



UNIVERSIDAD  
DEL CAUCA

**PARTICIPACION EN LOS PROCESOS  
DE CONTROL DE OBRA SIGUIENDO  
EL DISEÑO ESTRUCTURAL  
DE LA URBANIZACION NOGALES  
DE LA HACIENDA DE LA CONSTRUCTORA  
ANGLO ANGULO**

MARIA CIELO ORTEGA B.

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
POPAYAN  
2009

**PARTICIPACIÓN EN LOS PROCESOS DE CONTROL DE OBRA SIGUIENDO EL  
DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA URBANIZACION NOGALES DE LA HACIENDA DE  
LA CONSTRUCTORA ANGLO ANGULO**



**INFORME DE PRÁCTICA PROFESIONAL  
PARA OPTAR AL TITULO DE INGENIERA CIVIL**

**MARIA CIELO ORTEGA BOLAÑOS  
COD: 04011121**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCION  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
POPAYÁN**

**2009**

**PARTICIPACIÓN EN LOS PROCESOS DE CONTROL DE OBRA SIGUIENDO EL  
DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA URBANIZACION NOGALES DE LA HACIENDA DE  
LA CONSTRUCTORA ANGLO ANGULO**



**MARIA CIELO ORTEGA BOLAÑOS**  
**COD: 04011121**

**Directora de Pasantía:**  
**Ingeniera: ALEXANDRA ROSAS PALOMINO**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**  
**DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCION**  
**PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**POPAYAN**

**2009**

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	1
1. TITULO DE PASANTIA	2
2. INFORMACION DEL PROYECTO	3
2.1. EMPRESA EJECUTORA	4
3. ANTECEDENTES	6
3.1. MARCO TEÓRICO	6
4. JUSTIFICACIÓN	7
5. OBJETIVOS	9
5.1. OBJETIVOS GENERALES	9
5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
6. METODOLOGIA	11
6.1. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	12
6.2. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES LLEVADA A CABO DURANTE LA PASANTIA	13
6.3. PRESUPUESTO Y FINANCIAMIENTO	14
7. EJECUCION DE PASANTIA	15

7.1. DESCRIPCION GENERAL DEL DISEÑO ESTRUCTURAL PARA LAS VIVIENDAS UNIFAMILIARES NOGALES DE LA HACIENDA	15
7.2. CARACTERISTICAS Y CONTROLES DE TIPO ESTRUCTURAL QUE DEBEN PROPORCIONARSE A UNA CONSTRUCCION DE VIVIENDA SEGÚN EL MANUAL DE CONSTRUCCIÓN, EVALUACIÓN Y REHABILITACIÓN SISMO RESISTENTE DE VIVIENDAS DE MAMPOSTERÍA Y LA NORMA SISMORESISTENTE DEL 98 (NSR 98)	16
7.2.1. Características y controles de los materiales a utilizar para la edificación	17
7.2.2 Características y controles de las principales actividades de tipo estructural en la ejecución de la construcción de la vivienda	20
7.3. TRABAJO DE CAMPO	31
7.4. PROCESOS CONSTRUCTIVOS Y CONTROL DE OBRA DE LA URBANIZACION NOGALES DE LA HACIENDA	32
7.4.1. Construcción de cajas de inspección, excavación de zanjas para redes sanitarias y para la cimentación	32
7.4.2. Instalaciones de las derivaciones sanitarias, armado y colocación del acero para vigas de cimentación y columnas del primer piso	42
7.4.3. Fundición de la cimentación y fundición del piso primario	47
7.4.4. Levantamiento de muros del primer piso y fundición de columnas del primer piso	53
7.4.5. Armado de la formaleta para el segundo piso, armado y colocación de vigas de entepiso, instalación de redes sanitarias y eléctricas para éste piso	57

7.4.6. Armado de las columnas para segundo piso y fundición del entrepiso	62
7.4.7. Desencofrado del entrepiso, instalación de redes eléctricas para el primer piso, levantamiento de muros y fundición de las columnas del segundo piso	64
7.4.8. Formaleta, armado, colocación y fundición de las vigas para cubierta	65
7.4.9. Armado y colocación de la cubierta	67
7.4.10. Repello de muros	73
8. RESUMEN DE DESCRIPCION DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS Y DE CONTROL DE OBRA	77
9. ASPECTOS RELEVANTES DE LA PASANTIA	83
10. DESARROLLO DE LOS OBJETIVOS	86
11. RECOMENDACIONES	89
12. CONCLUSIONES	91
13. BIBLIOGRAFIA	95
14. ANEXOS	96

## **INTRODUCCION**

En este informe se mostrará las diferentes actividades y controles de obra llevadas a cabo durante la construcción de viviendas de dos pisos en la Urbanización Nogales de la Hacienda de la constructora ANGLO ANGULO.

Con este trabajo se trata de resaltar la importancia de llevar a cabo todos los controles de obra necesarios para que un sistema estructural no presente inconvenientes durante el proceso constructivo y responda adecuadamente durante su vida útil para la que fue diseñada.

Dichos controles que deben iniciarse desde la localización y cimentación hasta la terminación total de la obra, consiste básicamente en el adecuado proceso constructivo llevado a cabo con materiales y equipos que cumplan con las normas y especificaciones mínimas requeridas y con el personal apropiado para dichas actividades. Fundamentalmente en este tipo de obras el mayor control debe estar enfocado en la parte estructural y llevarse a cabo controles como recubrimiento y colocación de aceros, espesores y secciones uniformes de columnas y vigas, verticalidad en muros y columnas, adecuada dosificación y mezcla de los materiales (concreto y mortero), colocación y transporte de dichos materiales. Y en fin diversas revisiones y controles que se deben efectuar.

## **1. TITULO DE PASANTIA**

Participación en los procesos de control de obra siguiendo el diseño estructural de la Urbanización Nogales de la Hacienda de la constructora ANGLO ANGULO.





## **2. INFORMACION DEL PROYECTO**

La construcción de viviendas unifamiliares de Nogales de la Hacienda, se encuentra ubicado en la calle 31 N con carrera 7, Licencia de construcción No 3248 del 8 de septiembre del 2008, curaduría Urbana Numero Uno, consta de 43 casas de dos pisos, zonas verde, cancha múltiple, parque infantil, parqueadero para visitantes.

Las casas constan de las siguientes áreas construidas:

Primer piso: Sala con chimenea, comedor, cocina integral, patio jardín, patio de ropas, alcoba del servicio, baño y garaje.

Segundo piso: Tres alcobas; la principal con baño y closet, las otras dos con closet, baño comunitario y estudio, dos habitaciones con balcón.

CUADRO DE AREAS:

Área del lote 112m<sup>2</sup>

Área construida 111.8m<sup>2</sup>

Índice de ocupación 53%

Índice de construcción 0.9

Las casas fueron diseñadas con las NSR-98.

Se encuentran sostenidas en una cimentación de viga corrida tipo T invertida, tipo L y cuadradas con un peralte de 30cm y varillas longitudinales de 1/2" y 3/8"

El sistema estructural es aporticado (mampostería confinada), ladrillo común de resistencia  $f_y = 12$  MPa, losa aligerada con casetón de guadua, cielo raso en panel yeso.

La cubierta diseñada con hojas de asbesto-cemento y teja; teleras de madera según grupo estructural B (NSR-98).

Con acabados en:

Estuco, pintura viniltex, pisos de cerámica, puertas en madera, ventanearía en aluminio, cocina integral y aparatos sanitarios tipo corona.

El sistema de tuberías de agua potable, eléctrica, de gas y sanitaria situada dentro de las respectivas instalaciones.

## **2.1. EMPRESA EJECUTORA**

El 11 de Junio del 2002 se constituye legalmente la sociedad denominada ANGLO-ANGULO & CIA. S.C.A en la ciudad de Popayán.

Los socios gestores de la empresa son: El señor FRANCISCO ANGULO MUÑOZ identificado con la cedula de ciudadanía 10.528.841 de Popayán y socia gestora sustituta, la señora CLARA INES ANGULO DE MOSQUERA, identificada con la cedula de ciudadanía 34.523.489 de Popayán

La sociedad tendrá como objeto social las siguientes actividades:

1. La compra y ventas de lotes de terreno o de otros bienes inmuebles o muebles.
2. La urbanización y parcelación de tierras urbanas o rurales; la construcción de edificios, casas de habitación, conjuntos habitacionales, centros comerciales, o la ejecución de cualquier obra civil.
3. Licitación de obras de ingeniería y construcción para el estado y/o particulares.
4. La administración, arrendamiento y corretaje de bienes inmuebles, y la ejecución de avalúos inmobiliarios.
5. La prestación de servicios de asesoría, consultoría, interventora y análisis en todas las áreas de la ingeniería.
6. La inversión en empresas que se dediquen a la industria de la construcción o industrias conexas.
7. La inversión o participación como socio o accionista en empresas o compañías de cualquier naturaleza.

### **3. ANTECEDENTES**

#### **3.1. MARCO TEÓRICO**

Dada la responsabilidad que representa la construcción de las viviendas unifamiliares Nogales de la Hacienda, y de acuerdo a su sistema estructural utilizado, los responsables de la ejecución del proyecto son: la empresa ejecutora, el diseñador estructural, el ingeniero director de obra y el ingeniero residente, los cuales actuaron en conjunto para llevar a cabo un buen plan de trabajo.

La empresa ejecutora tiene la responsabilidad de entregar a la comunidad un producto como es el caso de la “Urbanización Nogales de la Hacienda” que brinde seguridad y bienestar a la sociedad, y así poder crear una buena imagen y ganar el reconocimiento ante un país, dentro de la normatividad establecida por las leyes Colombianas.

#### **4. JUSTIFICACION**

El proceso de pasantía tuvo entre otros fines, el de adquirir experiencia y aprender de forma directa en la obra los conocimientos adquiridos en la carrera, expresada en la aplicación de conceptos como nivelación, cimentación, colocación de aceros, recubrimiento y traslapes de estos, verificación de verticalidad de los columnas y muros, mezclado y dosificación del concretos y morteros, transporte, colocación y vibrado de estas mezclas, formaletas para las diferentes unidades estructurales, tipo de materiales y equipos utilizados, fuente y calidad de estos , entre otros muchos conceptos y aplicaciones adquiridos. Contando para ello con la participación de los diferentes frentes de trabajo y las asesorías de los ingenieros de la Universidad del Cauca y en especial de la directora de pasantía.

Debido a que por limitaciones de tiempo muchas actividades y procesos a realizar en una obra no son cubiertas totalmente durante la carrera, este proceso ayudo a complementar y a fortalecer la teoría por medio de la observación de las diferentes actividades que se desarrollaron en la obra, como también permitió confrontar los conceptos vistos durante los años de formación académica y así verificar que la teoría y la practica son inherentes.

En este proceso constructivo se aprendió a coordinar el personal de esta obra, así como llevar controles de obra, basados en los conocimientos adquiridos y en la observación diaria y a colaborar en las diferentes actividades que se desarrollaron.

## **5. OBJETIVOS**

### **5.1. OBJETIVOS GENERALES**

- Participar activamente en los procesos de control estructural de las obras civiles diseñadas para la construcción de viviendas unifamiliares en la Urbanización Nogales de la Hacienda ubicada en el norte de la ciudad de Popayán.
- Adquirir la experiencia necesaria en procesos constructivos y de control de obras estructurales en dichas construcciones.

### **5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Revisar las consideraciones del diseño estructural.
- Comparar el diseño desde el punto de vista teórico a la práctica.
- Detectar las falencias del personal a la hora de ejecutar las obras.

- Aplicar los conocimientos adquiridos en la universidad en actividades propias de ingeniería que requieran las diferentes obras a construir.
- Participar en la toma de decisiones y sugerir alternativas, si fuese necesario.
- Hacer un seguimiento de las actividades que se realicen para la construcción de las viviendas.
- Realizar, con la ayuda de los ingenieros interventores, un control de calidad estructural de las obras que se ejecuten para la construcción de dichas viviendas.
- Aprovechar el tiempo que dure el proyecto para llevar a la práctica los conocimientos adquiridos en las diferentes ramas de la ingeniería y en particular en los procesos de control de calidad de la obra.
- Adquirir la experiencia necesaria para enfrentar en un futuro los problemas que se presenten en la ejecución de las obras.



## **6. METODOLOGIA**

El trabajo se realizo, en la constructora ANGLO ANGULO en la Urbanización Nogales de la hacienda de la ciudad de Popayán, en la construcción de viviendas unifamiliares, consistió en la visita frecuente del estudiante a la obra, teniendo como objetivo la observación de los diferentes procesos constructivos y controles estructurales de las obras que se ejecutaron, así como de las actividades complementarias que se realizaron.

Se llevo una bitácora, en el cual se consigno por escrito los avances del proceso constructivo y los controles realizados a dichas actividades. Se hizo un seguimiento conciso de los controles y factores que hacen que un sistema estructural tengan un buen y adecuado funcionamiento. Para ello se emplearon varios materiales, equipos y procesos constructivos adecuados para cada actividad, además de guiarse con las especificaciones y diseño estructural para este tipo de construcciones.

El registro diario se hizo gracias a la colaboración del ingeniero residente, maestro de obra, obreros, y almacenista con los cuales se tuvo una buena comunicación, logrando así un buen ambiente de trabajo.

## **6.1. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES**

El cronograma de actividades estuvo basado en la programación de trabajo realizada por la constructora ANGLO ANGULO, determinada para la construcción de viviendas unifamiliares de la Urbanización Nogales de la Hacienda.

Se asistió a las obras desde el mes de octubre del 2008, comenzando con las actividades de excavación de zanjas para la cimentación, tendido de la red sanitaria y construcción de cajas de inspección; hasta el mes de marzo de 2009 que se alcanzo a desarrollar actividades de repello, dando fe de ello la constructora ANGLO ANGULO, mediante los ingenieros encargados de este proyecto.

Dependiendo del avance de las obras, se registró las principales actividades desarrolladas y se consignaron sus problemas e inconvenientes que pudieron presentarse.

Al final de la práctica, se entregó un informe donde se mostró el avance de la construcción de la Urbanización Nogales de la Hacienda durante la permanencia del pasante.

La sustentación del trabajo de grado (modalidad pasantía), será fijada por el departamento de Construcción, de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad del Cauca.



**6.3. PRESUPUESTO Y FINANCIAMIENTO**

<b>ITEM</b>	<b>COSTO POR MES (\$)</b>	<b>COSTO POR SEIS MESES (\$)</b>	<b>ASUMIDO POR</b>
EQUIPO (computador, cámara digital)	<b>60.000</b>	<b>360.000</b>	Estudiante
TRANSPORTE	<b>60.000</b>	<b>360.000</b>	Estudiante
PAPELERIA Y MATERIAL DE OFICINA	<b>50.000</b>	<b>300.000</b>	Estudiante
CAPACITACION(seminario investigativo, asesoría profesor estructural )	<b>200000</b>	<b>1'200.000</b>	UNICAUCA/ constructora ANGLO ANGULO
HONORARIOS ING. ASESOR (CONSTRUCTORA ANGLO ANGULO)	<b>500000</b>	<b>3'000.000</b>	ANGLO ANGULO
HONORARIOS ING. DIRECTOR (UNICAUCA)	<b>500000</b>	<b>3'000.000</b>	UNICAUCA
OTROS GASTOS (viáticos)	<b>40.000</b>	<b>240.000</b>	Estudiante
<b>COSTO TOTAL(\$)</b>	<b>1'410.000</b>	<b>8'460.000</b>	Estudiante, constructora ANGLO ANGULO, UNICAUCA

## **7. EJECUCION DE PASANTÍA**

### **7.1. DESCRIPCION GENERAL DEL DISEÑO ESTRUCTURAL PARA LAS VIVIENDAS UNIFAMILIARES NOGALES DE LA HACIENDA**

El proyecto de construcción de viviendas unifamiliares Nogales de la Hacienda consistió básicamente en la construcción de 43 casas de dos pisos diseñadas bajo la Norma Colombiana Sismo Resistente del 98 (NSR 98). El sistema estructural utilizado fue el aporticado (mampostería confinada), con columnas de sección de 15cm por 50cm y de 15cm por 100cm con aceros longitudinales de diámetro 3/8" y estribos de diámetro 1/4" separados cada 10cm, vigas principales para el segundo piso de un ancho de 15cm y una altura de 30cm y acero longitudinal de 3/8" con estribos cada 15cm. La cimentación con vigas corrida tipo T invertida, tipo L y cuadradas con un peralte de 30cm y varillas longitudinales de 1/2" y 3/8"

Se utilizó ladrillo común, cielo raso en panel yeso, losa aligerada con casetón de guadua; la losa aligerada con un espesor total de 30cm constituidos con 25cm para altura de los nervios y 5cm para el espesor de la placa. El espesor de los nervios fue de 10cm con acero longitudinal de 3/8" a compresión y a tracción y ganchos de 1/4" cada 20cm. La losa también llevaba acero de retracción y temperatura de 1/4" cada 20cm en ambas direcciones.

La cubierta diseñada con hojas de asbesto-cemento y teja; teleras de madera según grupo estructural B (NSR-98).

La fundición de los elementos estructurales se hizo con mezcla de concreto de dosificación 1:2:3

## **7.2. CARACTERISTICAS Y CONTROLES DE TIPO ESTRUCTURAL QUE DEBEN PROPORCIONARSE A UNA CONSTRUCCION DE VIVIENDA SEGÚN EL MANUAL DE CONSTRUCCIÓN, EVALUACIÓN Y REHABILITACIÓN SISMO RESISTENTE DE VIVIENDAS DE MAMPOSTERÍA Y LA NORMA SISMORESISTENTE DEL 98 (NSR 98)**

Para que una edificación sea segura y funcional durante su vida útil para la que fue diseñada debe poseer ciertas características relacionadas con la geometría, resistencia, rigidez, y continuidad tanto del espacio como de los materiales utilizados. La geometría es importante porque entre mas simétrica sea una vivienda resiste mejor la acción de un movimiento (un terremoto), por eso se recomienda que la vivienda tenga una geometría regular y simétrica con muros en dos direcciones perpendiculares entre sí.

La resistencia en los materiales es importante porque esta permite una respuesta integral de la edificación en caso de sismo, por ello es necesario garantizar uniformidad en el uso de los materiales en los muros, estructuras, cubiertas y demás.

La rigidez es deseable en los elementos que conforman la estructura de la vivienda para que esta se deforme poco cuando se mueva ante la acción de un sismo, por ello se debe garantizar un empalme monolítico como una unidad.

