

**AUXILIAR RESIDENTE DE OBRA  
EN EL PROYECTO DE VIVIENDA  
PEDRO LEÓN RODRÍGUEZ Y GUSTAVO MEJÍA  
CORINTO - CAUCA**



**ALEXANDER BRAVO VIDAL**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
POPAYÁN  
2009**

**AUXILIAR RESIDENTE DE OBRA  
EN EL PROYECTO DE VIVIENDA  
PEDRO LEON RODRÍGUEZ Y GUSTAVO MEJÍA  
CORINTO - CAUCA**



**ALEXANDER BRAVO VIDAL**

Trabajo de Pasantía para optar al título de Ingeniero Civil

Director de Pasantía  
Ing. **HUGO EDUARDO MUÑOZ MUÑOZ**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
POPAYÁN  
2009**

Nota de Aceptación:

---

---

---

---

---

---

---

---

Presidente del Jurado

---

Firma del Jurado

---

Firma del Jurado

Popayán, Noviembre de 2009

## DEDICATORIA

A mi familia, y en primer lugar a mi madre, tierno pero sólido cimiento de mi estructura personal quien, con mi padre empírico maestro constructor cuya incesante labor me inspiró la Carrera Universitaria, supieron darme el apoyo indispensable en el momento oportuno, para que mi endeble edificio humano no colapsara y, en cambio, mantuviera gran “sismo-resistencia” a todos los embates de la vida juvenil.

A mi hermano mayor, otro maestro constructor de la hasta ahora inagotable “ingeniería” familiar: el empirismo.

A mis hermanas y al resto del núcleo familiar, cuyo solo apellido me incita a exclamar: ¡”Bravo”! familia Bravo.

Y, como en toda ingeniería, los últimos serán los primeros, concepto que acabo de inventarme...

A mi novia, a mis amigos, y a todos aquellos que en muchas oportunidades y de muchas maneras, me dieron la mano para no desistir de mi objetivo universitario

## **AGRADECIMIENTOS**

En primerísimo primer lugar, a la Universidad del Cauca, de las aulas de cuya Facultad de Ingeniería Civil ,nos sentiremos siempre orgullosos exalumnos y exitosos profesionales y al Director de la pasantía, Ing. Hugo Muñoz Muñoz, por su constante, eficaz y eficiente colaboración en la elaboración de este trabajo de grado.

A la Empresa Constructora Proyectos y Construcciones de Occidente S..A. OCCIVILES S.A, que me acogió como uno más de sus miembros, y, en especial, a su Ing. residente, Juan Pablo González, amigo y hasta vecino, mi ¡padrino! para hacer la pasantía en la Constructora, por creer contra todo pronóstico en mis capacidades profesionales. Siempre me brindó su apoyo y experiencia técnica y profesional.

A los Ing. Juan Carlos Canencio, Representante Legal de OCCIVILES S:A:, quien me brindó la oportunidad de participar en uno de sus proyectos, al Ing. Orlando Sandoval; al Ing. Orlando Sandoval, Inspector del Proyecto; al señor Marino Fiscue, Jefe de Planeación Municipal de Corinto, quienes me apoyaron incondicionalmente. y a los señor Evelio Muñoz colaborador incansable, y a Héctor Mina, inagotable mina de solidaridad, personas que de verdad se divierten sirviendo, Dándome su total apoyo para que esta etapa de mi formación como ingeniero culminara con éxito. Y. como en la canción: “A mis amigos les adeudo la ternura”, a mis condiscípulos de Civil, ¡mil agradecimientos mil!, dada su solidaridad, desinterés, constancia, buen humor y camaradería, ingredientes que hicieron de la carrera un verdadero remanso de paz.

En fin, para todos y cada uno de los profesionales que participaron en el Proyecto y para las personas que de una u otra forma coadyuvaron para que se diera este momento pero cuyos nombres, que aunque no se me escapan, si coparían todo un capítulo, como dijera el inolvidable Pedro Vargas tras cada concierto: ¡Muy agradecido! ¡Muy agradecido! y... ¡Muy agradecido!

