies de estas unidades se presentan generalmente en una gran variedad de colores y figuras: Lisos y Decorados.

Las unidades “lisas” poseen un solo color en toda la superficie y los decorados poseen diversas formas y figuras que al estar terminado el piso su apariencia es muy agradable a la vista.

Las dimensiones son de 20 x 20 , 25 x 25 y 30 x 30 cm con un espesor de de 1.0 a 1.5 cm aproximadamente.

Dentro de las pruebas que se le hacen a los ladrillos de piso tenemos: flexión, impacto, desgaste, absorción y compresión.

En nuestro país se usan las siguientes especificaciones para las pruebas mencionadas anteriormente:

- Módulo de ruptura a la flexión Mínimo 15 Kg/cm²
- Impacto Mínimo 5 cm
- Desgaste (400 revoluciones) Máximo 1 mm
- Absorción (24 horas de inmersión) Máximo 12%
- Compresión Mínimo 50 Kg/cm²

7.3 PISOS CERÁMICOS

Los Pisos cerámicos presentan las siguientes ventajas sobre el piso de ladrillos de cemento:

- Mayor facilidad en su limpieza
- Mas variados diseños
- Mejor presentación
- Mejores propiedades

En nuestro país, no existen especificaciones que rijan a las unidades de cerámica, por lo que se toman las especificaciones que proveen los fabricantes, reguladas por normas europeas, es por eso que estas especificaciones pueden variar de un fabricante a otro. A continuación se presentan las especificaciones de las unidades de cerámica producidas por el grupo Porcelanite.

ESPECIFICACIONES DE CERAMICA DE GRUPO PORCELANITE	
Resistencia a la Abrasión	PEI III - PEI IV
Absorción de agua	3 al 4 %
Resistencia a la Flexión	350 kg/cm ²

Coeficiente de Fricción	0.4 - 0.5
Resistencia al rayado	4 – 7 MOHS

Las dimensiones más comunes de las piezas de los pisos cerámicos son de 20 x 20 , 33 x 33 , 40 x 40 y 50 x 50 cm, con un espesor que oscila entre 7 y 10 mm.

La principal y más grande desventaja frente a los pisos de ladrillos de cemento es su costo, ya que es mucho más elevado que los primeros.

La instalación de los pisos cerámicos debe de efectuarse con pegamentos especiales a base de cemento, los que incluyen polímeros y aditivos para garantizar mejores resultados, en ningún momento los fabricantes recomiendan la utilización del cemento Pórtland o cemento blanco para su instalación.

La proporción para preparar la pasta de pegamento, generalmente se mezclan 3 litros de agua con 10 kg de pegamento. Ya mezclado éste debe dejarse reposar por un período de 10 a 15 minutos antes de utilizarlo.

Además del pegamento de las unidades, en las juntas o sisas entre piezas, se coloca otro tipo de pegamento, conocido como “boquilla”.

Existen diversos tipos de pegamentos y boquillas, tanto en sus propiedades como en apariencias, usando el más indicado de acuerdo al tipo de pieza, uso del piso, decoración y hasta por razones económicas.

7.4 PISOS DE CONCRETO

Generalmente se usan pisos de concreto en zonas de circulación exteriores de la vivienda, aunque también son muy utilizados en el interior de fábricas o bodegas. Pueden ser de concreto simple o reforzado (losas).

7.5 PROCESOS CONSTRUCTIVOS

7.5.1 Pisos de Ladrillos de Cemento

Para enladrillar directamente sobre el terreno, éste tiene que haber recibido una preparación previa, es decir, si existiera materia orgánica, suelo arcilloso debe

removearse y sustituirse por material selecto aprobado por el ingeniero encargado de la obra con el objeto de evitar problemas de asentamientos en el piso; asimismo, el terreno debe estar totalmente limpio, de clavos que se utilizaron para el repello de paredes u otra actividad, desperdicios de mortero el cual se utilizó para el pegamento de bloque o ladrillo u otra actividad, aserrín, partículas de suelo sueltas, etc.; también, el terreno debe estar a nivel, o sea, el terreno debe estar contenido en un plano horizontal.

Preparado el terreno, se procede a determinar la cota que corresponde al nivel de piso terminado, de conformidad con los planos y especificaciones técnicas.

Determinada la cota, el ingeniero de la obra le da un nivel al albañil, mejor conocido en nuestro medio como un punto de salida. Este punto generalmente es una sisa de una pared ya construida, el asiento de una viga, la repisa de una ventana, el cargador de una puerta, o en general la altura de parte de la obra que ya esté construida.

Teniendo ya el punto de salida, el albañil lo que hace es trasladar este nivel utilizando la manguera hacia las paredes que forman el perímetro del área que será enladrillada. Teniendo marcado este nivel en las paredes perimetrales con lápiz de color visible, (rojo o azul) el albañil posteriormente lo traslada a un punto más bajo, pero teniendo el cuidado de respetar el espesor de ladrillo, de mortero, de hormigón, de luz entre el piso ya terminado y las puertas. Posteriormente, el obrero traslada este punto utilizando un nivel de caja a un pedazo de varilla de diámetro no menos de la del N° 3 que él hinca en el terreno, con el objeto de que en éstas sujetará las pitas que le servirán de guía al momento de pegamento del ladrillo, como se muestra en la Figura 7-1.

Teniendo ya los puntos ubicados en los pedazos de varillas, se procede a la colocación de una capa de hormigón con un espesor de 3.0 a 4.0 cms en promedio, que servirá de protección contra la humedad del suelo y para evitar agrietamientos en el enladrillado, ver Figura 7-2.



Figura 7-1: Marcado de nivel de piso terminado

Las capas de hormigón regularmente las colocan los auxiliares halando el hormigón en carretillas con llantas de hule, y luego volcando este material en el terreno. El material es regado utilizando palas, azadón, con la cuchara de albañil e incluso aunque no es muy recomendable hasta con la mano al momento de colocar el ladrillo de tal manera de conquistar el espesor indicado anteriormente.