La continuidad también es importante para que la vivienda pueda soportar un sismo por esto es necesario que su estructura sea sólida, simétrica, uniforme, continua o bien conectada. Cambios bruscos de sus dimensiones, de su rigidez, falta de continuidad, una configuración estructural desordenada o voladizos excesivos facilitan

la concentración de fuerzas nocivas, torsiones y deformaciones que pueden causar graves daños o el colapso de la edificación.

En una vivienda los ejes de los muros deben ser colineales y la mampostería con juntas y pegas continuas. Debe existir aproximadamente la misma longitud de muros en las dos direcciones perpendiculares de la vivienda.

### **7.2.1 Características y controles de los materiales a utilizar para la edificación**

Los materiales deben ser de buena calidad para garantizar una adecuada resistencia y capacidad de la vivienda para absorber y disipar la energía que el sismo le otorga cuando la vivienda se sacude.

Materiales frágiles, poco resistentes, con discontinuidades se rompen fácilmente ante la acción de un terremoto.

- **Cemento:**

El cemento debe estar en su empaque original, fresco y al utilizarse se debe asegurar que conserva sus características de polvo fino sin grumos.

El cemento se debe almacenar en un lugar techado, sin contacto con paredes o muros que puedan humedecerlo. Debe colocarse sobre madera o plástico para evitar la humedad proveniente del suelo. Las pilas deben ser de 12 sacos de cemento como máximo y no debe almacenarse por un tiempo mayor de dos meses.

- **Agregados:**

La grava y la arena no deben estar sucias o mezcladas con materia orgánica (tierra), pantano o arcilla. Esto produce que la resistencia del concreto disminuya notablemente o se produzca gran cantidad de fisuras en los morteros.

La piedra o cascajo no debe ser frágil ni tener tamaños mayores a 7 cm.

**Dosificación del Concreto:**

Debe realizarse en forma muy cuidadosa. Se recomienda tener en cuenta la siguiente dosificación (de acuerdo a la Tabla N° 1: Dosificación del concreto) según sea el elemento estructural que se va a construir.

En lo posible, la cantidad de agua (en peso) debe ser la mitad de la cantidad (en peso) de cemento. Las partes se deben medir en el mismo recipiente como balde, tarro o cajón. Para obtener un concreto de buena calidad hay que controlar la cantidad de agua que se le agrega.

<b>Elementos</b>	<b>Cemento</b>	<b>Arena lavada</b>	<b>Grava</b>
<b>Bases</b>	1 parte	2 partes	2 ½ partes
<b>Columnas y Vigas</b>	1 parte	2 partes	2 partes
<b>Dinteles</b>	1 parte	2 partes	3 partes

**TABLA N° 1: DOSIFICACIÓN DEL CONCRETO**

**Mezclado:**

Se recomienda medir las partes de arena y vaciarlas sobre un piso limpio y plano. Añadir las partes correspondientes de cemento y mezclar hasta obtener un color uniforme. Luego añadir las partes de grava y el agua debidamente medidas.

Cuando realice una mezcla de concreto realice la prueba de la bola. Forme una bola con la mezcla. Si no la puede formar le falta agua o arena. Si se le escurre en las manos, se pasó de agua.



**Vibrado:**

Una vez colocado el concreto en el sitio, se debe chuzar con una varilla lisa y recta que tenga una punta redondeada.

El vibrado se debe hacer para eliminar las burbujas de aire en el concreto y evitar futuros hormigueros o huecos en los elementos estructurales que debilitan su resistencia, rigidez y continuidad.

En lo posible se recomienda hacer el vibrado mecánico a los elementos estructurales.

**Curado:**

El concreto necesita tiempo de curado, porque no todas sus partículas reaccionan y se endurecen al mismo tiempo. El tiempo de curado, generalmente, es de una semana. Durante este tiempo se debe proteger el concreto del viento y del sol y debe mantenerse tan húmedo como sea posible especialmente los tres primeros días.

• **Acero:**

El acero se identifica por números, los más usados en la construcción de viviendas de uno y dos pisos se presentan la siguiente tabla (Tabla N°2: Identificación del Acero).

Numero	pulgadas	Observaciones
2	1/4"	Usado para los estribos o flejes
3	3/8"	Usado para el refuerzo longitudinal
4	1/2"	Usado para el refuerzo longitudinal

**TABLA N°2: IDENTIFICACIÓN DEL ACERO**

El refuerzo debe usarse preferiblemente corrugado. Esto mejora la adherencia entre el concreto y el acero.

Antes de vaciar el concreto se debe revisar que el refuerzo este limpio de óxido y grasa, los extremos de las varillas longitudinales deben tener un gancho que sirva para que el refuerzo quede debidamente anclado en el concreto.

- **Unidades de Mampostería:**

Si se utilizan ladrillos para construir los muros éstos deben colocarse totalmente húmedos o saturados de agua, y por el contrario, si se utilizan bloques de concreto, éstos deben colocarse totalmente secos. Utilice preferiblemente ladrillo macizo o tolete. Cuando utilice ladrillo perforado, compruebe que los huecos no constituyen un porcentaje mayor del 25% del área de la sección. La distancia mínima que debe existir entre los huecos y el borde de la pieza debe ser de 2 cm.

**Morteros de Pega:**

La dosificación por volumen no debe ser menor a 1 unidad de cemento por 4 de arena, es decir nunca inferior de 1:4 (cemento: arena).

La cal no reemplaza el cemento pero mejora la mezcla. La cal se debe mezclar con agua (40 kg de cal por 55 galones de agua).

Unas 48 horas después de utilizado, el mortero de buena calidad se deja rayar con un clavo mientras que el de mala calidad se desmorona.

### **7.2.2 Características y controles de las principales actividades de tipo estructural en la ejecución de la construcción de la vivienda**

- **Cimentación:**

La cimentación debe ser competente para transmitir con seguridad el peso de la vivienda al suelo. También, es deseable que el material del suelo sea duro y resistente. Los suelos blandos amplifican las ondas sísmicas y facilitan asentamientos nocivos en la cimentación que pueden afectar la estructura y facilitar el daño en caso de sismo.

El sistema de cimentación debe conformar anillos cerrados, con el fin de que las cargas se distribuyan lo más uniformemente posible sobre el suelo y para lograr que la vivienda sea sólida y monolítica cuando un sismo actúe sobre ella.

Las viviendas deben cimentarse siempre en un terreno estable y deben empotrarse por lo menos 50 cm dentro del terreno. Se debe proteger la cimentación de la acción del agua, es deseable impermeabilizarla para que no se deteriore con el tiempo.

La losa o placa sobre la cual se realiza el acabado del piso se debe vaciar haciendo contacto con los muros de la vivienda sobre un relleno compactado de material seleccionado o recebo.

Materiales no aptos como suelo orgánico o desperdicio deben retirarse del sitio donde se hace la cimentación.

La viga de amarre, o viga de cimentación propiamente dicha, debe ser de concreto 1:2:3 (proporción en volumen cemento: arena: grava), con un espesor mayor al muro que va a recibir y con una altura que no debe ser inferior a 20 cm. Su armadura o canasta debe estar integrada por 4 varillas longitudinales de un diámetro mínimo de 3/8 de pulgada y debe contar con estribos de diámetro 1/4 de pulgada separados cada 20cm entre sí.

Para la cimentación Inicialmente se debe adecuar el terreno, limpiando toda la vegetación, basuras y escombros. Se debe descapotar o eliminar la capa vegetal (maleza, raíces, árboles) hasta encontrar suelo firme.

Es necesario nivelar o enrasar el terreno haciendo excavaciones y rellenos hasta que el terreno quede parejo. Se debe apisonar, humedecer y golpear con un pisón el terreno hasta volverlo firme y duro

El trazado, es decir el pasar las medidas del plano al lote en tamaño real, debe realizarse teniendo en cuenta que es necesario:

Revisar la ubicación de los linderos

Marcar los cruces de los muros o sus ejes

Ubicar los caballetes de replanteo, y

Definir el ancho de la excavación para los cimientos.

La excavación se debe realizar cavando de acuerdo con lo indicado en los planos y según el replanteo en donde se van a levantar los muros.

De ser necesario, se debe mejorar el terreno con material granular compactado y apisonado (recebo compactado). Se debe evitar el encharcamiento de las excavaciones donde se construye la cimentación.

En lo posible, se deben utilizar formaletas de madera en la excavación para garantizar el buen terminado y la calidad del concreto.

Antes de vaciar el concreto, se deben humedecer las caras laterales de la formaleta y el fondo de la misma.

El concreto debe compactarse y vibrarse mediante una varilla y mediante golpes a la formaleta cuando se esté vaciando el concreto. Esto es necesario para homogeneizarlo.

La superficie del concreto debe enrasarse para darle un acabado parejo. Esto facilita la adherencia entre el concreto y el mortero de pega.

Finalmente debe estriarse la superficie donde se van a colocar los muros de mampostería.

Cuando sea necesario pasar a alguna tubería por debajo de la viga de cimentación, se debe procurar realizar las excavaciones antes de vaciar el concreto.

Cuando sea necesario pasar por encima de la viga de cimentación, los tubos pueden atravesar la primera hilada de ladrillos o bloques.

Nunca pase las tuberías por el medio de las vigas o las columnas, dado que se debilita la estructura.

En caso necesario se puede atravesar la viga de cimentación, siempre y cuando el diámetro de la tubería no exceda el orden de 15 cm y se mantengan distancias prudentes a los bordes de la viga.

- **Muros confinados:**

Los muros de mampostería deben estar confinados por vigas y columnas de confinamiento. Deben ser continuos desde la cimentación hasta la cubierta y no deben tener aberturas.

Los componentes no estructurales como muros divisorios, acabados arquitectónicos, fachadas, ventanas, e instalaciones deben estar bien adheridos o conectados. Si no están bien conectados se desprenderán fácilmente en caso de un sismo.

Por esta razón, los muros divisorios y parapetos, deben en lo posible amarrarse o confinarse mediante vigas y columnas para evitar que en caso de sismo, caigan sobre las personas o causen daños materiales al caer sobre otras cosas.

- **Columnas y vigas de confinamiento:**

Una vivienda debe ser capaz de soportar deformaciones en sus componentes sin que se dañen gravemente o se degrade su resistencia. Cuando una estructura no es dúctil y tenaz podrá sufrir colapso total o parcial al iniciarse su deformación por la acción sísmica. Al degradarse su rigidez y resistencia pierde su estabilidad y podría llegar a colapsar súbitamente.

El confinamiento de los muros mediante vigas y columnas de amarre es fundamental para que los muros soporten las fuerzas inducidas por el sismo.

Las columnas y vigas se construyen después de haber levantado en su totalidad el muro que van a confinar. Deben construirse en lo posible: amarres y elementos de confinamiento alrededor de todos los muros y vanos de la estructura.

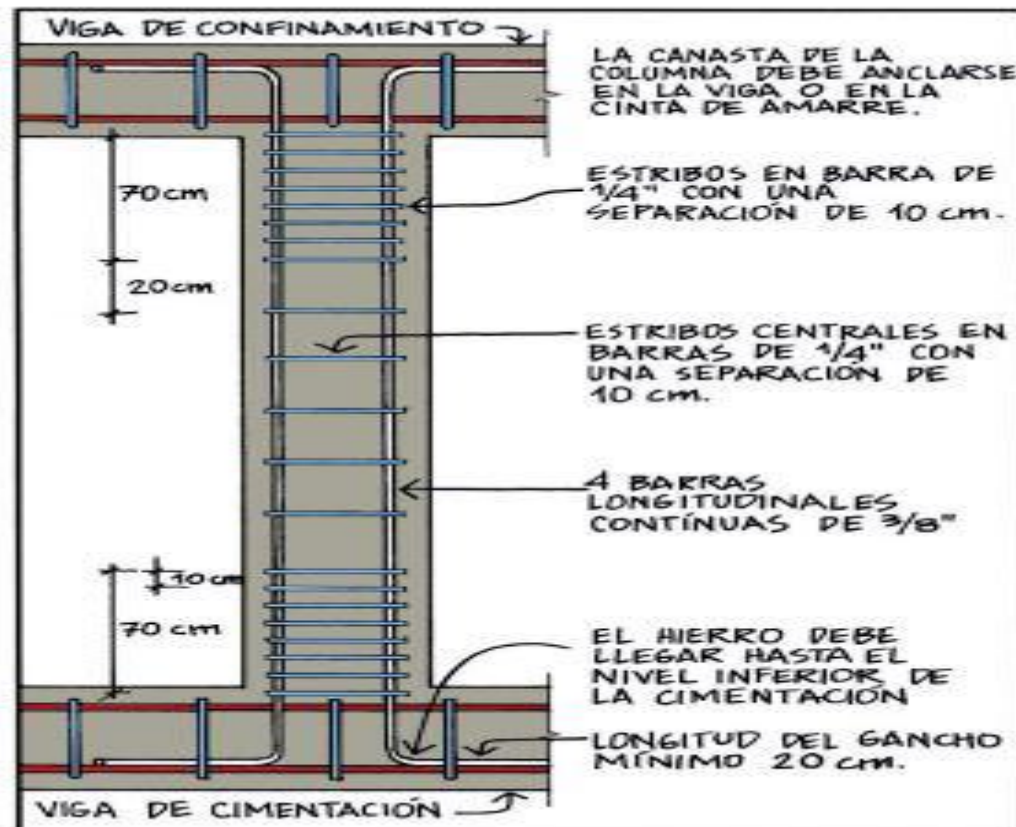
Todos los muros estructurales deben amarrarse entre sí mediante una viga de corona en la parte superior de los mismos o embebida en la losa de entrepiso. La viga de amarre debe ser al menos del mismo espesor del muro y de mínimo 15 cm de altura.

Se deben construir columnas de confinamiento en los extremos de los muros, en la intersección de muros estructurales y en puntos intermedios a distancias no mayores de 35 veces el espesor del muro, o 1.5 veces la distancia entre amarres verticales, o máximo 4 m.

Las culatas en mampostería también deben amarrarse construyendo vigas de corona o cintas de amarre sobre ellas, a manera de elementos de confinamiento.

### Columnas de Confinamiento:

El refuerzo mínimo que debe colocarse en las columnas de confinamiento es el indicado en la figura anexa (Figura N°1: Refuerzo mínimo en una viga de confinamiento).



**FIGURA N°1: REFUERZO MÍNIMO EN UNA VIGA DE CONFINAMIENTO**

La sección mínima de las columnas de confinamiento debe ser de 200 cm<sup>2</sup>. Su ancho mínimo debe ser igual al ancho del muro. El acero no debe doblarse excesivamente en los cambios de espesor de las columnas o al entrar en la cimentación.

No se deben doblar las varillas que se encuentren embebidas en el concreto recién fraguado o endurecido.

El acero debe tener una resistencia mínima de 2400 kg/cm<sup>2</sup>.

La columneta debe ir de la viga de cimentación o zapata hasta la viga superior y su armadura debe contar con los anclajes y traslapes de sus varillas de manera que se logre la continuidad de los elementos de confinamiento.

El doblado de los estribos debe ser de mínimo 8 cm en ambos extremos y el amarre mediante alambre debe ser en forma de 8 o pata de gallina. Debe utilizarse alambre No. 18.

Los estribos deben estar bien amarrados para lograr un buen confinamiento del concreto al interior de la columna o la viga de amarre.

Si los estribos quedan mal doblados o anclados, pueden perder su configuración durante un sismo y su función de confinamiento se perderá. De esta manera el elemento estructural puede perder su capacidad de carga.

#### **Vigas de Confinamiento:**

La armadura o canastilla de las vigas es similar a la de las columnas, con la diferencia que todos los estribos pueden estar separados máximo 20cm entre sí.

En los cruces de los muros las varillas deben formar ángulos rectos y sus traslapes deben tener una longitud mínima de 40 veces el diámetro de la varilla que se traslapa o 50 cm.

#### **Colocación de la formaleta y del acero de refuerzo:**

Las formaletas podrán retirarse después de 24 horas de vaciado el concreto.

En caso de hormigueros, rellénelos con concreto tan pronto como sea posible.

Para evitar hormigueros, no olvide chuzar el concreto y golpear la formaleta para garantizar una adecuada vibración y compactación del concreto.

El concreto de las vigas y columnas debe mantenerse húmedo y protegido del sol y el viento al menos durante los primeros 7 días después de vaciado. El curado del concreto es fundamental para garantizar una buena calidad y resistencia del material a largo plazo.

- **Losas de entrepiso y cubiertas**

Las losas del entrepiso deben ser lo suficientemente rígidas para garantizar que todos los muros se muevan uniformemente en caso de sismo y las cubiertas deben ser estables ante las cargas laterales por lo cual es necesario arriostrarlas.

Si la losa se construye con elementos prefabricados, estos deben unirse entre ellos y deben conectarse a las vigas que rodean la vivienda.

El espesor mínimo de la losa depende del sistema de entrepiso utilizado y del tipo de apoyo o elementos de soporte de acuerdo con la siguiente tabla: (Tabla N°3: Espesores de losa de acuerdo a la condición de apoyo)

**Tabla N°3: Espesores de losa de acuerdo a la condición de apoyo**

TIPO DE LOSA	CONDICIÓN DE APOYO		
	Simplemente apoyada	Un apoyo continuo	Continuo con voladizo
Maciza	L/20	L/24	L/10
Aligerada	L/16	L/18.5	L/8

**Losas Macizas:**

Este tipo de losa consta de una sección de concreto reforzado en dos direcciones.

Dependiendo de cómo esté apoyada, una losa maciza deberá tener mayor cantidad de refuerzo en un sentido que en el otro.

Si la losa dispone de muros de apoyo en los cuatro lados su dirección principal será la del sentido más corto, si es cuadrada cualquiera de los dos sentidos es igual.

Si la losa dispone de muros en solo dos lados (deben ser opuestos), la dirección principal será en la dirección perpendicular a la dirección de los apoyos.

El refuerzo o acero que se le debe colocar a la losa debe seleccionarse de acuerdo con la siguiente tabla (Tabla N°4: Refuerzo a colocarse en losas macizas).



El refuerzo indicado puede utilizarse únicamente para condiciones y cargas típicas de viviendas.