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN .....	15
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>16</b>
2.1 GENERAL.....	16
2.2 ESPECIFICOS.....	16
<b>3. INFORMACIÓN DEL PROYECTO.....</b>	<b>17</b>
3.1 CONCEPTOS GENERALES.....	17
3.2 NORMAS UTILIZADAS EN EL DISEÑO.....	19
3.2.1 Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-98.....	19
3.2.3 Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS 2000 .....	20
3.2.4 Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE.....	20
3.3 CIMENTACIÓN UTILIZADA.....	20
3.4 SISTEMA ESTRUCTURAL.....	20
3.5. INSTALACIONES.....	21
3.5.1 Hidráulicas y sanitarias .....	21
3.5.2 Eléctricas .....	22
3.5.3 Instalaciones adicionales.....	22
<b>4. GENERALIDADES .....</b>	<b>24</b>
4.1 ACTIVIDADES EJECUTADAS.....	24
<b>5. PROCESOS <u>C</u>ONSTRUCTIVOS POR CAPÍTULOS DE CONSTRUCCIÓN .....</b>	<b>30</b>
5.1 PRELIMINARES .....	30

<b>5.2.</b>	<b>LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO (M2)</b> . . . . .	<b>31</b>
<b>5.2.1</b>	<b>Método 3-4-5 (múltiplos o submúltiplos)</b> . . . . .	<b>31</b>
<b>5.2.3</b>	<b>Limpieza y descapote (M2)</b> . . . . .	<b>34</b>
<b>5.2.4</b>	<b>Excavación manual de material común (M3)</b> . . . . .	<b>37</b>
<b>5.2.5</b>	<b>Desagües e instalaciones subterráneas.</b> . . . . .	<b>41</b>
<b>5.2.6</b>	<b>Cajas de inspección (Und)</b> . . . . .	<b>41</b>
<b>5.2.7</b>	<b>Tubería Sanitaria PVC para desagües.</b> . . . . .	<b>42</b>
<b>5.2.7.1</b>	<b>Instalación de tubería principal PVC para desagües en D = 4" (ML)</b> . . . . .	<b>42</b>
<b>5.2.7.2</b>	<b>Instalación de tubería PVC para desagües en D=2" (ML)</b> . . . . .	<b>43</b>
<b>5.3</b>	<b>CIMENTACIÓN.</b> . . . . .	<b>44</b>
<b>5.3.1</b>	<b>Excavación para vigas de cimentación (M3)</b> . . . . .	<b>44</b>
<b>5.3.2</b>	<b>Cimientos en concreto.</b> . . . . .	<b>46</b>
<b>5.3.2.1</b>	<b>Viga de cimentación en concreto reforzado (ML)</b> . . . . .	<b>46</b>
<b>5.3.2.2</b>	<b>Aceros para cimentación.</b> . . . . .	<b>56</b>
<b>5.3.2.3</b>	<b>Aceros #3 y #2 para cimentación (KG)</b> . . . . .	<b>56</b>
<b>5.4.</b>	<b>PISOS.</b> . . . . .	<b>57</b>
<b>5.4.1</b>	<b>Piso primario en concreto de 17.5 Mpa. e = 0.05 m. (M3)</b> . . . . .	<b>57</b>
<b>5.5</b>	<b>MUROS</b> . . . . .	<b>62</b>
<b>5.5.1</b>	<b>En ladrillo común (M2)</b> . . . . .	<b>62</b>
<b>5.6</b>	<b>ESTRUCTURAS EN CONCRETO REFORZADO.</b> . . . . .	<b>72</b>
<b>5.6.1</b>	<b>Columnetas de confinamiento en concreto 17.5 Mpa.</b> . . . . .	<b>72</b>
<b>5.7.</b>	<b>VIGAS.</b> . . . . .	<b>76</b>
<b>5.7.1</b>	<b>Vigas de confinamiento</b> . . . . .	<b>76</b>
<b>5.7.2</b>	<b>Vigas de confinamiento en concreto reforzado (M3)</b> . . . . .	<b>76</b>
<b>5.7.3</b>	<b>Cinta corona en concreto 17.5 Mpa. - reforzado (ML)</b> . . . . .	<b>79</b>
<b>5.8</b>	<b>CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO</b> . . . . .	<b>81</b>
<b>5.8.1</b>	<b>Cubierta.</b> . . . . .	<b>82</b>
<b>5.8.2</b>	<b>Cubierta A.C. sobre Estructura de Madera (M2)</b> . . . . .	<b>83</b>
<b>5.8.3</b>	<b>Las tejas de asbesto cemento</b> . . . . .	<b>85</b>