Figura 7-2: Capa de Hormigón

Luego de haber colocado la capa de hormigón, el albañil comienza por sacar una escuadra, es decir, trazar un ángulo recto horizontal basado en el método 3-4-5 de manera similar a como se explicó en el capítulo II de obras preliminares. La escuadra la saca el obrero tomando como cateto uno de los lados más largos del edificio; además, paralela a este lado toma una distancia arbitraria regularmente unos 2.0 cms más que el tamaño del ladrillo. El tomar una distancia mayor que la del ladrillo es para salvar cualquier irregularidad de la pared en esta distancia. A esta distancia el obrero hince unos pedazos de varilla de diámetro no menor de una varilla del N° 3. En esta varilla el obrero sujeta una pita y la tensa muy bien (ver Figura 7-3).

Esta pita está colocada paralela a la pared de mayor longitud y a una cota exactamente igual a la cota de piso terminado.



Luego de haber colocado la pita paralela al lado mayor se coloca otra perpendicular a la pita que ya está colocada con el cuidado de que ambas estén a la misma altura, es decir, ambas pitas deben estar al beso. El sacar esta escuadra cobra vital importancia para que el piso quede contenido en un solo plano horizontal.

Habiendo trazado ya la escuadra, el albañil procede a preparar el ladrillo, es decir, el ladrillo es introducido en un recipiente con agua limpia con el objeto de que éste no absorba el agua del mortero al momento del pegamento; asimismo, prepara la cuchara de albañil, el nivel de caja, la cinta métrica, el martillo de hule, la batea donde colocará el mortero, las pitas y en general la herramienta que utilizará para el pegamento del ladrillo.

Teniendo preparada las herramientas y el ladrillo el obrero procede a preparar el mortero en una cualesquiera de las siguientes proporciones: 1:3,1:4,1:5; aunque, estas proporciones serán tomadas de lo especificado en los planos y especificaciones técnicas.

Habiendo preparado la herramienta, material y mortero se comienza a pegar el ladrillo, para lo cual en primer momento el obrero tensa bien las pitas que le servirán de guías. Estas pitas, las coloca una paralela a la otra y a la altura de piso terminado; además, amarradas en unos pedazos de varilla de diámetro no menos de la N° 3 (ver Figura 7-4).

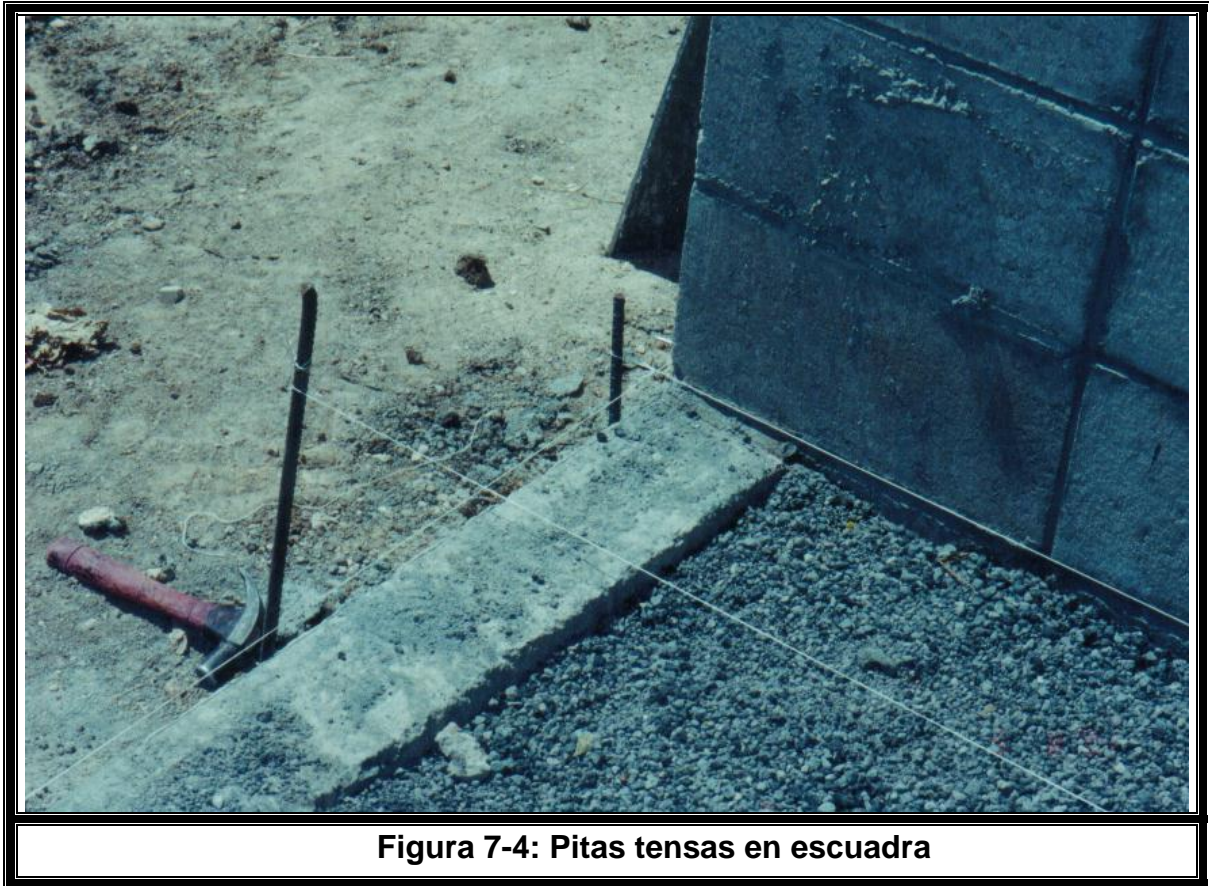


Figura 7-4: Pitas tensas en escuadra

Colocadas las pitas para fajear, el obrero comienza el pegamento del ladrillo, para lo cual satura de agua la zona donde regará el mortero con el objeto que no sea alterada la relación agua- cemento; además, coloca una capa de mortero de espesor apropiado donde descansará el ladrillo el cual deberá quedar a nivel, lo cual lo determina la altura de la pita; además, el nivel de cada pieza lo determina utilizando un nivel de caja, ver Figura 7-5; si en un momento determinado el ladrillo no estuviera a la altura de la pita el obrero lo regula dándole unos ligeros golpes con el martillo de hule,

con el mango del mismo, o con un pequeño trozo de madera elaborado para tal fin, como se muestra en la Figura 7-6.