**Tabla N°4: Refuerzo a colocarse en losas macizas**

Luz de diseño (m)	Espesor (cm)	Refuerzo	
		Principal (a)	Secundario (b)**
1.0 – 2.0	8	1 varilla de ½ cada 30 cm	1 varilla de 1/4 cada 20 cm
2.1 – 2.5	10	1 varilla de ½ cada 30 cm	1 varilla de 1/4 cada 15 cm
2.6 – 3.0	12	1 varilla de ½ cada 25 cm	1 varilla de 3/8 cada 25 cm
3.1 – 3.5	15	1 varilla de ½ cada 25 cm	1 varilla de 3/8 cada 20 cm
3.6 – 4.0*	18	1 varilla de ½ cada 20 cm	1 varilla de 1/4 cada 15 cm arriba, y abajo dos parrillas

\* Luces mayores resultan poco económicas, es mejor construir la losa aligerada.

\*\* El refuerzo secundario se coloca para evitar que el concreto se agriete debido a los efectos de la temperatura.

### **Losas aligeradas:**

En este sistema, la losa tiene cuatro componentes: Una placa inferior que se coloca sobre las tablas de la formaleta; los bloques o elementos aligerantes; la plaqueta superior con refuerzo nominal y las viguetas en concreto reforzado.

La placa inferior es un mortero con dosificación de 1:3 de 2 cm de espesor que permite cubrir el aligeramiento y el refuerzo principal de la losa o elementos aligerantes.

Los bloques o elementos aligerantes se colocan de tal manera que formen las cavidades de las viguetas con separaciones entre si entre 50 y 70 cm (promedio de 60 cm). La plaqueta superior es un concreto fundido monolítico con el sistema de piso, con 5.0 cm espesor y debe tener un refuerzo de 1 varilla de ¼ de pulgada (numero 2) cada 30 cm en las dos direcciones.

Las viguetas contienen el refuerzo principal. El ancho medio de viguetas es de 8 cm. Su altura se calcula según la luz (espacio a cubrir), de acuerdo a la tabla anexa (Tabla N°5: Calculo del refuerzo de viguetas en losas aligeradas).

A continuación se presentan las tablas con las cuales se puede calcular el refuerzo de las viguetas en losas aligeradas.

**Tabla N°5: Calculo del refuerzo de viguetas en losas aligeradas**

Luz de diseño (m)	Espesor total placa (cm)	Refuerzo* inferior continuo	Refuerzo inferior* (complementario centrado en luz)	Refuerzo* superior continuo	Refuerzo superior* (complementario para vigas de varias luces en apoyos internos)	Estribos*
1.0 - 2.5	15	1 No 4	-----	1 No 4		Estribos No 2 Cada 8 cm
2.6 - 3.5	20	1 No 4	-----	1 No 4		Estribos No 2 Cada 8 cm
3.6 – 4.5	28	1 No 4	1 No 3	1 No 4	1 No 3	Estribos No 2 Cada 12 cm
4.6 – 5.5	35	1 No 4	1 No 3	1 No 4	1 No 3	Estribos No 2 Cada 15 cm

Todo el refuerzo a utilizar debe ser corrugado con  $f_y = 420 \text{ Mpa} = 4200 \text{ kg/cm}^2$  excepto las barras para los estribos No 2 que tienen  $f_y = 240 \text{ Mpa} = 2400 \text{ kg/cm}^2$ .

El concreto debe tener mínimo  $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ .

La carga de muros apoyados sobre la placa más la carga de los acabados de piso no debe sobrepasar  $100 \text{ kg/cm}^2$

La carga viva no debe sobrepasar  $180 \text{ kg/cm}^2$ .

La longitud de traslapos mínima para barras No 4 ( $1/2''$ ) = 50 cm

- **Cubierta:**

La estructura de cubierta debe estar anclada a las vigas que confinan y amarran los muros. Esto se debe hacer dejando pernos o hierros de  $\frac{1}{4}$  de pulgada en la parte superior de la viga de amarre superior de los muros.

Se deben evitar las cubiertas pesadas y trate de usar láminas o tejas livianas.

La pendiente del techo (inclinación) varía de acuerdo con el material que se utiliza. La pendiente debe ser como se indica en la siguiente tabla (Tabla N°6: Pendiente máxima en cubiertas).

<b>Tipo de Cubierta</b>	<b>Pendiente Máxima</b>
Teja de barro	42%
Asbesto-cemento	27%
Plástica	20%
Metálica	15%
Losa de concreto	2%

**TABLA N°6: PENDIENTE MÁXIMA EN CUBIERTAS**

Cuando el techo es una estructura de madera, las viguetas o correas para un techo de tejas de asbesto cemento se deben colocar separadas de acuerdo con la siguiente tabla:(Tabla N°7: Separación de vigas y correas en una estructura de madera).

<b>Teja No.</b>	<b>Distancia entre apoyos (m)</b>	<b>Numero de apoyos por placa</b>
2	0.47	2
3	0.77	2
4	1.08	2
5	1.38	2
6	1.69	3
8	1.15	3
10	1.45	3

**TABLA N°7: SEPARACIÓN DE VIGAS Y CORREAS EN UNA ESTRUCTURA DE MADERA.**

Las tejas se deben fijar en las correas con ganchos galvanizados, tornillos o amarres de alambre.

En el límite entre el techo y la pared medianera es necesario construir una ruana que impida el paso del agua que rueda por la pared. Esta es una lámina de acero que se fija a la pared con el revoque e impermeabilizante.

Es de anotar que tanto en la cimentación, en vigas, en columnas y la placas de la losa, el acero de refuerzo debe tener el recubrimiento señalado en los planos o como mínimo el estipulado en la norma sismo resistente del 98 (NSR 98) según sea el elemento estructural.

### **7.3 TRABAJO DE CAMPO**

En la fecha de ingreso del pasante a la obra, ya se había hecho el descapote, nivelación y limpieza del área a construir y se habían localizado los principales ejes de la construcción de las viviendas, iniciándose con la observación de la construcción de cajas de inspección, excavación de zanjas para las instalaciones sanitarias y para la cimentación, continuando después con las siguientes actividades para la construcción de las 43 casas de la Urbanización Nogales de la Hacienda.

Es de anotar que el proceso constructivo se llevo a cabo iniciándose con bloques de cuatro casas y de acuerdo al avance de las diferentes etapas de la construcción de estos bloques, se continuaba con las actividades de los siguientes bloques y así sucesivamente. También es importante destacar que el avance de la construcción estuvo afectado por el factor tiempo (climático) y por la venta de dichas viviendas y de la venta de otro proyecto de viviendas (potreritos) ya más avanzada de la misma constructora.

Además como el diseño de cada casa fue el mismo para todas excepto con algunas diferencias en las casas esquinas que de hecho se convirtieron en casas modelos, las actividades y procesos constructivos fueron similares con muy pocas diferencias en algunos detalles.

La experiencia ganada en esta construcción es principalmente, complementar los conocimientos obtenidos durante la formación académica y en el caso de los controles de obra, conocer como se hizo el proceso constructivo y que actividades de

control se desarrollaron para obtener el producto terminado en adecuadas condiciones de funcionamiento y seguridad.

#### **7.4. PROCESOS CONSTRUCTIVOS Y CONTROL DE OBRA DE LA URBANIZACION NOGALES DE LA HACIENDA**

##### **7.4.1. Construcción de cajas de inspección, excavación de zanjas para redes sanitarias y para la cimentación**

Localizados los principales ejes de la construcción y ubicado los puntos para las cajas de inspección se procedió a construir dichas cajas en los puntos indicados, para ello se procedió a realizar una excavación manual de base cuadrada en cada punto con las siguientes dimensiones: 70cm por 70cm de base y la profundidad dependía de la pendiente que debía tener la red sanitaria que era garantizar una pendiente del 2 %, estas dimensiones correspondían a las cajas de inspección que estaban ubicadas dentro de la casa que en total eran tres por casa y otra unidad ubicada en el antejardín de 90cm por 90cm y a una profundidad que garantizara el 2% de pendiente, es de anotar que estas unidades estaban ubicadas en línea recta y separadas entre sí centro a centro a 2.74m ,3.5m ,3.8m respectivamente.

Para la excavación primero se marcaba sobre el terreno la base de la caja mediante un marco cuadrado construido en madera y con las dimensiones indicadas para la excavación (ver foto N°1), de tal manera que esta quedara ubicada y centrada sobre

el punto indicado y sobre una línea recta señalada mediante un hilo de fibra extendido extremo a extremo de la vivienda en sentido oriente-occidente.

Los controles que se levaban a cabo para esta excavación era el de producir una excavación lo mas uniforme posible, con la sección y dimensiones indicadas y con paredes lo mas vertical posible (ver foto N°2). Afortunadamente el terreno es estable de tal forma que no se producía desprendimiento de las paredes de la excavación y el único inconveniente era cuando se encontraban fragmentos de roca, los cuales se retiraban con maceta y pica y luego se rellenaba cuando fuera necesario con la misma tierra excavada el volumen extra que se producía por retiro del fragmento de roca.



FOTO N°1:

MARCO PARA DELIMITAR LAS CAJAS DE INSPECCION



FOTO N°2:

EXCAVACION DE LAS CAJAS DE INSPECCION

Ya terminada la excavación se procedía a colocar la formaleta interior de la caja de inspección para lograr el espesor de ésta, de tal manera que quedara centrada con el fin de lograr un espesor uniforme. Para garantizar que estuviera centrada se revisaba con metro que las esquinas de la formaleta quedaran a igual distancia horizontal con los lados de la excavación. Las formaletas utilizadas eran de forma tronco-piramidal con las siguientes dimensiones: Para las cajas de inspección pequeñas, formaletas construidas en madera y forradas con lamina de zinc, de 50cm por 50cm de base superior, de 46cm por 46cm de base inferior y con una altura de 65cm (ver foto N°3), para las cajas de inspección mas grandes, formaletas construidas en madera, de 70cm por 70cm de base superior, de 66cm por 66cm de base inferior y con una altura de 1.0m (ver foto N°4).



FOTO N°3:  
FORMALETA PARA LAS CAJAS DE INSPECCION  
PEQUEÑAS



FOTO N°4:  
FORMALETA PARA LAS CAJAS DE INSPECCION  
GRANDES.



La razón de la forma tronco-piramidal de las formaletas se debía a que se facilitaba el retiro de éstas cuando se terminaba el proceso constructivo. Colocadas estas formaletas en su posición y con su base inferior en el fondo se procedía a vaciar el concreto de dosificación 1:2:4 por capas y se compactaban mediante una placa plana hecha en madera como se registra en las fotografías: N°5 y N°6, hasta lograr la altura deseada. Si parte de la caja quedaba por encima de la superficie del suelo se procedía a colocar una formaleta de madera con la sección de la excavación y se continuaba con el procedimiento descrito, finalmente después de unos minutos se retiraba la formaleta. Es de anotar que sobre estas cajas no se dejaban los huecos para insertar la tubería, sino que luego se hacía las perforaciones necesarias a la profundidad y en los puntos requeridos mediante un cincel y una maceta pequeña.



FOTO N°5:  
FUNDICION DE CAJAS DE INSPECCION



FOTO N°6:  
COMPACTACION DE CAJAS DE INSPECCION

El procedimiento de construcción de estas cajas de inspección y la dosificación son regulares, además de que no llevaban refuerzo y cuando empezaban a realizarse las perforaciones para insertar la tubería, las cajas se fisuraban y rompían fácilmente.

Una buena dosificación hubiese sido utilizar concreto de dosificación 1:2:3 y que se le hubiese colocado una parrillita de acero en la base de la caja.

Terminada la construcción de las cajas de inspección se continuaba con la excavación de zanjas para la red principal de las instalaciones sanitarias con un ancho de 50cm aproximadamente y a una profundidad tal que se fuera garantizando la pendiente del 2%, teniendo en cuenta que la profundidad mínima fuera de 60cm.

El proceso llevado a cabo para esta excavación, se iniciaba delimitando el ancho de la zanja mediante un hilo de fibra de tal manera que pasara justo por las caras interiores de las cajas de inspección pequeñas y se extendiera hasta la caja grande con el ancho mencionado (50cm aproximadamente) y mediante una pala siguiendo el hilo delimitaban la zanja, para posteriormente retirar el hilo (ver foto N°7 en la siguiente pagina). Luego se colaba un hilo de fibra centrado sobre el ancho de la zanja y a lo largo de toda ésta a una altura de aproximadamente 1.0m de la superficie del suelo y con la pendiente del 2%. En seguida con pala y pica se iniciaba la excavación teniendo en cuenta de seguir los lineamientos de la zanja y de ir profundizando de acuerdo a la profundidad y pendiente requerida, para esto, los obreros construían una regla en guadua en la cual marcaban la profundidad que debía tener la zanja, la cual era constante en todos los puntos ya que la pendiente del 2% la llevaba el hilo mencionado anteriormente (ver foto N°8 en la siguiente página).



FOTO N°7:

DELIMITACION DE ZANJAS PARA EXCAVAR LA RED  
SANITARIA PRINCIPAL



FOTO N°8:

MEDICION DE LA PROFUNDIDAD DE LAS CAJAS DE  
INSPECCION

Este control se llevaba a cabo a medida que se avanzaba con la excavación, además se tenía en cuenta que la superficie de la base de la excavación fuera lo más homogénea posible para que cuando se colocara la tubería, ésta estuviera en toda su extensión en contacto con el suelo de base. Culminada la etapa de esta excavación se procedía a colocar la tubería principal de la red sanitaria, la cual es en PVC y de un diámetro de 4". En total se colocaban dos tubos principales, uno que recibía las aguas lluvias y el otro para recibía las aguas negras, ambos del mismo diámetro. Para la instalación de esta tubería se tenía en cuenta que esta quedara en contacto con el suelo y se revisaba que estuviera a la profundidad y pendiente adecuada, finalmente se rellenaban con la misma tierra excavada y se iba compactando manualmente por capas con un elemento de forma cilíndrica construido en concreto y con una extensión en madera, como lo muestran las fotografías N°9 y N°10 en la siguiente página.



FOTO N°9:

RELLENO DE ZANJAS DE LA RED SANITARIA PRICIPAL



FOTO N°10:

COMPACTACION DE ZANJAS DE LA RED SANITARIA  
PRINCIPAL

Es de anotar que el diámetro de 4" utilizado para la red principal cumple con las especificaciones mínimas de instalaciones sanitarias para los desagües ya que un diámetro inferior puede dificultar la circulación del agua, como también los 60cm mínimos a la que se enterraban estas tuberías, asimismo la pendiente del 2% y el ancho de la excavación que como mínimo debe ser de 30cm por que de otra forma la instalación resulta dispendiosa y puede quedar con problemas.

Paralela a esta instalación y con plano en mano, se iban delimitando los ejes de la cimentación mediante hilos de nylon, como también se iban delimitando los espacios de del primer piso de la vivienda para que con base a esta delimitación se fueran ubicando los puntos principales para las derivaciones de la red sanitaria. En este punto se tenía mucho cuidado de que estos hilos estuvieran bien templados, horizontales y que tuvieran las dimensiones indicadas en los planos, es decir: por

ejemplo cuando se delimitaba el ancho de la cimentación, el hilo guía de uno de sus lados estuviera paralelo y con la dimensión del ancho de la cimentación a lo largo de toda su extensión con el hilo guía del otro de sus lados, como también se tenía en cuenta que las distancias se estuvieran midiendo en y desde los puntos correctos y se verificaba varias veces que así fuera, para esto se utilizaba metro, plomada y por su puesto el plano de cimentación y de distribución de espacios del primer piso. Estos hilos se colocaban a cierta altura de la superficie del suelo, de tal forma que sirvieran de guía para la excavación y para medir desde ellos otras distancias que fueran necesarias como los puntos de las derivaciones sanitarias y distribución de espacios, entre otras (ver fotografías N°11 hasta N°14).



FOTO N°11:

LECTURA DE PLANOS PARA COLOCAR LOS HILOS  
GUIA PARA ZANJAS DE CIMENTACION



FOTO N°12:

HILOS GUIA PARA ZANJAS DE CIMENTACION



FOTO N°13:

COLOCACION DE LOS HILOS GUIA PARA ZANJAS DE  
CIMENTACION



FOTO N°14:

DELIMITACION DE ZANJAS DE CIMENTACION

Colocados estos hilos se iniciaba la excavación para la cimentación, teniendo en cuenta de que esta excavación tuviera la sección indicada siguiendo los hilos, se procuraba no excavar volúmenes extras y que las paredes de la excavación fueran lo mas verticales posibles y la base lo mas horizontal de tal forma que se lograra una sección uniforme con las dimensiones indicadas en los planos de cimentación. La profundidad de cimentación fue de 30cm, aunque se recomienda empotrarse mínimo 50cm dentro del terreno, y el ancho de la zapata dependía del eje de cimentación que tenia que colocarse y estos anchos eran de 45cm para la zapata en forma de L, 30cm y 15cm para las zapatas de forma cuadrada, 55cm para la zapata en forma de T invertida. Se debe tener en cuenta que no siempre se hizo excavación para las zanjas de cimentación ya que cada plano de casa tenía una cota mayor (10cm) que el anterior plano, esto con el fin de lograr una pendiente de tal forma que cuando se construyera la vía urbana tuviera una pendiente longitudinal tal que el agua lluvia descendiera hasta los sumideros en el sentido norte-sur. En estos casos donde no se realizaban las excavaciones, entonces se procedía a realizar formaletas para la cimentación construidas en madera con las dimensiones indicadas en los planos y sobre los ejes a cimentar. Para estas formaletas se controlaba que la madera utilizada estuviera en buenas condiciones, que no estuviera arqueada, ni muy sucia, preferiblemente se usaba madera nueva, se procuraba de que la formaleta produjera la sección de la zapata indicada en los planos y con las dimensiones señaladas. (Ver fotografías N°15 y N°16 en la siguiente página).



FOTO N°15:  
FORMALETA TIPO T INVERTIDA PARA LA  
CIMENTACION



FOTO N°16:  
FORMALETA RECTANGULAR PARA LA CIMENTACION

El proceso constructivo de las formaletas para esta cimentación se llevaba a cabo de la mejor manera y la persona encargada de hacer las formaletas entendía muy bien que debía asegurarlas muy bien y realizaba un buen trabajo.

En general se realizó un buen trabajo de excavación para la red sanitaria principal y para la cimentación.

**Prerrequisitos para la construcción de cajas de inspección, excavación de zanjas para redes sanitarias y de cimentación:**

- Análisis de estudio de suelos y de las recomendaciones sobre cimientos.
- Las excavaciones se iniciarán una vez efectuadas las limpiezas y descapote del terreno, la señalización para prevenir accidentes, el traslado o protección de las redes e instalaciones existentes.
- Así mismo debe estar concluido el replanteo y nivelación de la obra, estableciendo mediante estacas la profundidad de los cortes y excavaciones.