<b>5.9</b>	<b>INSTALACIONES HIDROSANITARIAS</b> .....	<b>85</b>
<b>5.9.1</b>	<b>Aparatos sanitarios</b> .....	<b>86</b>
<b>5.9.1.1</b>	<b>Inodoro Tipo Corona (Pto.)</b> .....	<b>86</b>
<b>5.9.2</b>	<b>Lavamanos tipo Corona (Pto)</b> .....	<b>88</b>
<b>5.10</b>	<b>FUNDAMENTOS HIDROSANITARIOS</b> .....	<b>89</b>
<b>5.10.1</b>	<b>Punto hidráulico tubería PVC ½" (Pto.)</b> .....	<b>89</b>
<b>5.11</b>	<b>PAÑETES</b> .....	<b>91</b>
<b>5.11.1</b>	<b>Pañete Muros E = 2 cm. (M<sup>2</sup>)</b> .....	<b>91</b>
<b>5.12</b>	<b>ENCHAPES</b> .....	<b>92</b>
<b>5.12.1</b>	<b>Enchape de muros con piezas cerámica (m2)</b> .....	<b>93</b>
<b>5.12.2</b>	<b>Enchape de pisos con piezas de cerámica (m2)</b> .....	<b>94</b>
<b>5.13</b>	<b>CARPINTERÍA METÁLICA</b> .....	<b>95</b>
<b>5.13.1</b>	<b>Suministro e instalación de puertas en lámina galvanizada</b>	<b>95</b>
<b>5.14</b>	<b>DETALLES PARA LA EJECUCIÓN FINAL DE LA VIVIENDA</b>	<b>97</b>
	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>102</b>
	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>103</b>
	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>106</b>
	<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>112</b>
	<b>ANEXOS</b> .....	<b>114</b>

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
<b>Tabla 1.</b> Cuadro de áreas. . . . .	18
<b>Tabla 2.</b> Actividades de construcción. . . . .	25
<b>Tabla 3.</b> Clasificación de los agregados según el tamaño de sus partículas y sus usos. . . . .	35
<b>Tabla 4.</b> Dimensiones mínimas de la sección para elementos de cimentación en concreto reforzado (mm) . . . . .	47
<b>Tabla 5.</b> Dimensiones de traslapes y ganchos . . . . .	58
<b>Tabla 6.</b> Cantidades de material estimadas por metro cúbico de mortero y resistencias probables. . . . .	64
<b>Tabla 7.</b> Cantidades de material estimadas por metro cúbico de concreto y resistencias probables obtenidas . . . . .	74

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 1.</b> Puente para localización de ejes en el terreno . . . . .	33
<b>Figura 2.</b> Localización de ejes de la vivienda. . . . .	33
<b>Figura 3.</b> Confinamiento de material relleno . . . . .	36
<b>Figura 4.</b> Relleno con base de recebo . . . . .	36
<b>Figura 5.</b> Red principal de desagüe de aguas residuales. . . . .	39
<b>Figura 6.</b> Instalación INCORRECTA de tubería principal de desagüe de aguas residuales . . . . .	39
<b>Figura 7.</b> Instalación CORRECTA de tubería principal de desagüe de aguas residuales. . . . .	40
<b>Figura 8.</b> Excavación de zanjas para vigas de cimentación y tubería de desagüe . . . . .	41
<b>Figura 9.</b> Caja de inspección interna . . . . .	42
<b>Figura 10.</b> Tubería de desagüe de 4" y 2" . . . . .	44
<b>Figura 11.</b> Colocación de aceros para la viga de cimentación . . . . .	45
<b>Figura 12.</b> Esquema de acomodo de aceros de viga . . . . .	47
<b>Figura 13.</b> Requisitos mínimos sobre cimientos . . . . .	48
<b>Figura 14.</b> Fundición de viga de cimentación en concreto reforzado . . . . .	48
<b>Figura 15.</b> Planta de cimentación. . . . .	49
<b>Figura 16.</b> Diseño 1. estructural despiece viga de cimentación. . . . .	50
<b>Figura 17.</b> Diseño 2 estructural despiece viga de cimentación. . . . .	50
<b>Figura 18.</b> Sacos de 50kg. Cemento Portland . . . . .	53
<b>Figura 19.</b> Material pétreo para mezcla de concreto . . . . .	53
<b>Figura 20.</b> Dosificación de concreto 17.5 mpa. . . . .	54
<b>Figura 21.</b> Preparación a mano mezcla de concreto . . . . .	54
<b>Figura 22.</b> Vaciado de concreto en la viga de cimentación. . . . .	55
<b>Figura 23.</b> Viga de cimentación . . . . .	55