Figura 7-5:Utilización del nivel de caja

Además de verificar a través de la pita que el piso quede contenido en un solo plano, el obrero debe estar pendiente de la juntas, es decir, éstas deben presentarse en líneas ininterrumpidas y uniformes en ambas direcciones, sin topes; también, las juntas deben interceptarse formando ángulos rectos en ambas direcciones. Para lograr juntas nítidas el obrero coloca por cada par de ladrillos adyacentes separadores metálicos, pudiendo ser éstos de alambre galvanizado o clavos de diámetro adecuado, tal como se muestra en la Figura 7-7.



Figura 7-6: Golpeado de ladrillos para lograr el nivel requerido



Figura 7-7: Separadores para garantizar uniformidad de las sisas.

El proceso de pegamento se continúa de la misma forma hasta formar un rectángulo, el cual es básico para complementar el pegado del ladrillo. Estas primeras hileras de ladrillo se conocen en el campo de la construcción salvadoreño como fajeado de ladrillo (ver Figura 7-8).

Las fajas deben quedar sino totalmente al beso con las paredes perimetrales; pero al menos lo suficientemente cerca de las mismas (de 2.0 a 3.0 cms.); asimismo, éstas deben estar a nivel, ya que de la buena formación de las fajas depende el éxito de un excelente enladrillado; porque éstas son las guías para que luego el albañil sólo vaya llenando. Llenando se le llama al proceso de ir formando cada vez rectángulos menores hasta llegar a cubrir toda el área que está comprendida entre las fajas.



Figura 7-8: Fajas en el perímetro del área a enladrillar

En el proceso de llenado, ya no es necesario ir sacando escuadras, basta con que el albañil desplace el cáñamo una distancia igual al ancho del ladrillo más el espesor de sisa en los lados paralelos del rectángulo de las fajas.

Por otra parte, durante el llenado siempre es necesario revisar el nivel, la sisa, la humedad del ladrillo, que las pitas no sean movidas y así garantizar que los niveles sean correctos, el mortero, que el ladrillo esté en buenas condiciones, es decir que no esté averiado, manchado, descascarado, rayado, etc.; asimismo, es importante que durante el pegamento y después de terminado el mismo el obrero tenga cuidado de no caminar ni él, ni otras personas sobre la zona que ha sido ya enladrillada. Esto cobra vital importancia, en el sentido de evitar deformaciones en el piso; además, en el proceso de llenado el obrero debe hacerlo de tal manera que le evite caminar sobre el piso recién colocado, o sea, el llenado lo hace de la parte más interna hacia la más externa del edificio.

Terminado el llenado del enladrillado, el obrero procede a cubrir las cuchillas, es decir, aquellos espacios comprendidos entre una cualquiera de las paredes y las primeras fajas. Es recomendable, que las cuchillas queden en las zonas menos vistosas y nunca a la entrada de un edificio, ya que ello le restaría belleza al piso.

Para cortar las cuchillas el obrero toma bien las medidas de éstas con la cinta métrica y a esa medida la corta haciendo uso de la pulidora. Nunca se debe cortar el ladrillo utilizando el filo de la cuchara.

Para el pegamento de las cuchillas, se debe atender las mismas recomendaciones como si se estuviera pegando unidades enteras.

Una vez se tenga pegado todo el ladrillo incluyendo las cuchillas, el obrero procede al zulaqueado del mismo aproximadamente a las 48 horas después que se pegó la última unidad.

El zulaqueado o estucado consiste en hacer penetrar una pasta de cemento blanco o gris con bajo contenido de álcalis en las sisas.

Para preparar la pasta el albañil utiliza un recipiente limpio, regularmente la prepara en cubetas o en las carretillas, se asegura de que la pasta este totalmente bien fluida.

Teniendo la pasta preparada, el albañil vuelca ya sea la cubeta o la carretilla en la zona que comienza a zulaquear. Generalmente, el zulaqueado se comienza desde el interior hasta el exterior del edificio (ver Figura 7-9).



Figura 7-9: Pasta regada para zulaquear el piso

El proceso de hacer pasar la pasta a través de las juntas se logra utilizando una escoba nueva, o un rodillo totalmente limpio. El proceso termina hasta que la sisa esta completamente llena.

Generalmente es difícil llenar solamente las sisas; así que, el ladrillo también se llena de pasta y es entonces cuando el obrero coloca sobre la zona zulaqueada unas capas de aserrín totalmente limpio para limpiar la pasta que ha quedado en el ladrillo y de esta manera que la pasta quede solamente en las sisas.

Otro material regularmente utilizado para limpiar la pasta al momento del zulaqueado es la arena fina, la cual es colocada en delgadas capas y limpiada con bolsas que tuvieron cemento, como se muestra en la Figura 7-10.



Figura 7-10: Limpieza de la pasta sobre el piso

Terminada la limpieza de la pasta ya sea con aserrín o arena fina, el obrero hace una limpieza detallada con una escoba nueva o usada pero en buenas condiciones con el objeto de que el ladrillo quede totalmente limpio de aserrín o arena fina.

Finalizada la limpieza del ladrillo, el obrero procede la colocación de los zócalos. Estos se colocan con el objeto de proteger la parte inferior de las paredes, cuando se hace limpieza a los pisos; además, para cubrir los pequeños desajustes que existan entre el piso y la pared.

El pegamento del zócalo se sujeta a las mismas recomendaciones que para el pegamento de unidades enteras de ladrillo; asimismo debe cubrir todo el perímetro de la zona enladrillada; además, la sisa que se le deje a éste debe quedar en línea recta con la sisa del piso.