- Las zanjas para cimentaciones se demarcarán previamente con ayuda de hiladeros.
- Debe estar previsto el destino de la tierra resultante y obtener los permisos correspondientes para su transporte y disposición final.
- Deben estar concluidos el replanteo y la nivelación de la obra, estableciendo mediante estacas la profundidad de los cortes y excavaciones

#### **7.4.2. Instalaciones de las derivaciones sanitarias, armado y colocación del acero para vigas de cimentación y columnas del primer piso**

A medida que se iba avanzando en las etapas de la actividad anterior, la persona encargada de instalar las derivaciones de la red sanitaria empezaba su trabajo localizando con plano en mano los puntos de estas derivaciones localizadas en el primer piso, para seguidamente empezar a excavar y a instalarlas. Estas derivaciones terminaban en las cajas de inspección pequeñas y cuando se realizaba la excavación se tenía en cuenta de que tuvieran una buena pendiente. Las tuberías para las derivaciones son en PVC y de los siguientes diámetros: 4" para los sanitarios, 3" para aguas lluvias y bajantes, 2" para baños, lavadero y lavaplatos y de 1/2" para lavamanos. Estos diámetros cumplen con las especificaciones de instalaciones sanitarias. El procedimiento para instalar estas derivaciones era el de ir midiendo, cortando y pegando en el sitio la tubería a instalar desde los distintos puntos. Se utilizaron uniones, reducciones, té, codos, entre otros accesorios para estas tuberías (ver fotografías N°17 hasta N°22 en la siguiente página).





FOTO N°17:  
LECTURA DE PLANOS PARA  
INSTALAR LAS DERIVACIONES  
SANITARIAS DEL PRIMER PISO



FOTO N°18:  
INSTALACION DE LAS  
DERIVACIONES SANITARIAS DEL  
PRIMER PISO



FOTO N°19:  
INSTALACION DE LAS  
DERIVACIONES SANITARIAS DEL  
PRIMER PISO



FOTO N°20:  
DERIVACIONES SANITARIAS DEL  
PRIMER PISO



FOTO N°21:  
EXCAVACION DE LAS  
DERIVACIONES SANITARIAS DEL  
PRIMER PISO



FOTO N°22:  
RELLENO DE LAS  
DERIVACIONES SANITARIAS DEL  
PRIMER PISO

En general la instalación de estas derivaciones se llevo a cabo de forma correcta ya que se chequeaba que estuvieran en los puntos y distancias indicados y con cierta pendiente, además que estuvieran bien pegadas.

Instaladas estas derivaciones se procedía a taparlas con la tierra excavada para estas tuberías.

Culminadas las etapas anteriores, revisando que todo estuviera en su lugar se procedía a armar y a colocar el acero para las zapatas de cimentación, es de anotar que el armado del acero para la cimentación (castillos) era una actividad que se realizaba con anterioridad y prácticamente se iba seleccionando y colocando el acero que le correspondía a cada zapata de la siguiente manera: primero se seleccionaba el armazón o castillo de acero para cada zapata y se iba colocando en cada una de ellas, se traslapaban los aceros en los puntos donde era necesario, cuyo traslapo era de 60cm y luego se amarraban los aceros en los puntos de traslapo, como también se amarraban y enganchaban en las intersecciones y de una vez se dejaba colocando el acero para las columnas que también se enganchaban y amarraban muy bien a los aceros de las vigas de cimentación. Los diámetros de los aceros para cimentación eran de 1/2" y de 3/8" con estribos de 1/4" separados cada 10cm y 15cm. Los detalles de estas zapatas aparecen en los detalles de armado en planta de vigas de cimentación en copia de detalles de planos estructurales y de fachada principal en anexos. Es importante comentar que las secciones y acero indicados en los planos para las zapatas se ejecutaron en la obra.

Los principales controles que se llevaban a cabo en la colocación de estos aceros fueron principalmente que se colocaran los aceros que correspondía a cada zapata, que el traslapo tuviera 60cm, en los puntos de intersección o entrecruce se enganchara adecuadamente los castillos, además de que se garantizara un recubrimiento de 2cm desde la base de la cimentación, para lo cual se utilizaba unas barras de concreto provenientes de escombros de baldosas o piedras las cuales se

colocaban en algunos puntos a lo largo de las armaduras de acero (ver fotografías N°23 y N°24).



FOTO N°23:  
RECUBRIMIENTO DEL ACERO DE CIMENTACION



FOTO N°24:  
RECUBRIMIENTO DEL ACERO DE CIMENTACION

También se chequeaba que la armadura quedara centrada a lo largo de la excavación o en su caso a lo largo de la formaleta. Este proceso de la colocación de los aceros y los chequeos en la cimentación fue adecuado en cierta manera ya que se fallaba con el recubrimiento que según la norma colombiana NSR-98 en el capítulo C.7.7.1 (a) debe ser como mínimo 70mm para concreto colocado directamente sobre el suelo y en contacto permanente con la tierra que es el caso de esta cimentación cuando el concreto se vaciaba directamente sobre el suelo de cimentación y en el caso en que se utilizó las formaletas para la cimentación y luego se relleno, la norma NSR-98 dice que para concreto expuesto a la intemperie o en contacto con suelo de relleno, para barras N°5 y menores como es este caso el recubrimiento mínimo debe ser de 40mm. Además de que las barras utilizadas para recubrimientos no tenían un tamaño, ni forma definida y muchas veces se utilizaban tamaños muy grandes

puediendo ocasionar problemas de adherencia entre esas barras y el concreto nuevo vaciado. Por otro lado aunque se colocaran los aceros correspondientes a cada zapata y estas tenían las dimensiones indicadas en los planos, el traslapo según los planos no era de 60cm sino de 65cm, pero hay que anotar que a pesar de ello el traslapo no es inferior a 300mm como lo indica la norma NSR-98 en el capítulo C.12.16. También es importante resaltar que el refuerzo colocado a la cimentación estaba limpio en el momento del vaciado del concreto cumpliendo así con la norma NSR-98 capítulo C.7.4, aunque no se cumplió a cabalidad con lo expuesto en el capítulo C.7.5 “colocación del refuerzo” en la misma norma por lo anteriormente mencionado (recubrimiento del refuerzo).

Las armaduras de acero para columnas del primer piso se dejaban colocadas desde la cimentación y eran de dos tipos: una de sección de 15cm por 50cm y otra de sección 15cm por 100cm con aceros longitudinales de diámetro 3/8” y estribos de diámetro 1/4” separados cada 10cm. Estas armaduras continuaban para las columnas del segundo piso. Se chequeaba que esta armadura estuviera bien sujeta (enganchadas) al acero de la cimentación, en la posición y puntos indicados en los planos.

Es de anotar que las secciones anteriormente indicada para las columnas son las que aparecen en los planos detallados para estas columnas (ver detalle de armado en planta de columnetas en copia de detalles de planos estructurales y de fachada principal en anexos), pero realmente esas secciones no eran las que se ejecutaban en la obra, es decir que la secciones reales eran de 12cm por 50cm, otra de 12 por

100cm y otras de 12cm por 30cm. Este cambio de sección lo hacían por que se quería que el ancho de la columna coincidiera con el ancho del muro, esto implicó que el recubrimiento del acero fuera menor. Este cambio no debió de efectuarse por que no solo se redujo el recubrimiento del acero sino que se redujo la sección de la columna y esto puede implicar mayores deflexiones y menor resistencia de las columnas.

#### **7.4.3. Fundición de la cimentación y fundición del piso primario**

Cuando se culminaba con la actividad anterior se procedía a fundir las zapatas con un concreto de dosificación 1:2:3. La mezcla del concreto se hacia mecánicamente en una mezcladora y los materiales que se utilizaban era: arena traída de puerto tejada, grava triturada traída de la trituradora Meléndez, cemento argos tipo 1 y agua potable. Primero se le agregaba un poco de agua a la mezcladora, en seguida le adicionaban una parte de grava, luego le adicionaban la arena, luego la otra parte de grava y finalmente el agua de mezcla. Una notable falla en este proceso de mezcla era que no se dejaba el tiempo suficiente de mezclado, además de que el agua no se media con exactitud y muchas veces la mezcla resultaba muy fluida, como también sino se estaba pendiente de la dosificación, los obreros no seguían la dosificación establecida.

En el proceso de fundición, el concreto era transportado a corta distancia desde la mezcladora hasta la cimentación mediante carretas en donde se iba vaciando en la

excavación o dentro de la formaleta, y a medida que se iba vaciando el concreto, mediante una varilla de acero o de guadua se iba compactando manualmente de tal manera que la fundición no presentara hormigueros, ni muchos vacíos. Lo mejor hubiese sido utilizar un vibrador para obtener mejores resultados en la fundición, ya que muchas veces esta cimentación presentaba hormigueros, las cuales eran visibles cuando se retiraba la formaleta de la cimentación (ver foto N°25).



FOTO N°25:

PROBLEMA DE HORMIGUEROS SOBRE LAS VIGAS DE CIMENTACION

Los controles llevados a cabo para la fundición de esta cimentación era chequear que el acero estuviera centrado y no quedara visible por fuera del concreto, es decir de que estuviera recubierto. Otro control era que la cimentación estuviera nivelada y que se fuera obteniendo una superficie adecuada.

Para la fundición del piso primario también se utilizaba concreto con la misma dosificación que para la cimentación pero mas fluido, el espesor de la losa era de 10cm, y para esta actividad se procedía de la siguiente manera:

Cuando el nivel del suelo estaba por debajo de la cota de fundición de la losa, se procedía a rellenar la superficie hasta alcanzar la cota deseada, cuyo relleno se hacia con un material de préstamo de las mismas características del suelo natural que se poseía, esta tarea se hacia colocando el relleno por capas de aproximadamente unos 10cm y se iba compactando manualmente con un compactador fabricado en la obra (ver fotografías N°26 y N°27).



FOTO N°26:  
ELEMENTO UTILIZADO PARA  
COMPACTAR RELLENOS



FOTO N°27:  
RELLENO Y COMPACTACION  
DEL PISO

Terminada esta etapa y observando que la superficie obtenida estuviera nivelada y plana se procedía en algunos casos a extender una pequeña capa de arena para luego empezar a vaciar el concreto, el cual se vaciaba comenzando desde una esquina y se iba avanzado de ésta hacia afuera extendiéndolo con una pala y con regla metálica se iba nivelando la superficie. Es de anotar que antes de fundir el piso

primario se iniciaba con la instalación eléctrica del primer piso, es decir se colocaba un tendido de tubería eléctrica sobre la superficie del piso a fundir (ver foto N°28).



FOTO N°28:  
INSTALACIONES ELECTRICAS DEL PRIMER PISO

Los principales controles que se llevaban a cabo para esta fundición era que se obtuviera una superficie lisa y nivelada que se lograba con la regla metálica, y el espesor indicado el cual se iba verificando en distintos puntos con la misma regla metálica o con metro.

En general el proceso de fundición de la cimentación y de la losa para el piso primario no se llevaba a cabo de la mejor manera ya que en primer lugar cuando se necesitaba compactar el suelo no se compactaba adecuadamente, es decir no se llevaba a cabo una compactación energética ni uniforme, en segundo lugar se debía de tener mas control en la mezcla y dosificación del concreto, sobre todo en la cantidad



de agua que se le agregaba a la mezcla y en el tiempo de mezclado ya que muchas veces una batchada era mas fluida que otra y no había homogeneidad en la mezcla.

En tercer lugar debía de vibrarse ambas fundiciones o por lo menos la cimentación para obtener mejores resultados.

Por otro lado, aunque los materiales utilizados para el concreto eran de buena procedencia (arena del puerto y grava triturada) y en general presentaban unas características físicas buenas, no se llevaban a cabo pruebas de laboratorio para determinar sus características físicas y mecánicas ni a los materiales ni a la mezcla y muchas veces los materiales se saturaban de agua por la lluvia ya que no se cubrían, ni se tenía un sitio para almacenarlos.

En general debió hacerse los ensayos que promulga el capitulo C .3 en la norma NSR-98 y los ensayos de las Normas Técnicas Colombianas (NTC) tanto a los materiales utilizados como a las mezclas. Por lo menos debió hacerse los siguientes ensayos:

**A los materiales:**

CEMENTO: - Especificaciones físicas y mecánicas según la NTC 121

- Especificaciones químicas según la NTC 321

AGREGADOS:- Especificaciones de los agregados para concretos según la norma  
NTC 174

- Cumplir con la norma NSR-98 capitulo C.3.3.3 numerales a), b) y c)

AGUA: - Agua para la elaboración del concreto según la norma NTC 3459

- ACERO:
- Barras y rollos corrugados de acero de baja aleación y/o termotratados para concreto reforzado en construcciones de diseño sismo-resistente según la norma NTC 2289
  - Barras lisas de acero al carbono para concreto armado según la norma NTC 161
  - Cumplir con la norma NSR-98 capítulo C.3.5.8 (Evaluación y aceptación del acero de refuerzo).

**A las mezclas:**

- Concreto hecho por bachada volumétrica y mezclado continuo según la norma NTC 4027
- Método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto según la norma NTC 396
- Hormigón fresco, toma de muestras según la norma NTC 454
- Ensayo de resistencia a la compresión de cilindros de concreto según la norma NTC 673
- Ensayos de tracción indirecta de cilindros de concreto según la norma NTC 722

Estos ensayos debieron hacerse a todos los materiales y mezclas utilizados para fundir los distintos elementos estructurales.

#### **7.4.4. Levantamiento de muros del primer piso y fundición de columnas del primer piso**

Para el levantamiento de muros se utilizo ladrillo común (tolete) de 12cm de ancho por 22cm de largo por 7cm de alto procedente de la ladrillera Popayán y mortero de pega de dosificación 1:2. Para esta actividad primero se humedecían los ladrillos y se procedía a mezclar manualmente el mortero de pega de tal manera que quedara un poco fluido, en seguida se procedía a colocar en los extremos del muro una regla metálica la cual se colocaba en posición vertical y se chequeaba su verticalidad con plomada, luego se colocaba una capa de mortero de pega en la base del muro y se pegaba el primer ladrillo y con base a ese ladrillo se colocaba un hilo de nylon de extremo a extremo que servía de guía para la primera hilada a la altura que alcanzaba el primer ladrillo pegado, terminada la primer hilada se colocaba nuevamente mortero de pega de un espesor de aproximadamente 1.5cm y se continuaba con la segunda hilada siguiendo el mismo procedimiento de la primera hilada y así se continuaba con las demás hiladas hasta alcanzar una altura de 2.6m la cual se lograba con 31 hiladas (ver fotografías N°29, N°30 y N°31)



FOTO N°29:  
MORTERO PARA PEGA DE  
LADRILLO



FOTO N°30:  
COLOCACION DE HILADAS PARA  
EL LEVANTAMIENTO DE MUROS  
DEL PRIMER PISO



FOTO N°31:  
LEVANTAMIENTO DE MUROS  
DEL PRIMER PISO

Se debe tener en cuenta que siempre se pegaban los ladrillos de tal forma que se entrabaran y para ello se cortaban manualmente algunos ladrillos y se colocaban en las esquinas de las hiladas intermedias o cuando fuera necesario para obtener el entrabado, además los muros se interrumpían en los puntos donde estaban ubicadas las columnas que aun no se fundían, en los puntos por donde subía la tubería sanitaria de la red principal del segundo piso, como también los muros divisorios y de fachada se levantaban dejando los espacios correspondiente para ventanas y puertas teniendo en cuenta el diseño arquitectónico. Una práctica muy importante en este levantamiento de muros es que los obreros a medida que se levantaba el muro iban quitando con una regla metálica lo que sobresalía del mortero de pega logrando un muro con una superficie mas uniforme y volvían a utilizar para esta misma actividad ese mortero, claro esta que si lo recogían limpio.

El principal control llevado a cabo en los levantamientos de muros fue que estos estuviera lo mas vertical y horizontal posible a la altura indicada, para ello se chequeaba con plomada en distintos puntos a lo largo de una hilera y con metro la altura del muro, además se chequeaba que la superficie del muro fuera plana y en los muros de fachada que estos estuvieran limpios. Es de anotar que para los muros de fachada se utilizaba el mismo ladrillo, aunque de estos se escogían los más finos y los que presentaran mejores condiciones superficiales, y se tenía más control en el acabado de la superficie de muro y en el aspecto total de éste, además de que los ladrillos para obtener el entrabado eran cortados con cortadora de ladrillos, como también se limpiaba cada ladrillo pegado.

En general el levantamiento de los muros se realizaba adecuadamente aunque faltaba realizar pruebas de resistencia al ladrillo, además para los muros de fachada se debió utilizar un ladrillo más resistente que el utilizado para el resto de los otros muros.

Para la fundición de las columnas del primer piso primero se colocaba una formaleta en madera, esta formaleta se asegura al muro ya construido por medio de tablillas y clavos de acero, es decir dos caras de la formaleta ya que las otras dos caras de la columna la formaban el espesor del muro que era de 12cm (ver fotografías N°32, N°33 y N°34).



FOTO N°32:  
FORMALETA PARA COLUMNAS  
TIPO I  
(EN FACHADA Y ANTEJARDIN)



FOTO N°33:  
FORMALETA PARA COLUMNAS  
TIPO I  
(GENERAL)



FOTO N°34:  
FORMALETA PARA COLUMNAS  
TIPO II

Bien aseguradas al muro las dos caras de la formaleta de las columnas se procedía a fundirlas con concreto de dosificación 1:2:3. En esta fundición se tenía en cuenta que el acero de la columna quedara vertical y centrado dentro de la formaleta de tal forma que tuvieran recubrimiento. También a medida que se fundían se iban compactando

con una varilla de acero de tal manera que en la columna no quedaran vacios ni hormigueros (ver fotografías N°35, N°36 y N°37).



FOTO N°35:  
FUNDICION DE COLUMNAS



FOTO N°36:  
FUNDICION DE COLUMNAS



FOTO N°37:  
VARILLADO DE COLUMNAS

En esta fundición de columnas falto mas control para garantizar la verticalidad y recubrimiento del acero ya que al disminuirle sección a la columna se redujo también el recubrimiento que según los planos estructurales es de 3cm, quedando con aproximadamente 1.5cm de recubrimiento, por lo tanto no se cumplió con el recubrimiento señalado en los planos, ni mucho menos con lo especificado en la norma colombiana NSR-98 capitulo C.7.7.1 (c) que dispone que en vigas y columnas, para el refuerzo principal, estribos y espirales el recubrimiento no debe ser menor que 40mm, siendo el concreto no expuesto a la intemperie, ni en contacto con la tierra.