7.5.2 Pisos de Cerámica

7.5.2.1 Fajeado para colado de losa

Para comenzar a fajar la losa de concreto donde se pegará la cerámica es necesario que el terreno esté totalmente preparado, es decir, el terreno debe estar nivelado; limpio de cualquier contaminante al concreto (grasas, pedazos de madera, partículas de suelo sueltas, aserrín, etc.); debidamente compactado, si fue removida alguna capa de suelo y sustituida por material selecto debidamente autorizado por el encargado de la obra.

Posteriormente se traslada el nivel de piso terminado a las paredes perimetrales correspondientes al área a fajar, para lo cual el encargado de la obra, tiene que tomarlo directamente de los planos.

Leído este nivel, el ingeniero de la obra civil se lo entrega al obrero, asimismo, le entrega un punto de salida, es decir, un punto que ya tenga cota conocida (la repisa de una ventana, el cargador de una puerta, el asiento de una viga, etc) y que esté relacionada con el nivel de piso terminado.

En el traslado de la cota de nivel de piso terminado juega papel importante, la salida desde el banco de marca, ya que es de este punto donde se han tomado todas las cotas por encima o por debajo de éste.

Teniendo ya el punto de salida, (cualquiera de los antes mencionados) se traslada utilizando la manguera; desde luego, atendiendo todas las recomendaciones que para esta actividad se han presentado antes.

Estando marcado el nivel de piso terminado en las paredes perimetrales correspondientes a la zona a colocar cerámica se traslada a unos pedazos de varillas no menores de la del N° 3. Estos pedazos de varillas se hincan en el terreno cerca de las intersecciones de las paredes, separados de éstas no más de 5 cm, con el objeto de amarrar en ellas unas pitas que determinarán la altura de piso ya terminado, (ver Figura 7-11).

Luego de haber colocado las pitas a la altura de nivel de piso terminado, el albañil revisa esta cota (ver Figura 7-12).



Figura 7-11: Traslado del NPT a las varillas



Estando ya colocadas las pitas y revisadas, el obrero procede a colocar la malla de acero (electromalla). Para la colocación de éstas el obrero mide con la cinta métrica el largo y el ancho del área a trabajar; posteriormente, corta la malla de acero haciendo uso de una tijera u otra herramienta para cortar a las medidas adecuadas.

Si el largo y ancho del área a cubrir son mayores que el ancho y largo nominal de las mallas de acero; entonces, se tendrá que hacer traslapes atendiendo las longitudes de traslape que para esta actividad figuren en los planos y especificaciones técnicas.

Teniendo preparada la malla de acero, ésta se coloca de tal forma que pueda ir amarrada temporalmente con alambre de amarre a los pines que se hincaron en el terreno; además, la malla debe ir aislada del terreno, para lo cual se le colocan helados de concreto simple, con el objeto de que la malla no esté en contacto directo con el suelo y además evitar que se oxide; asimismo, para que al momento del colado fluya con gran facilidad el concreto bajo la malla de acero (ver Figura 7-13).



Figura 7-13: Trozos de bloque usados como helados

Colocada la malla, el obrero procede a la formación de fajas de mortero, para lo cual en primer momento prepara la herramienta, es decir, la cuchara, la cinta métrica, el nivel, las pitas, la batea, etc. Toda la herramienta que el obrero utilice para formar las fajas debe estar totalmente limpias antes de utilizarla; también, además de preparar la herramienta, el obrero debe preparar el mortero en cualquiera de las siguientes proporciones: 1:3,1:4,1:5.

Preparado la herramienta y el mortero, el albañil satura de agua la zona donde colocará el mortero, con el objeto de no alterar la relación agua-cemento del mortero. En la zona saturada de agua el obrero coloca capas de mortero utilizando la cuchara de albañil hasta alcanzar el nivel que determina la pita que esta sujeta a los pines.

La capa de mortero que está cerca de la pita, debe quedar totalmente horizontal, para lo cual el obrero le pasa la plancha cuantas veces sea necesario hasta que la faja quede completamente horizontal (ver Figura 7-14).



Figura 7-14: Uso de la plancha para lograr la horizontalidad de la faja

Por otra parte, la proporción de mortero que se utiliza para la capa que esta al beso con la pita es regularmente de 1:2, con el objeto de que no quede demasiado agregado medio encima; sino, agregado muy fino, es decir, para que se presente una superficie con un fino acabado, ver Figura 7-15.



El objetivo de que las fajas presenten un buen acabado, es porque para el pegamento de la cerámica sólo se utiliza pega de cerámica, de tal manera que en la elaboración de las fajas está en gran medida el éxito o el fracaso del pegamento de la cerámica; además, en éstas se apoyará el codal que estará en las manos del obrero al momento del colado, de tal manera que las fajas son las guías para que la losa donde descansará la cerámica quede totalmente horizontal.

7.5.3 Colado de Losa para Piso de Cerámica

Terminado el fajeado, se procede al colado de la losa para lo cual en primer momento se procede a preparar el equipo, material y herramientas para realizar el colado, o sea, la concretera deberá ser aceiteada, lubricada, limpiada, revisada en términos generales y ubicada en un lugar estratégico cerca del colado; asimismo el cemento debe ser apilado cerca de la concretera y en un lugar estratégico; también el

agregado grueso y fino estará situado de forma estratégica; además, el agua debe estar cerca de la concreteira, regularmente ésta es almacenada en barriles que estén limpios de grasa y aceites para mantener la calidad del concreto.

Por último se debe preparar la herramienta, es decir las palas, cucharas, carretillas en el sentido que éstas deben estar totalmente limpias antes del colado; además, no se deben pasar por alto revisar los pedazos de varillas que se utilizarán para la vibración del concreto; asimismo se deberá elaborar unos codales de madera (regla preparada por un carpintero, de muy segura horizontalidad) con el objeto de controlar el nivel de colado de la losa para la cerámica (ver Figura 7-16).



Figura 7-16: Utilización del codal para controlar el nivel de la losa

Por otra parte, el tránsito entre el lugar donde estará ubicada la concreteira y la losa de fundación para piso debe estar libre de obstáculos: no deben existir en este paso madera, material selecto, piedra, acero de refuerzo y en general nada que interrumpa el libre tránsito entre la batea y la losa, esto con el objeto que la cadena de hombres que halarán el concreto con la carretilla y lo depositarán en la losa puedan hacer un ciclo completo de ida y vuelta sin tener ningún atraso.

Por otra parte antes del colado hay una preparación del personal que estará involucrado en el colado, o sea, el ingeniero de la obra le asigna una tarea al personal antes, durante y después del colado, es decir, habrán personas encargadas para manejar la concreteira, para depositar los materiales de acuerdo a dosificaciones en la concreteira, para colocarlo de la batea a las carretillas, para transportar el concreto y depositarlo en la losa, para vibrarlo, para controlar el nivel del colado con el codal y por último estará la figura principal del ingeniero de la obra desempeñando el papel de la administración general de esta actividad; además éste debe revisar que el concreto cumpla con las especificaciones de su fabricación.

En ningún momento el encargado de la obra debe permitir la utilización de vibrador mecánico, es decir, el vibrado será manual utilizando pedazos de varillas para la compactación del concreto; asimismo, el residente del proyecto velará porque el concreto sea curado al menos una hora después de haber sido colocado en su lugar.

Teniendo preparado todo lo anterior se elige la parte más interna por la que se comenzará el colado hacia la más externa; asimismo, se satura de agua la zona donde caerá el concreto, con el objeto de no alterar la relación agua-cemento; además, se debe revisar que el área esté totalmente limpia de aserrín, aceites, grasas y en general de cualquier sustancia contaminante al concreto que pueda afectar su calidad y resistencia.

Preparado, equipo, herramienta, material, personal de acuerdo a cada una de las funciones que desempeñaran en el colado se comienza halar el concreto desde la concreteira de manera ordenada y atendiendo las recomendaciones para el transporte del concreto, es decir, evitando la segregación del mismo; además, al momento de colocarlo lo harán de tal manera de evitar la separación de los agregados, para lo cual se coloca el concreto sobre la losa a muy baja altura y no lanzándolo.

Cada carretillada de concreto que sea depositada en la losa será regada con la cuchara de albañil, vibrada con la varilla de 3/8" de manera tal que no halla segregación; además, será perfectamente nivelada utilizando el codal que para tal fin fue elaborado.

El auxiliar debe tener sumo cuidado en la forma como pasa el codal, pues en todo momento debe apoyarse en las fajas; ya que éstas son las guías para que el colado quede completamente horizontal (ver Figura 7-17).

Este ciclo de fabricar el concreto, voltearlo en la batea, transportarlo, depositarlo y vibrarlo es ininterrumpido hasta finalizar el colado.



Figura 7-17: Pasado del codal apoyándose en las fajas

Después del colado de la losa para piso de cerámica, el concreto debe ser protegido del sol con el objeto de evitar un secado prematuro y excesivo antes de que éste tenga una dureza suficiente; también, se deben prevenir daños mecánicos eventuales como golpes violentos o cargas aplicadas que pudieran afectar su resistencia. El concreto se debe mantener húmedo, cubriéndolo permanentemente con una capa de agua. En nuestro medio lo que se hace es cubrir la losa con bolsas que contenían cemento saturadas de agua y asignarle la tarea a un auxiliar que constantemente esté saturando estas bolsas.

Luego de colada y curada la losa, durante al menos unos tres días o de acuerdo a las especificaciones, se da comienzo al trazo para el pegamento de la cerámica.

7.5.4 Trazo y colocación de Cerámica

Para comenzar a colocar la cerámica, en primer momento el obrero saca una línea paralela a la pared de mayor longitud. Para sacar esta paralela lo hace utilizando la cinta métrica, midiendo la misma distancia en dos diferentes puntos de la pared. Esta distancia es dos veces el ancho de la pieza de cerámica que se utilizará más el ancho de sisa. En el lugar que se consiga esta distancia, el obrero la marca con lápiz de color visible y además inserta unos clavos de acero; ya que en éstos se sujetará las pitas que le darán línea y altura de la cerámica al momento de colocarla.

Teniendo metidos los clavos, el obrero amarra las pitas y las tensa exactamente a la altura que se pegará la cerámica.

Realizado el trazo para la colocación de la cerámica, el auxiliar procede a la preparación de la pasta, con la cual pegará la cerámica. Esta pasta regularmente es preparada en cubetas; aunque raras veces es preparada en bateas de madera. Cualquiera que sea el depósito en que se prepare éste debe estar limpio y debe revolverse el pegamento con el agua, de acuerdo a la dosificación del tipo de pegamento a utilizar, haciendo uso de la cuchara de albañil hasta formar una masa uniforme.

Preparada la pasta el obrero procede a la colocación de ésta con la cuchara de albañil en un área aproximada que pueda pegar unas seis piezas o en las que de acuerdo a su experiencia no vaya a desperdiciar material y tiempo, ver Figura 7-18.



Figura 7-18: Colocación de pasta con la cuchara de albañil

Regada la mezcla con la cuchara de albañil, puede quedar ésta a una altura no adecuada para el pegamento de la cerámica razón por la cual, posterior a la colocación de la pasta con la cuchara, el obrero la riega utilizando una raqueta que es una especie de lámina rectangular con un endentado en la parte inferior. El endentado tiene básicamente la altura que se necesita de pasta para la correcta colocación de la cerámica, tal como se muestra en la Figura 7-19.

Regada la mezcla, el obrero se dedica a la colocación de las piezas, para lo cual utiliza las pitas, ya que son éstas la que le dan la línea de las mismas; asimismo, las piezas se deben colocar en parejas, de tal manera que dos lados externos de las piezas estén al beso con las pitas y los otros dos lados paralelos a los anteriores se encuentren entre sí formando la sisa; de la manera similar se coloca la siguiente pareja adyacente, ver Figura 7-20.