También debió utilizarse vibrador para lograr una columna con menos vacios y hormigueros.

Es de anotar que para fundir estas columnas la mezcla de concreto se hizo manualmente obteniéndose una mezcla más uniforme y homogénea que la mezcla obtenida de la mezcladora mecánica, pero no se realizo ningún ensayo a los materiales ni a la mezcla utilizada para esta actividad.

#### **7.4.5. Armado de la formaleta para el segundo piso, armado y colocación de vigas de entrepiso, instalación de redes sanitarias y eléctricas para éste piso**

Para la formaleta del segundo piso se utilizaron tacos y teleras de guadua, bastidores y tablas de madera para el tablero. Como el entrepiso consistió en una losa aligerada se utilizaron casetones de guadua, generalmente de un ancho de 60cm construidos en la obra.

Para armar la formaleta primeramente se colocaban los tacos de guadua así: se aseguraban unos cuantos tacos sobre los muros separados a 1.5m aproximadamente y sobre éstos las teleras, luego se colocaban lo demás tacos, terminada la colocación de tacos y teleras se colocaban los bastidores apoyándolos y asegurándolos a las teleras para finalmente colocar el tablero el cual debía estar aras de los muros y en dirección a los nervios (ver fotografías N°38, N°39 y N°40).



FOTO N°38:  
ARMADO DE LA FORMALETA  
PARA EL ENTREPISO  
(TACOS DE GUADUA)



FOTO N°39:  
ARMADO DE LA FORMALETA  
PARA EL ENTREPISO  
(RIELES EN GUADUA Y TELERAS  
EN MADERA)



FOTO N°40:  
ARMADO DE LA FORMALETA  
PARA EL ENTREPISO  
(VISTA GENERAL DE LA  
FORMALETA)

Los tacos se colocaban aproximadamente cada 1.5m en ambas direcciones.

El problema que veía en la construcción de la formaleta es que los tacos no se arriostraban en ninguna dirección.

Las vigas principales tenían un ancho de 15cm y una altura de 30cm y acero longitudinal de 3/8" con estribos cada 15cm (ver detalle de armado en planta de vigas de entrepiso en copia de detalles de planos estructurales y de fachada principal en anexos). Es importante registrar que la sección anteriormente indicada para las vigas de entrepiso no fue la que se ejecutó en la obra, la sección real fue de 12cm de ancho por 30cm de alto. Al igual que en las columnas este cambio de sección se hizo por que se quería que el ancho de la viga coincidiera con el ancho del muro.

No debió realizarse ese cambio ya que se redujo la sección de la viga lo que puede implicar mayores deflexiones y menor resistencia en las vigas.

Para el recubrimiento del acero de estas vigas al igual que para el acero de los nervios no se colocó ningún elemento que sirviera para este fin, solo que en el fundido trataban de levantarlas o hacer un buen varillado de tal forma que se metiera concreto hasta debajo del acero por esta razón no se cumplió con el recubrimiento señalado en los planos (3cm), ni mucho menos con lo establecido en la norma colombiana NSR-98 capítulo C.7.7.1 (c) que mínimo deber ser de 40mm.

La losa aligerada tenía un espesor total de 30cm constituidos con 25cm para altura de los nervios y 5cm para el espesor de la placa. El espesor de los nervios es de 10cm con acero longitudinal de 3/8" a compresión y a tracción y ganchos de 1/4" cada 20cm (ver detalle de armado en planta de vigas de entrepiso en copia de detalles de planos



estructurales y de fachada principal en anexos). La losa también llevaba acero de retracción y temperatura de  $\frac{1}{4}$ " cada 20cm en ambas direcciones (ver foto N°41).

Terminada la formaleta de entrepiso y con base al plano estructural de éste, se empezaba a colocar el acero de las vigas principales teniendo en cuenta de que en las intersecciones entre vigas se engancharan y sujetaran adecuadamente, además de garantizar un traslapo de 60cm donde se necesitara (ver fotografías N°42, N°43 y N°44).



FOTO N°41:

ACERO DE RETRACCION Y TEMPERATURA PARA LA  
LOSA ALIGERADA  
(VISTA GENERAL DE LA FORMALETA)

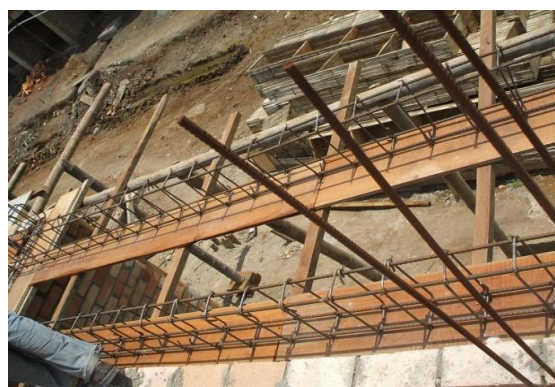


FOTO N°42:

ACERO DE VIGAS PRINCIPALES DEL ENTREPISO



FOTO N°43:

COLOCACION DEL ACERO PARA LAS VIGAS  
PRINCIPALES DEL ENTREPISO



FOTO N°44:

ENGANCHE DEL ACERO PARA LAS VIGAS  
PRINCIPALES DEL ENTREPISO

Luego de colocados los aceros de las vigas principales y de chequear que estuvieran en el lugar y posición adecuada se procedía a colocar el acero principal para la losa aligerada, teniendo en cuenta los mismos cuidados efectuados para la colocación del acero de las vigas principales, sobre todo se chequeaba que este acero quedara centrado sobre los nervios. Es de registrar que los casetones se colocaban a medida en que se avanzaba en la colocación del acero principal de los nervios (ver fotografías N°45 y N°46).



FOTO N°45:  
COLOCACION DE CASETONES DEL ENTREPISO



FOTO N°46:  
COLOCACION DEL ACERO PARA LOS NERVIOS DEL ENTREPISO

Terminada esta tarea se llevaban a cabo las instalaciones sanitarias y eléctricas para el segundo piso, ubicando con plano en mano los puntos sanitarios y eléctricos (ver fotografías N°47, N°48 y N°49).



FOTO N°47:  
INSTALACION DE LAS DERIVACIONES SANITARIAS PARA EL SEGUNDO PISO



FOTO N°48:  
DERIVACIONES SANITARIAS DEL SEGUNDO PISO



FOTO N°49:  
INSTALACION DE REDES ELECTRICAS PARA EL SEGUNDO PISO

Para la instalación sanitaria se tenía en cuenta que las tuberías para los distintos puntos sanitarios quedarán instaladas sobre los casetones tratando de no interrumpir demasiada sección de los nervios. Todos estos puntos sanitarios convergían al tubo principal de esta red para lo cual se utilizaron térs, uniones, reducciones codos, entre otros accesorios para estas instalaciones. En general se tenían las mismas consideraciones, cuidados y chequeos que para las instalaciones sanitarias del primer piso, utilizando los respectivos diámetros mencionados para cada punto sanitario.

Para la instalación de la red eléctrica se tenía en cuenta los distintos puntos eléctricos dentro de la casa los cuales terminaban en cajas eléctricas generales. El principal control para estas instalaciones era el de chequear que se tuvieran todos los puntos eléctricos en el lugar indicado, lo cual se hacía con plano en mano.

Luego se procedía a colocar el acero de retracción y temperatura en ambas direcciones de la losa y cada 20cm.

Este refuerzo se amaraba en algunos puntos al acero de compresión ubicado en los nervios y en las intersecciones entre estos aceros. En esta etapa no se llevaban muchos controles, solo se trataba de distribuir lo más uniformemente este acero a la distancia indicada realizando solo mediciones en una primera guía de este acero.

En general todas estas etapas se llevaron a cabo de una forma adecuada a diferencia de unas pocas falencias.

#### **7.4.6. Armado de las columnas para segundo piso y fundición del entrepiso**

El armado de las columnas para el segundo piso venía desde la cimentación y continuaban aproximadamente un metro por encima del segundo piso donde se traslapaban la longitud del armado de la columna faltante hasta alcanzar la altura total del segundo piso, a diferencia de algunas columnas que nacían en el entrepiso las cuales se aseguraban y armaban desde los aceros de las vigas principales con una sección de 12cm por 30cm y acero longitudinal de diámetro 3/8" y estribos de diámetro 1/4" separados cada 10cm. El traslapo de estas columnas fue de 60cm.

Para el armado de estas columnas se procedió de la misma manera que se procedió en el armado de las columnas del primer piso y se tuvieron las mismas contemplaciones dadas en dicha actividad.

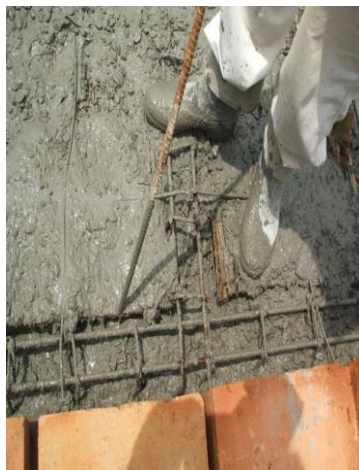
Para fundir el entrepiso en primer lugar se fundían las vigas y los nervios con concreto de dosificación 1:2:3 y se compactaban mediante una varilla de acero. En este punto al igual que para la fundición de la cimentación y losa del primer piso se cometían los mismos errores en la mezcla y dosificación de este concreto, aunque por lo menos se tenía más cuidado de que la mezcla no fuera muy fluida, controlándose también que el acero tanto de las vigas principales como el de los nervios quedaran centrados en su sección garantizando que estos quedaran recubiertos (ver fotografías N°50, N°51 y N°52 en la siguiente página).

Realizado este procedimiento se iniciaba con la fundición de la placa de la losa para la cual se utilizaba la misma dosificación del concreto utilizado para las vigas y nervios de este entrepiso, pero este no se compactaba e incluso se colocaba más

fluido que para las vigas y nervios. En general el procedimiento y chequeos para la fundición de la placa fueron similares al llevado a cabo para la fundición del piso primario (ver fotografías N°53, N°54 y N°55).



**FOTO N°50:**  
**FUNDICION DE VIGAS**  
**PRINCIPALES Y NERVIOS DEL**  
**ENTREPISO**



**FOTO N°51:**  
**VARILLADO DE VIGAS**  
**PRINCIPALES DE ENTREPISO**



**FOTO N°52:**  
**VARILLADO DE LOS NERVIOS**  
**DEL ENTREPISO**



**FOTO N°53:**  
**FUNDICION DE LA PLACA DE LA**  
**LOSA ALIGERADA**



**FOTO N°54:**  
**CHEQUEO DEL ESPESOR DE LA**  
**PLACA DE LA LOSA ALIGERADA**



**FOTO N°55:**  
**NIVELACION DE LA PLACA DE**  
**LA LOSA ALIGERADA**

En esta actividad se cometían muchos errores, primero por que la mezcla no era homogénea debido a que no se dejaba el tiempo suficiente en la mezcladora, y unas bachadas eran más fluidas que otras, es decir no se controlaba la cantidad de agua a adicionar a la mezcla. En segundo lugar en algunas ocasiones por falta de material o tiempo, la placa se fundía al siguiente día de haber fundido las vigas y nervios sin tener ningún cuidado al respecto. Esta situación nunca debe permitirse sin tomar las medidas y acciones necesarias para garantizar que la losa funcione monolíticamente, además se debió tener más control con el agua a adicionar a la mezcla y tratar de producir una mezcla homogénea y con la misma fluidez tanto para vigas, nervios y placa de la losa.

Para transportar la mezcla desde la mezcladora hasta el segundo piso, se construía en madera y guadua una especie de puente provisional, dicha mezcla se transportaba en carretas relativamente a una corta distancia (90m aproximadamente), pero a pesar de ello la mezcla parecía segregarse seguramente por su mayor fluidez.

#### **7.4.7. Desencofrado del entrepiso, instalación de redes eléctricas para el primer piso, levantamiento de muros y fundición de las columnas del segundo piso**

Una vez terminada la fundición del entrepiso se dejaba unos cuatro (4) a cinco (5) días para desencofrarla, es decir para retirar la formaleta y luego se procedía a instalar la red eléctrica del primer piso de igual forma y teniendo las mismas consideraciones de las instalaciones eléctricas del segundo piso.

Es de anotar que algunos puntos de esta red eléctrica ya venían iniciados desde antes de la fundición de la losa primaria y que en este primer piso se instalaba la caja eléctrica principal (ver fotografías N°56, N°57 y N°58).



FOTO N°56:  
CONTINUACION DE LAS  
INSTALACIONES ELECTRICAS



FOTO N°57:  
CONTINUACION DE LAS  
INSTALACIONES ELECTRICAS  
(PUNTOS ELECTRICOS)



FOTO N°58:  
CONTINUACION DE LAS  
INSTALACIONES ELECTRICAS  
(CAJA ELECTRICA GENERAL)

Un control que no se llevo a cabo fue no hacerse curado a ninguna losa o elemento fundido, aunque muchas veces el agua lluvia proveía este curado.

Para el levantamiento de muros y fundición de las columnas del segundo piso se hizo con el mismo procedimiento, chequeos y consideraciones que para el levantamiento de muros y fundición de columnas del primer piso.

#### **7.4.8. Formaleta, armado, colocación y fundición de las vigas para cubierta**

La formaleta para las vigas de la cubierta era en madera y como la viga tenia el ancho del ladrillo, las dos caras de la formaleta se aseguraban al muro mediante tablillas y clavos de acero, como lo registran las fotografías (ver fotografías N°59 y N°60 en la siguiente página).



FOTO N°59:

ARMADO DE LA FORMALETA PARA VIGAS DE  
CUBIERTA



FOTO N°60:

FORMALETA PARA VIGAS DE CUBIERTA

La sección de estas vigas es de 12cm de ancho por 24cm de alto y aceros longitudinales de 3/8" con estribos de 1/4" cada 15cm. Para la formaleta se chequeaba que esta estuviera bien asegurada al muro y que tuviera la sección de la viga, para lo cual se media con metro el alto y en la parte de arriba de la formaleta el ancho. Para el armado y colocación del acero de estas vigas se procedía de igual manera que para el armado de las vigas del entrepiso, teniendo en cuenta los mismos chequeos y consideraciones realizados al armado de las vigas del entrepiso. Para la fundición de estas vigas se utilizaba concreto de dosificación 1:2:3 con la misma fluidez que el concreto utilizado para las vigas del entrepiso, y se compactaban con una varilla de acero de tal manera que se evitara que la viga presentara vacios y hormigones.

Al igual que en la colocación del acero de vigas del entrepiso no se colocó ningún elemento para obtener el recubrimiento en estas vigas de cubierta.

Es de anotar que el concreto que se utilizó se mezclaba manualmente y en este caso se llevaba a cabo una mezcla más homogénea que la que se producía en la mezcladora para las vigas del entrepiso.



En general la formaleta, armado y fundición de las vigas de cubierta se llevo a cabo de manera regular, debió vibrarse el concreto vaciado para obtener mejores resultados y tener en cuenta algunas otras recomendaciones hechas en las actividades anteriormente similares.

#### **7.4.9. Armado y colocación de la cubierta**

La cubierta es en hojas de eternit con teja de barro y estructura en madera con una pendiente de 30%. Para lograr esta pendiente se iba pegando y cortando ladrillo encima de las vigas de cubierta de tal forma que se fuera logrando esta pendiente como lo muestran las fotografías (ver fotografías N°61, N°62 y N°63).



FOTO N°61:  
PEGA DE LADRILLO PARA  
ARMAR LA PENDIENTE DE LA  
CUBIERTA



FOTO N°62:  
CONSTRUCCION DE LA  
PENDIENTE DE LA CUBIERTA



FOTO N°63:  
PENDIENTE DE LA CUBIERTA

Cuando se lograba tener como base el marco de los muros (tanto muros de fachada como muros divisorios) con esta pendiente se procedía a colocar la estructura de la cubierta.

Pero se debe aclarar que la estructura de la cubierta se armaba de acuerdo al diseño arquitectónico de la casa, la cual en su fachada principal llevaba un arco formando sobre la cubierta una figura triangular encima del arco como se muestra en las fotografías (ver fotografías N°64 y N°65) y en el plano de la fachada principal (ver fachada principal en copia de detalles de planos estructurales y de fachada principal en anexos).



FOTO N°64:  
ESTRUCTURA DE MADERA SOBRE EL ARCO



FOTO N°65:  
ESTRUCTURA DE MADERA TRIANGULAR

Para construir este arco primeramente se diseñaba una formaleta en tabla en forma de arco sobre la cual se armaba un arco de acero con varillas longitudinales de 3/8" y estribos de 1/4" separados cada 15cm la cual se traslapaba con el acero de la viga principal de esta fachada y finalmente se armaba otra formaleta en tabla de forma triangular sobre la cual se vaciaba el concreto de dosificación 1:2:3 y así poder obtener la forma de esta fachada (ver fotografías N°66, N°67 y N°68 en la siguiente página).



FOTO N°66:  
FORMALETA PARA EL ARCO  
UBICADO EN LA FACHADA  
PRINCIPAL DE LA VIVIENDA



FOTO N°67:  
ARCO DE ACERO PARA EL  
DISEÑO DE LA FACHADA  
PRINCIPAL DE LA VIVIENDA



FOTO N°68:  
TRANSLAPO DEL ARCO DE  
ACERO Y EL ACERO DE LA VIGA  
DE CUBIERTA

Terminada la construcción del arco y dejando unos tres (3) o cuatro (4) días para desencofrarlo se comenzaba a armar la estructura de la cubierta, teniendo en cuenta que se utilizaban hojas de eternit # 6 y que además debía de producirse la forma de la cubierta como lo indicaba el diseño arquitectónico de la casa. La estructura se comenzaba a armar apoyando las teleras y los rieles a los muros y asegurándolos a éstos y así se iba continuando con éste armado hasta que finalmente quedaba listo para colocar sobre éste las hojas de eternit, las cuales se iba armando y amarando con ganchos a la estructura y cuando era necesario se cortaba de acuerdo a la forma como se desarrollaba la estructura de la cubierta con el fin de producir la forma arquitectónica mencionada. (Ver fotografías N°69, N°70 y N°71).