Figura 7-19: Riego de pasta utilizando raqueta o peineta



Figura 7-20: Pegamento de piezas en parejas

Por cada par de piezas de cerámica que el obrero coloque, debe verificar su completa horizontalidad, para lo cual primero las manipula directamente con las manos; también, utiliza el nivel de caja, hasta alcanzar la horizontalidad requerida; además, si alguna de las piezas ha quedado demasiado alta con relación al nivel de la pita, la hace llegar asestando unos ligeros golpes con el martillo de hule, pero sin llegar a fracturar la pieza, tal como se muestra en la Figura 7-21.



Figura 7-21: Golpeado de las piezas con martillo de hule para alcanzar el nivel requerido

Niveladas las piezas de cerámica, el obrero coloca los separadores de tal manera de formar una cruz, es decir, esta disposición geométrica de los separadores es para garantizar la calidad de la sisa en ambos sentidos, es decir, éstas deben presentarse en líneas ininterrumpidas, sin ondulaciones y uniformes en ambas direcciones, sin topes; también, las juntas deben interceptarse formando ángulos rectos en ambas direcciones (ver Figura 7-22).



Luego de colocar los separadores, el obrero los deja por un tiempo prudencial o hasta que la pasta se haya secado; posteriormente los quita para su reutilización en el resto del pegamento.

El obrero y su ayudante deben tener sumo cuidado con la limpieza de cada una de las piezas inmediatamente después de su colocación; ya que regularmente durante el colocado las piezas quedan llenas de pasta; también, cuando se hace llegar la pieza a su nivel la pasta es erutada a través de las juntas, formando rebabas de pasta en cada una de las piezas (ver Figura 7-23).

Para corregir este problema de limpieza, el auxiliar, espera solo a que las piezas estén sin peligro de ser movidas y entonces hace una limpieza cuidadosa y detallada. En primer momento quita las rebabas de pasta con la ayuda de una espátula de plástico; pero sin rayar la pieza, posteriormente le pasa una esponja saturada con agua y seguidamente lo limpia con una franela limpia y seca.

Por otra parte, además de limpiar las rebabas de pasta acumuladas en las juntas y sobre la pieza, el obrero debe limpiar las rebabas de pasta acumuladas en los alrededores de las piezas de la cerámica, es decir, aquella parte de la pasta que esta sobre la losa (ver Figura 7-23).



Esta limpieza la realiza el auxiliar con una raqueta metálica, con el sumo cuidado de no rayar la cerámica. El objeto de quitar esta rebaba es para no perjudicar la adherencia de las nuevas hiladas de cerámica que se pegarán adyacentes a las que ya están. El proceso de pegamento se continúa de la misma forma hasta cubrir la longitud total de la pared a la cual se le sacó la paralela.

Para continuar con el pegamento en otra hilada se traza un ángulo recto en el extremo de la faja ya terminada, es decir, el obrero saca un escuadra basado en el método 3-4-5 de manera similar a como se explico en el capítulo II de obras preliminares. La escuadra la saca el obrero tomando como cateto la faja de cerámica que está ya colocada; además, esta escuadra la deja marcada en el piso de concreto

con clavos de acero y en ellos amarra las pitas que le servirán de guías en el pegamento de las piezas.

Si cuando el obrero saca la escuadra, las piezas no quedan exactamente al beso con la pared de la misma forma que como resultó con la primera hilada, se deben dejar estos espacios conocidos en el área de la construcción como cuchillas.

De la pita que define la escuadra entre la faja ya pegada, nuevamente se mide dos veces el ancho de la cerámica a colocar. En el lugar que marque esta distancia nuevamente la señala con lápiz de color visible (rojo o azul); asimismo, sobre dichas marcas inserta clavos de acero; además, en éstos sujeta la pita que le dará la línea y exactamente el mismo nivel de la primera hilera de unidades ya colocadas. Teniendo ya trazada la nueva hilada, continúa el pegamento de la misma forma que como lo hizo para la primera faja de piezas.

Por otra parte el proceso de colocación de cerámica, continúa de manera similar a como se ha realizado con las primeras hiladas hasta llegar a formar un rectángulo básico. Este rectángulo básico, debe estar completamente a escuadra; además, las hiladas no necesariamente deben estar al beso con la pared por las irregularidades que éstas presentan en cuanto a línea y escuadra; además, el rectángulo básico debe seguir el perímetro del área a cubrir con cerámica.

Estas primeras hileras de cerámica se conocen en el campo de la construcción salvadoreño como fajeado de cerámica; asimismo, éstas deben estar a nivel, ya que de la buena formación de las fajas depende el éxito de un excelente acabado en la cerámica; porque éstas son las guías para que luego el albañil sólo vaya llenando.

Llenado se le llama al proceso de ir formando cada vez rectángulos menores hasta llegar a cubrir toda el área que está comprendida entre las fajas.

En el proceso de llenado, ya no es necesario ir sacando escuadras, basta con que el albañil desplace el cáñamo una distancia igual al ancho de la pieza más el espesor de sisa en los lados paralelos y opuestos del rectángulo de las fajas.

Por otra parte, durante el llenado siempre es necesario revisar, el nivel, la sisa, la humedad de la pieza de cerámica, que las pitas no sean movidas y así garantizar que los niveles sean correctos, la pasta, que la pieza esté en buenas condiciones, es decir que no esté averiada, manchada, descascarada, rayada, etc.; asimismo, es importante

que durante el pegamento y después de terminado el mismo el obrero tenga cuidado de no caminar ni él, ni otras personas sobre la zona que ha sido ya terminada. Esto cobra vital importancia, en el sentido de evitar deformaciones en el piso y hasta el poder llegar a quebrar una pieza.

En el llenado el obrero debe hacerlo de tal manera que le evite caminar sobre el piso recién colocado, o sea, el llenado lo hace de la parte más interna hacia la más externa del edificio.

Terminado el llenado, el obrero procede a cubrir las cuchillas, es decir, aquellos espacios comprendidos entre una cualquiera de las paredes y las primeras fajas. Es recomendable, que las cuchillas queden en las zonas menos vistosas y nunca a la entrada de un edificio, ya que ello le restaría belleza al piso de cerámica.

Para cortar las cuchillas el obrero toma bien las medidas de éstas utilizando la cinta métrica y a esa medida la corta haciendo uso de la cortadora. Nunca se debe cortar la cerámica utilizando el filo de la cuchara, alicates, cincel u otra herramienta que no sea la cortadora. Para el pegamento de las cuchillas, se debe atender las mismas recomendaciones como si se estuviera pegando unidades enteras.



Figura 7-24: Cortado de cuchillas utilizando la cortadora

CAPITULO VIII

"ESCALERAS"

8 ESCALERAS

8.1 GENERALIDADES

Una escalera es un medio de acceso a los pisos de un edificio que permite a las personas ascender y descender de frente, sirviendo para comunicar entre sí los diferentes niveles de un edificio.

8.2 PARTES DE LA ESCALERA

Toda escalera está compuesta por dos elementos principales: La estructura sustentante y los peldaños.

Estructura Sustentante:

La estructura sustentante es la que recibe las cargas y sobrecargas que gravitan sobre la escalera, transmitiéndolas a las paredes o a la estructura del edificio. La estructura de la escalera, a su vez puede apoyarse sobre un muro o sobre un entramado, mientras que el espacio que queda libre entre los elementos sustentantes verticales en que se apoya se denomina *caja de escalera*.

Además en las escaleras se encuentran las barandillas y los pasamanos.

A las zonas donde inicia la escalera se le denomina arranque, y a la zona donde finaliza se le llama meseta. En algunos casos las escaleras cuentan con una zona plana en su intermedio, a esta zona se le denomina desembarco.

8.2.1 Peldaño

El peldaño es el elemento de la escalera que permite avanzar por ella ascendiendo o descendiendo. Este se compone de dos partes: una horizontal, denominada huella, que es la que permite avanzar; y otra vertical, denominada contrahuella que permite ascender o descender.

Las dimensiones de las huellas y contrahuellas deben cumplir ciertas condiciones para que se pueda subir o bajar con el menor esfuerzo. La proporción más cómoda entre la huella y la contrahuella de los peldaños viene definida por la expresión empírica de Rondelet:

$2 \text{ contrahuellas} + 1 \text{ huella} = 62 \text{ ó } 64 \text{ cms.}$

Los 62 ó 64 cms representa la longitud normal de un paso humano en un plano inclinado, dado que el paso normal de un adulto en el plano horizontal es de 76 cms, mientras que para los niños este valor se reduce a 55. La altura más favorable para la contrahuella es de 17 cms correspondiéndole una huella de 29 cms, aunque en escalinatas o en escaleras de gran circulación, es preferible que las contrahuellas sean menores. Como límites mínimos y máximos señalaremos 11 y 22 cms de altura, siendo las más cómodas las comprendidas entre 14 y 17 cms. La medida de las huellas puede oscilar entre 25 y 30 cms; pero hay que tener en cuenta que siempre es más difícil bajar una escalera que subirla.

Con una huella de más de 32 cms, es fácil al bajar tropezar con el tacón con el borde del peldaño anterior y por otra parte en huellas de menos de 25 cms ya no puede apoyarse el pie de una manera completa.

La huella al encontrarse con la contrahuella casi siempre queda ligeramente prolongada entre 2 y 4 cms, este saliente se denomina *bordón* y sirve para disminuir el desarrollo de la escalera, a la vez que consigue una anchura mayor de huella, este saliente no se toma en cuenta para el avance de la escalera.

Los peldaños se colocan uno a continuación de los otros y forman lo que se denomina un *tramo de escalera*. No se pueden formar tramos de escaleras con un número elevado de peldaños que produzcan fatiga subirlos, por esto deben tener una limitación, la cual está en función de la altura de la contrahuella.

Cuando el tramo de una escalera es demasiado largo se deben de colocar descansos o descansillos entre los tramos.

Los rellanos tienen como misión proporcionar descanso al que sube y deben de tener una longitud mínima igual al paso del hombre (64 cms) o un múltiplo de 64 más el ancho de una huella para poder entrar cómodamente en el tramo siguiente.

El ancho de una escalera es el espacio comprendido entre las caras interiores de las zancas o también la distancia entre el muro de la caja de la escalera y la cara interior de la zanca. La anchura de la escalera es la longitud que tienen los peldaños y puede variar de un peldaño a otro en escaleras compensadas de planta cuadrada o rectangular. La anchura de la escalera o longitud de los peldaños dependerá del tipo de

edificio, la función de la escalera según el servicio a prestar y la circulación de personas a las que se destinará.

La anchura mínima que debe darse a una escalera es de 60 cms, mientras que para el cruce de dos personas, el ancho necesario es de 80 cms, aunque en escaleras de vivienda el ancho mínimo es de 1.0 metro. La anchura de los descansillos es igual al ancho de la escalera.

8.2.2 Barandillas

Las barandillas son elementos de protección colocados a uno o a dos lados de la escalera, según sea su disposición. En algunas ocasiones sólo es necesario que lleve pasamanos. Toda barandilla se compone de dos elementos esenciales: Los barrotes verticales que forman el entramado y el pasamanos, pieza superior en donde se apoya la mano. Cualquiera que sea la forma de sus componentes y la materia del que estén contruidos siempre reciben el nombre de barandillas, excepto cuando están formadas por balustres, en cuyo caso se llaman: balustradas.

Las barandillas tienen mucha importancia dentro del conjunto de la escalera, pues aparte de su utilidad práctica constituyen el principal motivo decorativo de la escalera. Los materiales más corrientemente empleado en la construcción de barandas son la madera y el hierro. La altura total de la barandilla será de 80 a 85 cms tomada en línea vertical desde la huella a la parte superior del pasamano; en la meseta o rellanos (superficie que coincide con el suelo de los pisos cuya finalidad es facilitar la entrada) su altura será de 90 a 95 cms.