FOTO N°69:  
MADERA PARA LA ESTRUCTURA  
DE LA CUBIERTA



FOTO N°70:  
ESTRUCTURA DE LA CUBIERTA



FOTO N°71:  
COLOCACION DE LAS HOJAS DE  
ETERNIT EN LA CUBIERTA

Los principales controles que se llevaban a cabo para este armado era que primeramente se tuviera la pendiente indicada, que la estructura de la cubierta estuviera bien asegurada y que produjera la forma de la cubierta del diseño arquitectónico de la casa. Además se revisaba que las hojas de eternit tuvieran el traslazo tanto a lo largo como a lo ancho de la hoja y que se aseguraran adecuadamente a la estructura. El traslazo longitudinal de las hojas abarcaba dos canales de la hoja y el traslazo transversal era de 20cm aproximadamente. Las hojas se aseguraban a la estructura de cubierta con ganchos en dos puntos (cerca de los extremos) a lo ancho de éstas. Se debe tener en cuenta que la cubierta llevaba una luceta de iluminación y ventilación.

Cuando ya se terminaba con la colocación de las hojas de eternit se procedía a colocar en las intersecciones las canaletas o caballetes y la teja de barro sobre las hojas de eternit de tal forma que cada teja se traslapara y colocara adecuadamente tratando de producir un aspecto uniforme y arquitectónico a la cubierta. Es de anotar que la teja de barro solo se colocaba en la parte de las canaletas convexas de las hojas de eternit (ver fotografías N°72 y N°73).



FOTO N°72:

TEJAS DE ARCILLA PARA LA CUBIERTA



FOTO N°73:

COLOCACION DE LAS TEJAS DE ARCILLA ENCIMA DE LAS HOJAS DE ETERNIT

Los materiales utilizados en esta actividad como la madera para cubierta presentaba buenas características físicas y según la información pertenecían al grupo B de la clasificación para maderas. Los chequeos que se llevaban a cabo a este material es que la madera no presentara nudos, que los listones y teletas fueran lo mas rectos posibles y que presentaran buenas condiciones físicas. Para las hojas de eternit se chequeaba que estas no estuvieran quebradas o fisuradas. Para las tejas de barro se revisaba que no estuvieran partidas.

Esta actividad se llevo a cabo de una forma adecuada logrando un buen aspecto y funcionalidad en la cubierta.

Es de anotar que las actividades como la continuación de instalaciones sanitarias, eléctricas, agua potable, gas domestico, tanto para el primer y segundo piso eran actividades que se llevaban a cabo cuando se terminaba la cubierta y en otras ocasiones antes de esta actividad. Estas actividades se llevaron a cabo teniendo en cuenta todos los puntos domésticos y de servicio de la casa, como también teniendo en cuenta el diseño arquitectónico de la vivienda. (Ver fotografías N°74 hasta N°79 en la siguiente página)

El procedimiento llevado a cabo en estas instalaciones se hizo de manera adecuada a diferencia de algunas pocas falencias

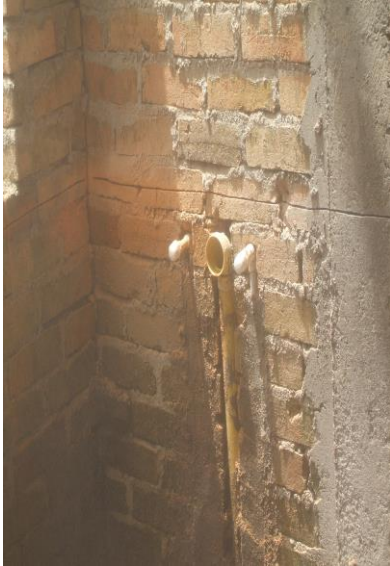


FOTO N°74:  
CONTINUACION DE LAS  
INSTALACIONES SANITARIAS



FOTO N°75:  
INSTALACION DE AGUA  
POTABLE

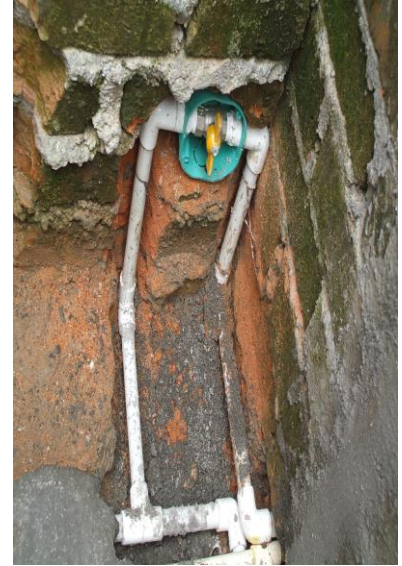


FOTO N°76:  
INSTALACION DE AGUA  
POTABLE  
(LLAVE DE PASO GENERAL)



FOTO N°77:  
CONTINUACION DE LAS  
INSTALACIONES ELECTRICAS  
(PUNTOS ELECTRICOS)



FOTO N°78:  
CONTINUACION DE LAS  
INSTALACIONES ELECTRICAS



FOTO N°79:  
INSTALACIONES DE GAS PARA  
EL PRIMER PISO

### **7.2.10. Repello de muros**

Para el repello de muros se utilizo mortero de dosificación 1:2, el cual se obtenía mezclando manualmente la arena y el cemento adicionándoles una muy poca cantidad de agua de tal forma que se obtuviera un mortero casi seco. El procedimiento seguido fue inicialmente humedecer los muros a repellar de tal forma que quedaran completamente saturados con agua, luego de esto se realizaba la mezcla manualmente de tal manera que esta quedara lo mas homogénea posible y con poca cantidad de agua. Luego se procedía a aplicar sobre los muros una especie de pasta de cemento muy fluida, la cual se preparaba en baldes y llevaba aproximadamente un 80% de agua y un 20% de cemento, en seguida se empezaba a lanzar con un una pala y de forma enérgica sobre los muros el mortero preparado de tal forma que se adhiriera a éstos y que se lograra uniformemente un espesor de 1cm aproximadamente. Luego con un codal se homogenizaba y nivelaba toda la superficie del muro hasta que quedara completamente terminado. Después se esparcía un poco de agua a esta primera capa de repello y nuevamente el muro se volvía a cargar con una segunda capa de mortero la cual se hacia de la misma manera que la primera capa pasando el codal por toda la superficie. Finalmente se pulía y nivelaba la superficie del muro con llana de madera la cual se iba humedeciendo con agua cada vez que se pasaba por el repello (ver fotografías N°80 hasta N°85 en la siguiente página).

Es de anotar que los marcos de las puertas se colocaban antes de repellarse los muros, estos marcos son metálicos y para su colocación se tenía en cuenta que se aseguraran bien al muro, que estuvieran verticalmente y adecuadamente bien colocados de manera tal que cuando se colocaran la puerta no se fuera a presentar ninguna dificultad y que estéticamente se viera bien.



FOTO N°80:  
CHAMPIADO DE MUROS PARA  
REPELLO CON PASTA DE  
CEMENTO MUY FLUIDA



FOTO N°81:  
COLOCACION DE LA PRIMERA  
CAPA DE MORTERO PARA  
RREPELLO



FOTO N°82:  
NIVELACION DE LA PRIMERA  
CAPA DE REPELLO MEDIANTE  
CODAL



FOTO N°83:  
COLOCACION DE MORTERO  
PARA LA SEGUNDA CAPA DE  
REPELLO



FOTO N°84:  
RIEGO DE AGUA PARA NIVELAR  
LA SEGUNDA CAPA DE REPELLO



FOTO N°85:  
NIVELACION DE LA SEGUNDA  
CAPA DE REPELLO MEDIANTE  
LLANA DE MADERA

Los principales controles llevados a cabo para el repello de muros fue en primer lugar que la mezcla estuviera homogénea y casi seca, en segundo lugar que los muros estuvieran bien saturados de agua antes de ser repellados con el fin de que el muro no le quitara agua a la mezcla de mortero de pega, que el mortero se adhiriera bien al muro y que en total se obtuviera un espesor de aproximadamente 2cm. En tercer



lugar se chequeaba que el muro tuviera una superficie plana, nivelada y completamente terminada con un buen aspecto superficial; para hacer estos controles se utilizaba el codal y la plomada. También es importante anotar que para las carteras de los muros y ventanas se tenía muy en cuenta su verticalidad, angularidad y que estuvieran bien terminadas y niveladas (ver fotografías N°86 hasta la N°91).



FOTO N°86:  
VERIFICACION DE LA  
VERTICALIDAD DE LOS  
CODALES PARA  
CONSTRUCCION DE CARTERAS



FOTO N°87:  
COLOCACION DEL MORTERO  
PARA CONTRUCCION DE  
CARTERAS



FOTO N°88:  
VERIFICACION DE LA  
ANGULARIDAD DE CARTERAS  
SOBRE LOS MUROS



FOTO N°89:  
VERIFICACION DE LA  
ANGULARIDAD DE CARTERAS



FOTO N°90:  
CONSTRUCCION DE CARTERAS  
SOBRE VENTANAS



FOTO N°91:  
VERIFICACION DE LA  
HORIZONTALIDAD DE  
CARTERAS EN VENTANAS

Otro aspecto a registrar es que se dejaban unas dilataciones entre el marco de las puertas y el repello.

En general el repello de muros era una actividad a la que se tenía especial cuidado y su procedimiento se llevaba a cabo de una manera adecuada de tal forma que se lograran buenos resultados.

Los demás procesos y actividades que debían de llevarse a cabo como por ejemplo cielo raso, acabados, etc., no se alcanzaron a desarrollar durante el tiempo de duración de la pasantía.

## 8. RESUMEN DE DESCRIPCION DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS Y DE CONTROL DE OBRA

<b>8.2.1. CONSTRUCCIÓN DE CAJAS DE INSPECCIÓN, EXCAVACIÓN DE ZANJAS PARA REDES SANITARIAS Y PARA LA CIMENTACIÓN.</b>		
<b>Proceso constructivo</b>	<b>Método de Control de obra</b>	<b>Observaciones</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cajas de inspección: de (70*70) cm<sup>2</sup> y (90*90) cm<sup>2</sup>, excavación manual y fundición con formaleta tronco piramidal en concreto 1:2:4.</li> <li>• Red sanitaria principal: excavación manual, y pendiente de 2%. Tubería PVC de 4".</li> <li>• Cimentación: Delimitación de ejes mediante hilos, excavación manual de profundidad 30cm, anchos de 45cm para zapatas en L, 30cm y 15cm zapatas cuadrada, 55cm zapatas en T invertida.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Marcos de madera para dimensiones de excavación, control de profundidades con metro, para el concreto vaciado se compactaba por capas mediante un elemento plano de madera.</li> <li>• Control ancho y pendiente mediante hilos centrado en el ancho de la zanja con la pendiente del 2% en el hilo, y chequeos mediante regla de guadua. Relleno y compactación manualmente por capas de 10cm utilizando un elemento de forma cilíndrica construido en concreto.</li> <li>• Delimitación de ejes mediante hilos la horizontalidad controlada con plomada. Cuando no se realizar excavación, se obtenía la sección con formaleta de madera la cual se aseguraba al suelo de cimentación mediante estacas de tabla.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El uso de formaleta permitía un fácil retiro de esta.</li> <li>• Ninguna caja de inspección llevaba acero y la razón de ello no fue convincente.</li> <li>• La profundidad de cimentación fue de 30cm, pero su recomendación es de empotrarse mínimo 50cm en el terreno.</li> </ul>

<b>8.2.2. INSTALACIONES DE LAS DERIVACIONES SANITARIAS, ARMADO Y COLOCACIÓN DE LAS VIGAS DE CIMENTACIÓN Y COLUMNAS DEL PRIMER PISO</b>		
<b>Proceso constructivo</b>	<b>Método de Control de obra</b>	<b>Observaciones</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Derivaciones sanitarias: excavación manual localizando los puntos sanitarios mediante los planos. Tubería PVC, manipulada in situ.</li> <li>• El acero de cimentación se colocaba según el despiece descrito en planos.</li> <li>• Acero de Columnas colocadas desde la cimentación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para lograr la pendiente la excavación se hacia mas profunda desde los puntos sanitarios hasta las cajas de inspección.</li> <li>• Recubrimiento de aceros: Colocación de barras de concreto (baldosa) de 2cm.</li> <li>• Para sujetar acero de columnas al acero de cimentación se engancharon y amarraban, para chequear que éstos estuvieran en la posición indicada y puntos indicados se hacia una inspección con plano en mano.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El armado del acero (castillos) para los elementos estructurales era una actividad que se realizaba con anterioridad a la colocación.</li> </ul>
<b>8.2.3. FUNDICIÓN DE LA CIMENTACIÓN Y FUNDICIÓN DEL PISO PRIMARIO</b>		
<b>Proceso constructivo</b>	<b>Método de Control de obra</b>	<b>Observaciones</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fundición de zapatas concreto 1:2:3. mezcla mecánica y compactación con varilla de acero o guadua.</li> <li>• Relleno previo a la losa en compactación por capas, fundición del piso primario concreto 1:2:3. espesor de la losa de 10cm, el concreto vaciado extendido con una pala y con regla metálica nivelado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control de vacios y hormigones con varillas de acero o guadua.</li> <li>• Control de espesor mediante tablas calibradas y/o hasta altura de la viga de cimentación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La mezcla no siempre fue uniforme, no se dejaba el tiempo suficiente de mezclado.</li> <li>• Faltó utilizar vibradores para compactación del concreto. Se observaron posteriores hormigones.</li> </ul>

<b>8.2.4. LEVANTAMIENTO DE MUROS DEL PRIMER PISO Y FUNDICIÓN DE COLUMNAS DEL PRIMER PISO.</b>		
<b>Proceso constructivo</b>	<b>Método de Control de obra</b>	<b>Observaciones</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pega de muros en tolete y pega en mortero 1:2, espesor 1.5cm.</li>   <li>• Fundición de las columnas del primer piso se colocaba una formaleta en madera y se aseguraba al muro ya construido. Concreto 1:2:3</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verticalidad de muros: control con regla metálica en extremos, horizontalidad con hilo templado extremo a extremo. Fachada de muros estéticamente bien: ladrillos para entabado cortados con cortadora y limpiados.</li>   <li>• Para asegurar formaletas de columnas al muro: control con tablas y clavos.</li>   <li>• Verticalidad y recubrimiento en acero de columna: moviendo aceros mientras vaciado de concreto, para control de vacios y hormigones varillado del concreto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para fachadas se utilizaba el mismo ladrillo de los demás muros.</li> </ul>
<b>8.2.5. ARMADO DE LA FORMALETA PARA EL SEGUNDO PISO, ARMADO Y COLOCACIÓN DE VIGAS DE ENTREPISO, INSTALACIÓN DE REDES SANITARIAS Y ELÉCTRICAS PARA ÉSTE PISO</b>		
<b>Proceso constructivo</b>	<b>Método de Control de obra</b>	<b>Observaciones</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formaleta en tacos y teleras de guadua, bastidores y tablero en madera.</li>   <li>• Acero de entrepiso colocado con base al plano, vigas: (12*30) cm<sup>2</sup>, losa aligerada: espesor 30cm. Acero de retracción y temperatura en ambas direcciones.</li>   <li>• Derivaciones sanitarias y eléctricas ubicadas con plano.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formaleta segura: control con tacos clavados al muro, tablero a ras de muros: tacos medidos y cortados a altura de muros menos espesor de los otros elementos sobre éstos.</li>   <li>• Funcionamiento adecuado de vigas principales de entrepiso control con enganche y traslapo.</li>   <li>• Distribución uniforme de acero de retracción y temperatura: control con medición en primera guía de éste.</li>   <li>• Colocación adecuada de red sanitaria y eléctrica: utilización de los mismos métodos del primer piso.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Casetones para la losa aligerada construidos en la obra de 60cm de ancho. Formaleta del entrepiso no arriostrada en ninguna dirección.</li> </ul>

<b>8.2.6. ARMADO DE LAS COLUMNAS PARA SEGUNDO PISO Y FUNDICIÓN DEL ENTREPISO</b>		
<b>Proceso constructivo</b>	<b>Método de Control de obra</b>	<b>Observaciones</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Armado de columnas: desde la cimentación y continuaban por medio de traslapo. Algunas nacían en el entrepiso.</li>   <li>• Fundición entrepiso: primero vigas y nervios con concreto 1:2:3 y se varillaban, finalmente placa con misma dosificación de concreto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Traslapo en columnas control midiendo y amarrando con bichorroque la longitud traslapada.</li> <li>• Para asegurar columnas que nacían en entrepiso se enganchaban y amarraban al acero de vigas.</li>   <li>• Control de vacios y hormigones en vigas y nervios se varillaba el concreto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En ocasiones a falta de material o tiempo, la placa se fundía al siguiente día de fundido vigas y nervios sin tener cuidado al respecto.</li> </ul>
<b>8.2.7. DESENCOFRADO DEL ENTREPISO, INSTALACIÓN DE REDES ELÉCTRICAS PARA EL PRIMER PISO, LEVANTAMIENTO DE MUROS Y FUNDICIÓN DE LAS COLUMNAS DEL SEGUNDO PISO.</b>		
<b>Proceso constructivo</b>	<b>Método de Control de obra</b>	<b>Observaciones</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desencofrado del entrepiso a los cuatro o cinco días.</li>   <li>• Continuación de la red eléctrica del primer piso con plano.</li>   <li>• Levantamiento de muros y fundición de columnas del entrepiso igual al del primer piso.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ubicación adecuada de red eléctrica mediante planos.</li>   <li>• El control de obra utilizada para levantamiento de muros y fundición de columnas del entrepiso de igual manera al primer piso.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se hizo curado a ningún elemento fundido.</li> </ul>

<b>8.2.8. FORMALETA, ARMADO, COLOCACIÓN Y FUNDICIÓN DE LAS VIGAS PARA CUBIERTA.</b>		
<b>Proceso constructivo</b>	<b>Método de Control de obra</b>	<b>Observaciones</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formaleta en madera, vigas de (12*24) cm<sup>2</sup></li> <li>• Armado y colocación del acero similar al de vigas de entrepiso.</li> <li>• Fundición con mezcla manual de concreto 1:2:3.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para asegurar la formaleta con puntillas de acero distribuidas cada 50cm a lo largo.</li> <li>• Control de sección en la viga: se media con metro el alto y el ancho antes de asegurarla al muro.</li> <li>• Control de vacios y hormigones: varillado uniforme y manual de la fundición.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La mezcla manual se producía más homogénea que la producida en mezcladora.</li> </ul>
<b>8.2.9. ARMADO Y COLOCACIÓN DE LA CUBIERTA</b>		
<b>Proceso constructivo</b>	<b>Método de Control de obra</b>	<b>Observaciones</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cubierta en hojas de eternit #6 con teja de barro y estructura en madera con pendiente del 30%.</li> <li>• La estructura se armaba sobre el marco de los muros y las hojas se aseguraban con ganchos a la estructura.</li> <li>• Las tejas de barro se colocaban sobre las hojas adecuadamente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• obtener pendiente en cubierta: cortando y pegando ladrillo encima de vigas de cubierta.</li> <li>• Asegurar estructura a los muros: se perforaban los muros y se introducían las teleras y los rieles.</li> <li>• Traslapo longitudinal en hojas: montando una hoja sobre otra abarcando dos canales, para el transversal montando una hoja sobre otra 20 cm apróx.</li> <li>• Para asegurar las hojas a la estructura de cubierta se sujetaban por medio de ganchos metálicos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uno de los aspectos para armar la estructura de cubierta fue el diseño arquitectónico de la casa.</li> </ul>

**8.2.10. REPELLO DE MUROS**

<b>Proceso constructivo</b>	<b>Método de Control de obra</b>	<b>Observaciones</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Repello de muros en mortero 1:2, mezcla manual, espesor 2cm. Se nivelo la superficie con codal y llana de madera.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mezcla de repello homogénea: pasando los materiales varias veces de un motón a otro rociando poca agua.</li><li>• Para adherencia de la mezcla al muro: aplicación de pasta de cemento muy fluida y enérgicamente con pala aplicación del mortero.</li><li>• Superficie del muro nivelada y plana: pasando codal por toda la superficie y puliendo con llana de madera.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Se dejaban unas dilataciones entre el marco de las puertas y el repello</li></ul>



## **9. ASPECTOS RELEVANTES DE LA PASANTIA**

- La recolección de los datos fueron tomados directamente en la obra, como también se utilizó alguna información dada del proyecto y de los ingenieros contratista y residente.
  