Barandillas de madera

Se utilizan principalmente cuando la escalera está realizada también en madera formando un motivo de decoración en casas de campo o viviendas unifamiliares.

Barandillas de hierro

Para la formación de estas barandillas se emplean hierros comerciales cuadrados, redondos, platinas, tubos, etc. Son las barandillas de uso más frecuente y

pueden estar formadas por piezas verticales individuales y también mediante paneles o recuadros fijados en los montantes verticales y el pasamano.

8.3 PROCESO CONSTRUCTIVO

En primer lugar el albañil realiza el trazo de la escalera según lo indicado en planos y especificaciones técnicas.

Luego de tener realizado el trazo, el carpintero procede a armar el asiento de las vigas del descanso y el asiento de las vigas inclinadas, ya que en el final de la escalera, las vigas inclinadas se apoyan en las vigas de la losa del entrepiso, esto en el caso que las vigas inclinadas no estén apoyadas en paredes; de ser así, sólo se realiza la construcción de los asientos de las vigas del (de los) descanso(s) como se muestra en la Figura 8-1.



Figura 8-1: Asientos de vigas en descanso

Teniendo listos los asientos de las vigas, el carpintero realiza la construcción del encofrado de la losa inclinada. Para esto, sigue los mismos pasos que para la elaboración de encofrado de la losa de entrepiso (ver apartado en capítulo III); es decir,

primero coloca los pilotes sobre los que descansarán los burros que sostendrán el asiento de la losa, tal como se muestra en la Figura 8-2.



Teniendo colocados a plomo los pilotes y a nivel los burros, el carpintero coloca el asiento de la losa. Para el asiento de la losa generalmente se utiliza playwood por la ventaja de la superficie terminada, por economía y fácil modulación (ver Figura 8-3).

Luego de haber armado los asientos de las vigas y de las losas se procede al armado de las vigas y el entramado estructural de la losa inclinada (parrilla), de la misma forma como se realizó el armado de las vigas y losas presentados en el capítulo III: Concreto Estructural (ver Figura 8-4).



Figura 8-3: Asiento de losa utilizando plywood



Figura 8-4: Emparrillado de losa

Es de tomar en cuenta durante el armado de la parrilla de la losa, la ubicación de instalaciones eléctricas u otras instalaciones que pudiesen ir dentro de la losa de la escalera, esto con el fin de evitar que estando colada la escalera haya que “picar” para la colocación de estas instalaciones, lo que provoca daños a la estructura.

Posteriormente al armado del refuerzo de las vigas y losas, el carpintero procede al moldeado de las huellas y contrahuellas de la escalera. Se deben de tener cuidado que las contrahuellas deben de quedar a plomo y las huellas deben de quedar a nivel, para lograr esto el carpintero hace uso de su nivel de caja, tal como lo muestra la Figura 8-5.



Una vez terminado el moldeado de las huellas y contrahuellas de la escalera y estando recibidas por el ingeniero residente, se procede al colado y posteriormente al curado. Para estos tópicos, al igual que para el desencofrado se deben de realizar de la misma manera que el de una losa de entepiso.

CAPITULO IX

"CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES"

9 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1 CONCLUSIONES

Luego de terminar este trabajo emitimos las siguientes conclusiones:

- Existe una marcada diferencia entre la teoría y la práctica, ya que en el campo muy pocas veces se atienden lo especificado en normas, no se diseñan los elementos, no se atienden las normas de seguridad, etc.
- El conocimiento de los procesos constructivos de edificios, es de mucha importancia para poder supervisar el desarrollo de éstos con toda propiedad.
- El conocer de procesos constructivos contribuye a que los presupuestos se realicen de manera más objetiva.
- El conocer a cerca de procesos constructivos, mejora la programación de obras; ya que no se basan en simples tablas de rendimiento, sino en datos objetivos.
- El conocer de procesos constructivos, contribuye eficazmente al orden en que se obtienen los materiales en el campo de la construcción.
- Los procesos constructivos, al conocer de éstos se salva cualquier vicio constructivo por oculto que se pretenda hacerlo ver.

9.2 RECOMENDACIONES

En base a lo observado en las visitas de campo y analizado la bibliografía consultada, se llega a recomendarse lo siguiente:

- En toda obra de construcción se deben garantizar las normas básicas de seguridad para trabajadores y visitantes.
- En toda edificación se debe de proporcionar todas las instalaciones provisionales incluyendo las de los trabajadores para el buen desarrollo de las obras.
- En las obras es muy común encontrarse con la sobre-utilización de la madera en los encofrados, por lo que se recomienda evitar esta práctica.
- En la elaboración de los encofrados se debe de realizar en base a diseños y no en base a experiencias previas.
- En general todas las obras de edificación se deben de respetar y apegarse a las normas y especificaciones técnicas.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

- Materiales de Construcción,
Gaspar de la Garza
Editorial Trilla
- Curso Básico de Construcción,
Bailey
Editorial LIMUSA
- Metodología de la Construcción de Edificios de Sistema Mixto, El Salvador,
Universidad de El Salvador, 1970.
Mejía, Daniel Ángel.
- Instructivo para Maestros de Obra, El Salvador, Universidad de El Salvador,
1970.
Pacheco Chacón.
- Normas y Costos de Construcción.
Plazuela Cisneros, Alfredo y Alfredo Anguiano
Editorial LMUSA
- Materiales y Procedimientos de Construcción
Escuela de Arquitectura, Universidad La Valle
Editorial DIANA Vol. I y II
- Enseñanza Práctica para la Construcción de una vivienda
Ing. Amando Vides Tobar
Editorial Piedrasanta, Guatemala

- Reglamento de la Construcción de Concreto Reforzado
ACI 95

- Enciclopedia ATRIUM de la Construcción

- Cimbras: Materiales, Usos y Criterios de Diseño
Richardson
Editorial LIMUSA

- Construcción I, II y III
Folletos ITCA-FEPADE

- Cimentaciones, Vol II
Juárez – Badillo
Editorial LIMUSA