- Los datos tomados se compararon, con las diferentes clases tomadas dentro de la vida académica para hacerse una idea de cómo más o menos puede verse afectada esta clase de información.
  
- Muchos de los procesos constructivos se afectaron indirectamente con los periodos de lluvia, ya que esto impide hacer un avance mayor cada día.
  
- La mano de obra para ejecutar la pega de ladrillo y el repello era subcontratada y se pagaba el metro cuadrado terminado.
  
- El acero de los diferentes elementos estructurales, se distribuyó y colocó conforme a los planos estructurales pero el recubrimiento, traslapeo y sección de vigas y columnas fueron diferentes a los que se mostraban en estos planos.

- Para lograr algunos detalles y diseños arquitectónicos de las casas se realizaron algunas actividades menores que no se describieron específicamente dentro del proyecto.
  
- El ladrillo utilizado, no tuvo las medidas exactas y esto ocasionó que el nivel, ni el espesor del muro sea completamente homogéneo y por tanto las columnas y vigas principales se ajustaban a este espesor produciendo secciones en estos elementos no exactamente con las dimensiones indicadas.
  
- La mayoría del equipo y herramientas utilizadas para las diferentes actividades son propiedad de la empresa constructora, lo que facilitaba su requerimiento.
  
- Se trabajaron jornadas distribuidas así:
  1. jornada de la mañana: 7:00am - 12:00pm.
  2. jornada de la tarde: 1:00pm - 5:00pm.
  
- Durante la construcción de los diferentes elementos estructurales, no se hizo los ensayos de laboratorio exigidos por la normas colombianas a ningún material ni a concretos y mortero utilizados. Solo se inspeccionaba físicamente su aspecto.

- La preparación técnica del personal de obra, se comprueba durante la ejecución de la misma y se hace un seguimiento del proceso de construcción, para comprobar si es mano de obra calificada.
  
- Los ensayos para las unidades de mampostería, no se realizan según la norma lo cual no permite comparar los estándares de calidad exigidos.
  
- Algunas actividades como la cubiertas y repello de muros, mientras se culminó con el tiempo de pasantía solo se alcanzó a desarrollar en las casas modelos que eran las que correspondían a las casas esquineras.
  
- Se presentaron algunos inconvenientes a la hora de ejecutar ciertas actividades ya que en algunos planos los diseños arquitectónicos no coincidían con los diseños estructurales y hubo que hacerse algunos cambios.
  
- Para dosificar las mezclas de concreto al 1:2:3: Si la mezcla era mecánica se utilizaban cajones metálicos, si la mezcla era manual por cada bulto de cemento de 50 kg se colocaban dos carretadas de arena y tres carretadas de grava. Para dosificar las otras mezclas como para pega y repello de muros se procedió de forma similar a la dosificación de la mezcla manual del concreto.

## 10. DESARROLLO DE LOS OBJETIVOS

En general se cumplió con los objetivos propuestos en la pasantía ya que afortunadamente no se presento ningún inconveniente extraordinario para asistir a todas las actividades que se ejecutaron en la obra, además de que se contó con una buena colaboración de la directora de pasantía, de la empresa ejecutora ANGLO ANGULO mediante el ingeniero director de obra y sus maestros de obra, al ingeniero residente y en general a la universidad del cauca mediante sus ingenieros estructurales.

### CUADRO DE COMPARACION CON OBJETIVOS PROPUESTOS Y LOS DESARROLLADOS.

<b>OBJETIVOS PROPUESTOS</b>	<b>OBJETIVOS DESARROLLADOS</b>
<b>Objetivos generales:</b>	<b>Objetivos generales desarrollados:</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Participar activamente en los procesos de control estructural de las obras civiles diseñadas para la construcción de viviendas unifamiliares en la Urbanización Nogales de la Hacienda ubicada en el norte de la ciudad de Popayán.</li></ul>	Este objetivo se desarrollo ya que se tuvo la oportunidad de participar y estar presente en todas las actividades que se ejecutaron durante el desarrollo de la pasantía, especialmente en las actividades de control de obra estructural ejecutadas.

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adquirir la experiencia necesaria en procesos constructivos y de control de obras estructurales en dichas construcciones.</li> </ul>	<p>Este objetivo se logro desarrollar gracias a la asistencia, participación y observación directa del pasante a todas las actividades desarrolladas en la obra, tiendo actualmente criterios y conocimientos más afianzados que se pueden aplicar en el futuro.</p>
<b>Objetivos específicos:</b>	<b>Objetivos específicos desarrollados:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar las consideraciones del diseño estructural.</li> </ul>	<p>Este objetivo se pudo desarrollar en gran parte ya que se tuvo acceso a algunos planos estructurales de la obra e información de la misma.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comparar el diseño desde el punto de vista teórico a la práctica</li> </ul>	<p>Este objetivo se desarrollo en gran parte ya que se contaba con información del proyecto y algunos de sus diseños los cuales se llevaron a la práctica y se observo su ejecución.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Detectar las falencias del personal a la hora de ejecutar las obras.</li> </ul>	<p>Este objetivo fue desarrollado ya que el pasante al estar presente durante todo el desarrollo de las obras y en contacto con el personal ejecutor de la obra observó las fallas cometidas por parte de éstos a la hora de la ejecución de las obras.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar los conocimientos adquiridos en la universidad en actividades propias de ingeniería que requieran las diferentes obras a construir.</li> </ul>	<p>Este objetivo se cumplió porque el pasante tuvo que recurrir a muchas teorías y prácticas aprendidas durante el desarrollo de su carrera y así pudo participar con fundamentos y criterios.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Participar en la toma de decisiones y sugerir alternativas, si fuese necesario.</li> </ul>	<p>En gran parte se desarrollo este objetivo ya que en algunas ocasiones el pasante tuvo la oportunidad de participar en la solución de algunos inconvenientes y aportar con sus criterios y conocimientos.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hacer un seguimiento de las actividades que se realicen para la construcción de las viviendas.</li> </ul>	<p>Se logro este objetivo gracias a que el pasante tuvo la oportunidad de asistir a cada actividad programada y observar su completo desarrollo.</p>

<ul style="list-style-type: none"><li>• Realizar, con la ayuda de los ingenieros interventores, un control de calidad estructural de las obras que se ejecuten para la construcción de dichas viviendas.</li></ul>	Este objetivo no se desarrollo plenamente ya que no se hizo un control de calidad mediante ensayos ni a los materiales utilizados para los elementos estructurales, ni se hizo ensayo a los elementos estructurales fundidos mediante toma de cilindros. Aunque debe tenerse en cuenta que se llevaron a cabo algunos controles en el procedimiento constructivo de las obras estructurales.
<ul style="list-style-type: none"><li>• Aprovechar el tiempo que dure el proyecto para llevar a la práctica los conocimientos adquiridos en las diferentes ramas de la ingeniería y en particular en los procesos de control de calidad de la obra.</li></ul>	Se pudo desarrollar en parte este objetivo ya que se aplicó algunos conocimientos obtenidos en la carrera en varias actividades que se ejecutaron, especialmente en las de tipo estructural.
<ul style="list-style-type: none"><li>• Adquirir la experiencia necesaria para enfrentar en un futuro los problemas que se presenten en la ejecución de las obras.</li></ul>	Este objetivo se logro ya que al presentarse inconvenientes en la obra y encontrarles la solución, se cuenta con esa experiencia para resolver problemas similares cuando nos enfrentemos a la vida profesional.

## **11. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda hacer por lo menos los mínimos controles y ensayos determinados en la norma colombiana para la construcción, a los distintos materiales utilizados en la obra y a los distintos elementos estructurales construidos para estas viviendas y así garantizar una estructura mas segura, funcional y confiable para quienes la habiten.
- Los rendimientos de las distintas actividades, en gran parte dependen de las habilidades y experiencia del personal que ejecuta las obras, por esta razón se recomienda seleccionar el personal y ubicarlo adecuadamente de acuerdo a sus destrezas y experiencia que tengan.
- Interactuar con el maestro de obra para crear una llave, para que este sirva como vocero ante los trabajadores y llevar una buena relación laboral
- No temer decir que las cosas se están haciendo de una forma inadecuada, y en lo posible hacer que se cumplan con las actividades primordiales.

- Crear un ambiente agradable durante el tiempo de trabajo, es la mejor sugerencia que se puede hacer para cualquier tipo de trabajo, en el que se deba tener contacto diario con personas de diferentes culturas de trabajo.
  
- Verificar que los materiales tengan como mínimo las siguientes características:
  
- Mortero de pega tipo S de 12.5 Kg./cm<sup>2</sup>
  
- Acero corrugado  $f_y = 420$  MPa



## **12. CONCLUSIONES**

- Al no determinar las propiedades físicas y mecánicas de los materiales incluida las unidades de mampostería, se pone en duda que éstas cumplan con los requisitos mínimos exigidos lo cual es una falla por parte del constructor.
  
- Las cantidades de refuerzo calculadas para los distintos elementos estructurales, la dimensión de las secciones y el sistema estructural utilizado permiten soportar las cargas sísmicas y las cargas generadas por las viviendas siempre y cuando los procesos constructivos se lleven a cabo adecuadamente y se lleve a cabo la ejecución de las obras como lo detallan los planos estructurales.
  
- El acero utilizado en los distintos elementos estructurales debe cumplir con las especificaciones dadas en la norma, y también en este caso debe respetarse las longitudes, los traslapos, los diámetros, el recubrimiento; pedidas según los planos estructurales.
  
- Para evitar retrasos y complicaciones en las diferentes actividades es importante realizar una planeación y una buena aproximación, a los rendimientos y avances de obra gracias a la observación directa, así como

saber el número óptimo de cuadrillas u obreros , para el mejor rendimiento en las distintas actividades, también se debe hacer un seguimiento de las cantidades, para así determinar aproximadamente lo que se consumen en un tiempo determinado, para tener un margen de seguridad, con respecto a los materiales que se requieren en el almacén.

- Mediante la observación directa se llevó un control en la colocación de aceros de los diferentes elementos estructurales, en el caso de los traslapos, así como cumplir con los diámetros exigidos, el espaciamiento de estribos y el recubrimiento, también la colocación y armado de estos elementos en los sitios indicados, y que sean los apropiados en cada caso, aunque no fueron los indicados en los planos.
  
- Con esta práctica se logró que los conceptos que lleva el estudiante, puedan reflejarse y aplicarse en el campo así como compararse los conceptos teóricos con los prácticos, que en algunos casos resultan divergentes.
  
- La importancia de un adecuado armado, colocación y amarre de los aceros de las distintas unidades estructurales como vigas de cimentación, columnas y vigas principales mejora el comportamiento de la estructura de una manera que la estructura quede funcionando integralmente y sea más difícil que falle.

- El trabajo en campo realizado permite al estudiante, un trato directo con personas de diferente rango y mando, lo que facilita el trato en futuras intervenciones en obra y facilita también, la interacción debido a la experiencia real obtenida durante la pasantía.
  
- El campo de la ingeniería es muy amplio y también como es el caso se aplican varias ramas de la carrera como topografía, geometría descriptiva, construcción, costos, legislación, análisis estructural y concreto armado así como se podrían aplicar otras sin que la construcción sea de un campo diferente.
  
- Se constataron los conceptos de la carrera por medio de otras personas, que no hacen las cosas porque lo vieron en un salón de clase si no porque, las aprendieron durante una vida de experiencia, esto generó una gran satisfacción a nivel personal, debido a la experiencia obtenida.
  
- Se participó en diferentes actividades de control de la obra, logrando una actividad interesante y que pronto pasará a ser de uso diario.
  
- El proceso de comprobar si los materiales utilizados en obra son de buena calidad, se deben determinar mediante los laboratorios exigidos por la norma, en este caso se ignoraron lo que es un error del constructor.

- En los distintos elementos estructurales como zapatas, columnas, vigas principales, losas primarias y de entrepiso no se comprobó la resistencia, lo cual es una falla y puede ocasionar problemas inmediatos y futuros en el comportamiento de la estructura.
- Es importante tener una planeación de toda la obra para así poder obtener mejores resultados en las obras y garantizar una mayor eficacia y eficiencia dentro del proyecto.
- Es de suma importancia controlar la cantidad de agua a adicionar en los concretos y morteros utilizados en la obra, así como su mezcla y homogeneidad para que la resistencia de los distintos elementos construidos con éstos sea la que se requiere.
- Si se realiza un buen control de obra y se llevan a cabo procesos constructivos adecuados los resultados serán satisfactorios y se garantizara una estructura funcional, segura y estable.
- Las viviendas unifamiliares de Nogales de la Hacienda, de acuerdo a los procesos constructivos y controles de obra pueden presentar algunas complicaciones estructurales futuras o un inadecuado funcionamiento ya que no se llevaron a cabo todos los controles, chequeos y ensayos que se requerían, como las normas colombianas para la construcción lo señala.

### **13. BIBLIOGRAFIA**

1. NORMA COLOMBIANA SISMORESISTENTE N.S.R. 98.
2. NORMA TECNICA COLOMBIANA
3. ACOSTA, D. (2003) "Hacia una arquitectura y construcción sostenibles".
4. CILENTO, ALFREDO (1989), "El programa de ajustes y la tecnología de edificaciones".
5. MANUAL DE CONSTRUCCIÓN, EVALUACIÓN Y REHABILITACIÓN SISMO RESISTENTE DE VIVIENDAS DE MAMPOSTERÍA

## **14. ANEXOS**

INDICE:

1. Registro Fotográfico
2. Copia de detalles de planos estructurales y de fachada principal
3. Copia de requisitos de pasantía:
  - Copia de aceptación de la Empresa Receptora
  - Copia de la resolución de pasantía
  - Copia Certificado de horas cumplidas por la pasante

## **REGISTRO FOTOGRAFICO**



FOTO N°1:  
MARCO PARA DELIMITAR LAS CAJAS DE INSPECCION



FOTO N°2:  
EXCAVACION DE LAS CAJAS DE INSPECCION



FOTO N°3:  
MEDICION DE LA PROFUNDIDAD DE LAS CAJAS DE  
INSPECCION



FOTO N°4:  
FORMALETA PARA LAS CAJAS DE INSPECCION  
PEQUEÑAS



**FOTO N°5:**  
**FORMALETA PARA LAS CAJAS DE INSPECCION**  
**GRANDES.**



**FOTO N°6:**  
**COLOCACION DE FORMALETAS**  
**PARA CAJAS DE INSPECCION**



**FOTO N°7:**  
**FUNDICION DE CAJAS DE INSPECCION**



**FOTO N°8:**  
**COMPACTACION DE CAJAS DE INSPECCION**



**FOTO N°9:**  
**VERIFICACION DE LA CONCENTRICIDAD DE LAS**  
**CAJAS DE INSPECCION**



**FOTO N°10:**  
**TERMINACION DE LAS CAJAS DE INSPECCION**





**FOTO N°11:**  
DELIMITACION DE ZANJAS PARA EXCAVAR LA RED  
SANITARIA PRINCIPAL



**FOTO N°12:**  
EXCAVACION DE LAS ZANJAS PARA LA RED  
SANITARIA PRINCIPAL



**FOTO N°13:**  
VERIFICACION DE LA PROFUNDIDAD Y PENDIENTE DE  
LAS ZANJAS DE LA RED SANITARIA PRINCIPAL



**FOTO N°14:**  
VERIFICACION DEL ANCHO DE LA ZANJA PARA LA  
RED SANITARIA PRINCIPAL



**FOTO N°15:**  
PERFORACION DE ORIFICIOS PARA INSTALAR LA RED  
SANITARIA PRINCIPAL



**FOTON°16**  
ORIFICIOS PARA INSTALAR LA RED SANITARIA  
PRINCIPAL



FOTO N°17:  
INSTALACION DE LA RED SANITARIA  
PRINCIPAL



FOTO N°18:  
RELLENO DE ZANJAS DE LA RED SANITARIA PRICIPAL



FOTO N°19:  
COMPACTACION DE ZANJAS DE LA RED SANITARIA  
PRINCIPAL



FOTO N°20:  
TUBERIA PARA LA DEL SANITARIA PRINCIPAL DEL  
SEGUNDO PISO



FOTO N°21:  
LECTURA DE PLANOS PARA COLOCAR LOS HILOS  
GUIA PARA ZANJAS DE CIMENTACION



FOTO N°22:  
COLOCACION DE LOS HILOS GUIA PARA ZANJAS DE  
CIMENTACION



FOTO N°23:  
HILOS GUIA PARA ZANJAS DE CIMENTACION



FOTO N°24:  
DELIMITACION DE ZANJAS DE CIMENTACION



FOTO N°25:  
EXCAVACION DE ZANJAS DE CIMENTACION



FOTO N°26:  
ZANJAS DE CIMENTACION



FOTO N°27:  
FORMALETA TIPO T INVERTIDA PARA LA  
CIMENTACION



FOTO N°28:  
FORMALETA RECTANGULAR PARA LA CIMENTACION



FOTO N°29:  
LECTURA DE PLANOS PARA INSTALAR LAS  
DERIVACIONES SANITARIAS DEL PRIMER PISO



FOTO N°30:  
EXCAVACION DE LAS DERIVACIONES SANITARIAS  
DEL PRIMER PISO



FOTO N°31:  
DERIVACIONES SANITARIAS DEL PRIMER PISO



FOTO N°32:  
INSTALACION DE LAS DERIVACIONES SANITARIAS  
DEL PRIMER PISO



FOTO N°33:  
INSTALACION DE LAS DERIVACIONES SANITARIAS  
DEL PRIMER PISO



FOTO N°34:  
RELLENO DE LAS DERIVACIONES SANITARIAS DEL  
PRIMER PISO



**FOTO N°35:**  
**ARMADO DEL ACERO PARA LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES**



**FOTO N°36:**  
**COLOCACION DEL ACERO PARA LA CIMENTACION**



**FOTO N°37:**  
**COLOCACION DEL ACERO PARA LA CIMENTACION**



**FOTO N°38:**  
**ENGANCHE DEL ACERO DE CIMENTACION EN LAS INTERSECCIONES**



**FOTO N°39:**  
**ENGANCHE DEL ACERO DE CIMENTACION EN LAS INTERSECCIONES**



**FOTO N°40:**  
**ACERO PARA LAS VIGAS DE CIMENTACION**



FOTO N°41:  
VERIFICACION DE TRASLAPOS EN EL ACERO DE  
CIMENTACION



FOTO N°42:  
MEDICION DE LA LONGITUD DEL ACERO DE  
CIMENTACION



FOTO N°43:  
ARMADO DEL ACERO TIPO T INVERTIDA DE  
CIMENTACION



FOTO N°44:  
ARMADO DEL ACERO TIPO L DE CIMENTACION



FOTO N°45:  
RECUBRIMIENTO DEL ACERO DE CIMENTACION



FOTO N°46:  
RECUBRIMIENTO DEL ACERO DE CIMENTACION



FOTO N°47:  
COLUMNA TIPO I



FOTO N°48:  
COLUMNA TIPO II



FOTO N°49:  
ARMADO Y COLOCACION DEL ACERO DE LAS  
COLUMNAS PARA EL PRIMER PISO



FOTO N°50:  
ARMADO Y COLOCACION DEL ACERO DE LAS  
COLUMNAS PARA EL PRIMER PISO



FOTO N°51:  
CEMENTO UTILIZADO PARA LAS MEZCLAS



FOTO N°52:  
ARENA UTILIZADO PARA LAS MEZCLAS



FOTO N°53:  
GRAVA UTILIZADA PARA LAS MEZCLAS DE  
CONCRETO



FOTO N°54:  
CAJONES UTILIZADOS PARA DOSIFICAR LAS  
MEZCLAS



FOTO N°55:  
MEZCLA PARA LA FUNDICION DE LOS ELEMENTOS  
ESTRUCTURALES



FOTO N°56:  
MEZCLA PARA LA FUNDICION DE LOS ELEMENTOS  
ESTRUCTURALES



FOTO N°57:  
MEZCLA DE CONCRETO PARA FUNDIR LOS  
ELEMENTOS ESTRUCTURALES



FOTO N°58:  
FUNDICION DE LAS VIGAS DE CIMENTACION





FOTO N°59:  
VARILLADO DE VIGAS DE CIMENTACION



FOTO N°60:  
VARILLADO DE VIGAS DE CIMENTACION



FOTO N°61:  
COMPACTACION Y TERMINADO DE VIGAS DE  
CIMENTACION



FOTO N°62:  
COMPACTACION Y TERMINADO DE VIGAS DE  
CIMENTACION



FOTO N°63:  
TERMINADO DE VIGAS DE CIMENTACION SOBRE LAS  
FORMALETAS



FOTO N°64:  
TERMINADO DE VIGAS DE CIMENTACION SOBRE LAS  
ZANJAS DE CIMENTACION



FOTO N°65:  
DESENOFRADO DE VIGAS DE CIMENTACION



FOTO N°66:  
VIGA DE CIMENTACION TIPO T INVERTIDA



FOTO N°67:  
VIGA DE CIMENTACION RECTANGULAR



FOTO N°68:  
VIGA DE CIMENTACION TIPO L



FOTO N°69:  
VISTA GENETAL DE LAS VIGAS DE CIMENTACION



FOTO N°70:  
PROBLEMA DE HORMIGUEROS SOBRE LAS VIGAS DE  
CIMENTACION



FOTO N°71:  
RELLENO Y COMPACTACION DEL PISO



FOTO N°72:  
RELLENO Y COMPACTACION DEL PISO



FOTO N°73:  
EXTENSION DE CAPA DE ARENA SOBRE EL PISO



FOTO N°74:  
INSTALACIONES ELECTRICAS DEL PRIMER PISO



FOTO N°75:  
FUNDICION DEL PRIMER PISO



FOTO N°76:  
NIVELACION DEL PRIMER PISO



FOTO N°77:  
FUNDICION DEL PRIMER PISO



FOTO N°78:  
FUNDICION DEL PRIMER PISO



FOTO N°79:  
LADRILLO PARA MUROS DIVISORIOS Y FACHADA



FOTO N°80:  
MEZCLA PARA PEGA DE LADRILLO



FOTO N°81:  
MORTERO PARA PEGA DE LADRILLO



FOTO N°82:  
HUMEDECIMIENTO DEL LADRILLO PARA PEGA



**FOTO N°83:**  
COLOCACION DE HILADAS PARA EL LEVANTAMIENTO  
DE MUROS DEL PRIMER PISO



**FOTO N°84:**  
LEVANTAMIENTO DE MUROS PARA DEL PRIMER PISO



**FOTO N°85:**  
LEVANTAMIENTO DE MUROS DEL PRIMER PISO



**FOTO N°86:**  
LIMPIEZA DE MUROS DE FACHADA



**FOTO N°87:**  
FORMALETA PARA COLUMNAS TIPO I  
(EN FACHADA Y ANTEJARDIN)



**FOTO N°88:**  
FORMALETA PARA COLUMNAS TIPO I  
(GENERAL)



FOTO N°89:  
FORMALETA PARA COLUMNAS TIPO II



FOTO N°90:  
FUNDICION DE COLUMNAS



FOTO N°91:  
FUNDICION DE COLUMNAS



FOTO N°92:  
VARILLADO DE COLUMNAS



FOTO N°93:  
ARMADO DE LA FORMALETA PARA EL ENTREPISO  
(TACOS DE GUADUA)



FOTO N°94:  
ARMADO DE LA FORMALETA PARA EL ENTREPISO  
(RIELES EN GUADUA Y TELERAS EN MADERA)



**FOTO N°95:**  
**ARMADO DE LA FORMALETA PARA EL ENTREPISO**  
**(VISTA GENERAL DE LA FORMALETA)**



**FOTO N°96:**  
**COLOCACION DEL ACERO PARA LAS VIGAS**  
**PRINCIPALES DEL ENTREPISO**



**FOTO N°97:**  
**ACERO DE VIGAS PRINCIPALES DEL ENTREPISO**



**FOTO N°98:**  
**ENGANCHE DEL ACERO PARA LAS VIGAS**  
**PRINCIPALES DEL ENTREPISO**



**FOTO N°99:**  
**COLOCACION DE CASETONES DEL ENTREPISO**



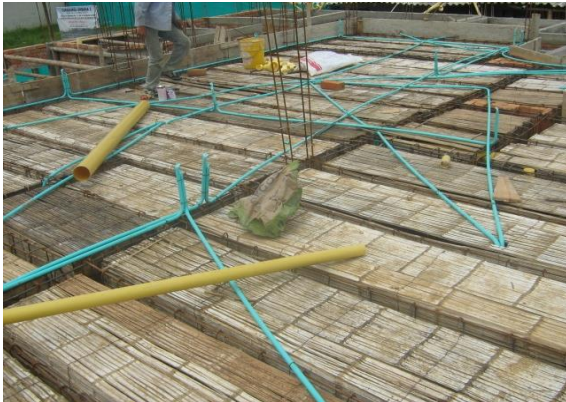
**FOTO N°100:**  
**COLOCACION DEL ACERO PARA LOS NERVIOS DEL**  
**ENTREPISO**



**FOTO N°101:**  
**INSTALACION DE LAS DERIVACIONES SANITARIAS**  
**PARA EL SEGUNDO PISO**



**FOTO N°102:**  
**DERIVACIONES SANITARIAS DEL SEGUNDO PISO**



**FOTO N°103:**  
**INSTALACION DE REDES ELECTRICAS PARA EL**  
**SEGUNDO PISO**



**FOTO N°104:**  
**ACERO DE RETRACCON Y TEMPERATURA PARA LA**  
**LOSA ALIGERADA**



**FOTO N°105:**  
**ACERO DE RETRACCON Y TEMPERATURA PARA LA**  
**LOSA ALIGERADA**



**FOTO N°106:**  
**CONCRETO PARA FUNDICION DE VIGAS PRINCIPALES**  
**Y NERVIOS DEL ENTREPISO**





FOTO N°107:

FUNDICION DE VIGAS PRINCIPALES DE ENTREPISO



FOTO N°108:

VARILLADO DE VIGAS PRINCIPALES DE ENTREPISO



FOTO N°109:

FUNDICION DE LOS NERVIOS DEL ENTREPISO



FOTO N°110:

VARILLADO DE LOS NERVIOS DEL ENTREPISO



FOTO N°111:

CONCRETO UTILIZADO PARA FUNDIR LA PLACA DE LA  
LOSA ALIGERADA



FOTO N°112:

FUNDICION DE LA PLACA DE LA LOSA ALIGERADA



**FOTO N°113:**  
**CHEQUEO DEL ESPESOR DE LA PLACA DE LA LOSA ALIGERADA**



**FOTO N°114:**  
**NIVELACION DE LA PLACA DE LA LOSA ALIGERADA**



**FOTO N°115:**  
**DEENCOFRADO DE LA LOSA ALIGERADA**



**FOTO N°116:**  
**CONTINUACION DE LAS INSTALACIONES SANITARIAS**



**FOTO N°117:**  
**INSTALACION DE AGUA POTABLE**



**FOTO N°118:**  
**INSTALACION DE AGUA POTABLE  
(PARA EL INODORO Y LA DUCHA)**



FOTO N°119:  
INSTALACION DE AGUA POTABLE  
(LLAVE DE PASO GENERAL)



FOTO N°120:  
INSTALACION DE AGUA POTABLE  
PARA EL SEGUNDO PISO



FOTO N°121:  
CONTINUACION DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS



FOTO N°122:  
CONTINUACION DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS  
(PUNTOS ELECTRICOS)



FOTO N°123:  
CONTINUACION DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS  
(CAJA ELECTRICA GENERAL)



FOTO N°124:  
INSTALACIONES DE GAS PARA EL PRIMER PISO



FOTO N°125:  
INSTALACIONES DE GAS PARA EL PRIMER PISO



FOTO N°126:  
INSTALACION DE MIRAS PARA EL LEVANTAMIENTO  
DE MUROS DEL SEGUNDO PISO



FOTO N°127:  
HILADAS PARA EL LEVANTAMIENTO DE MUROS DEL  
SEGUNDO PISO



FOTO N°128:  
LEVANTAMIENTO DE MUROS DEL SEGUNDO PISO



FOTO N°129:  
ARMADO DE LA FORMALETA PARA VIGAS DE  
CUBIERTA



FOTO N°130:  
FORMALETA PARA VIGAS DE CUBIERTA



FOTO N°131:  
PEGA DE LADRILLO PARA ARMAR LA PENDIENTE  
DE LA CUBIERTA



FOTO N°132:  
CONSTRUCCION DE LA PENDIENTE DE LA  
CUBIERTA



FOTO N°133:  
PENDIENTE DE LA CUBIERTA



FOTO N°134:  
VISTA GENERAL DE LA PENDIENTE DE CUBIERTA



FOTO N°135:  
FORMALETA PARA EL ARCO UBICADO EN LA  
FACHADA PRINCIPAL DE LA VIVIENDA



FOTO N°136:  
TRANSLAPO DEL ARCO DE ACERO Y EL ACERO DE  
LA VIGA DE CUBIERTA



FOTO N°137:

ARCO DE ACERO PARA OBTENER EL DISEÑO DE LA FACHADA PRINCIPAL DE LA VIVIENDA



FOTO N°138:

FORMALETA PARA OBTENER EL DISEÑO DE LA FACHADA PRINCIPAL DE LA VIVIENDA



FOTO N°139:

ESTRUCTURA DE MADERA SOBRE EL ARCO



FOTO N°140:

ESTRUCTURA DE MADERA TRIANGULAR



FOTO N°141:

MADERA PARA LA ESTRUCTURA DE LA CUBIERTA



FOTO N°142:

ARMADO DE LA ESTRUCTURA DE LA CUBIERTA



FOTO N°143:  
ESTRUCTURA DE LA CUBIERTA



FOTO N°144:  
HOJAS DE ETERNIT PARA LA CUBIERTA



FOTO N°145:  
COLOCACION DE LAS HOJAS DE ETERNIT EN LA  
CUBIERTA



FOTO N°146:  
LUCETA DE ILUMINACION Y VENTILACION EN LA  
CUBIERTA



FOTO N°147:  
VISTA GENERAL DE LA COLOCACION DE LAS  
HOJAS DE ETERNIT EN LA CUBIERTA



FOTO N°148:  
ASEGURAMIENTO DE LAS HOJAS DE ETERNIT A  
LA ESTRUCTURA DE LA CUBIERTA CON GANCHOS



FOTO N°149:  
TEJAS DE ARCILLA PARA LA CUBIERTA



FOTO N°150:  
COLOCACION DE LAS TEJAS DE ARCILLA ENCIMA  
DE LAS HOJAS DE ETERNIT



FOTO N°151:  
MEZCLA DE MORTERO PARA REPELLO



FOTO N°152:  
MORTERO PARA REPELLO

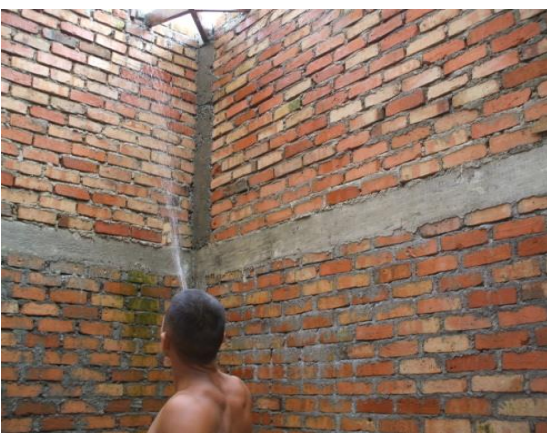


FOTO N°153:  
SATURACION DE LOS MUROS PARA REPELLO



FOTO N°154:  
CHAMPIADO DE MUROS PARA REPELLO CON  
PASTA DE CEMENTO MUY FLUIDA





FOTO N°155:  
COLOCACION DE LA PRIMERA CAPA DE MORTERO  
PARA RREPELLO



FOTO N°156:  
NIVELACION DE LA PRIMERA CAPA DE REPELLO  
MEDIANTE CODAL



FOTO N°157:  
COLOCACION DE MORTERO PARA LA SEGUNDA  
CAPA DE REPELLO



FOTO N°158:  
RIEGO DE AGUA PARA NIVELAR LA SEGUNDA CAPA  
DE REPELLO



FOTO N°159:  
NIVELACION DE LA SEGUNDA CAPA DE REPELLO  
MEDIANTE LLANA DE MADERA



FOTO N°160:  
COLOCACION DE CODALES PARA CONSTRUCCION  
DE CARTERAS EN LOS MUROS



**FOTO N°161:**  
VERIFICACION DE LA VERTICALIDAD DE LOS  
CODALES PARA CONSTRUCCION DE CARTERAS



**FOTO N°162:**  
COLOCACION DEL MORTERO PARA LA  
TERMINACION CONTRUCCION DE CARTERAS



**FOTO N°163:**  
VERIFICACION DE LA ANGULARIDAD DE CARTERAS  
SOBRE LOS MUROS



**FOTO N°164:**  
VERIFICACION DE LA ANGULARIDAD DE  
CARTERAS



**FOTO N°165:**  
CONSTRUCCION DE CARTERAS SOBRE VENTANAS



**FOTO N°166:**  
VERIFICACION DE LA HORIZONTALIDAD DE  
CARTERAS EN VENTANAS

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCION**

---



**FOTO N°167:**  
PROBLEMAS DE INUNDACION POR EL AGUA  
LLUVIAS SOBRE EL TERENO DE CONSTRUCCION



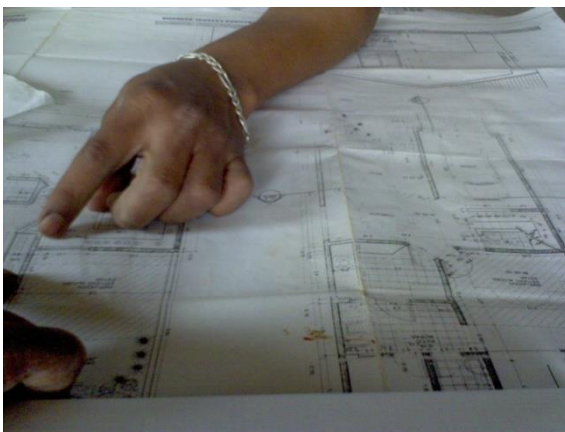
**FOTO N°168:**  
PROBLEMAS DE INUNDACION POR EL AGUA  
LLUVIAS SOBRE LA VIA DE ACCESO



**FOTO N°169:**  
ELEMENTO UTILIZADO PARA COMPACTAR  
RELLENOS.



**FOTO N°170:**  
CASETONES UTILIZADOS PARA OBTENER LOS  
NERVIOS DEL ENTREPISO



**FOTO N°171:**  
LECTURA DE PLANOS PARA LA CONSTRUCCION



**FOTO N°172:**  
LICENCIA DE CONSTRUCCION DEL PROYECTO