<b>Figura 24.</b>	Sección transversal viga de cimentación. . . . .	59
<b>Figura 25.</b>	Modelo 1. Castillo de refuerzo viga de cimentación. . . . .	59
<b>Figura 26.</b>	Modelo 2. Castillo de refuerzo viga de cimentación. . . . .	60
<b>Figura 27.</b>	Base de recebo compactada . . . . .	60
<b>Figura 28.</b>	Fundición 1 Modelo piso primario. . . . .	61
<b>Figura 29.</b>	Fundición 2 Modelo piso primario . . . . .	61
<b>Figura 30</b>	Trabajabilidad del mortero . . . . .	66
<b>Figura 31</b>	Colocación del mortero . . . . .	66
<b>Figura 32</b>	Elevación del mortero con ayuda de hilos . . . . .	67
<b>Figura 33</b>	Verificación de la verticalidad del muro . . . . .	67
<b>Figura 34</b>	Modelo 2. Verificación de la verticalidad del muro . . . . .	68
<b>Figura 35</b>	Verificación de la horizontalidad mediante nivel mano . . . . .	68
<b>Figura 36</b>	Verificación de alineamiento diagonal . . . . .	69
<b>Figura 37</b>	Controlar trabazón entre unidades de mampostería . . . . .	69
<b>Figura 38</b>	Levantamiento de muro con mira. . . . .	70
<b>Figura 39.</b>	Levantamiento de muro culata- con mira. . . . .	71
<b>Figura 40.</b>	Muros divisorios . . . . .	71
<b>Figura 41.</b>	Control de aceros en columnetas . . . . .	73
<b>Figura 42</b>	Encofrado en madera. . . . .	75
<b>Figura 43</b>	Fundición de columneta. . . . .	75
<b>Figura 44.</b>	Sección transversal –viga de amarre- . . . . .	77
<b>Figura 45.</b>	Formaleta –viga de amarre.- . . . .	78
<b>Figura 46.</b>	Formaleta y vaciado -viga de amarre-. . . . .	78
<b>Figura 47.</b>	Vista lateral de la vivienda. . . . .	79
<b>Figura 48</b>	Sección transversal –cinta corona- . . . . .	80
<b>Figura 49.</b>	Formaleta de cinta corona . . . . .	80
<b>Figura 50.</b>	Vigas de madera sobre cinta corona . . . . .	81
<b>Figura 51.</b>	Vigas de madera –estructura de soporte de las tejas de AC- . . . . .	83
<b>Figura 52.</b>	Modelo 2 en estructura de soporte de las tejas de AC . . . . .	83
<b>Figura 53</b>	Modelo 3 Estructura de soporte de las tejas de AC . . . . .	84

<b>Figura 54.</b>	Cubierta. . . . .	84
<b>Figura 55</b>	Vivienda con cubierta en teja de asbesto cemento . . . . .	85
<b>Figura 56</b>	Puntos de descarga de aparatos sanitarios del baño . . . . .	87
<b>Figura 57</b>	Aparato sanitario –inodoro-. . . . .	87
<b>Figura 58</b>	Aparato sanitario –Lavamanos-. . . . .	88
<b>Figura 59</b>	Planta de instalaciones hidráulicas . . . . .	89
<b>Figura 60</b>	Tuberías subterráneas . . . . .	90
<b>Figura 61.</b>	Regata sobre muro para tuberías eléctricas e hidráulicas . . . . .	91
<b>Figura 62</b>	Pañete en muro. . . . .	92
<b>Figura 63</b>	Enchape mesón y muro frontal. . . . .	94
<b>Figura 64.</b>	Determinación del nivel de referencia. . . . .	94
<b>Figura 65.</b>	Instalación de marco y nave. . . . .	96
<b>Figura 66.</b>	Fachada principal de la vivienda. . . . .	96
<b>Figura 67.</b>	Construcción de andén en fachada principal. . . . .	99
<b>Figura 68.</b>	Adecuación de vías con moto-niveladora. . . . .	99
<b>Figura 69.</b>	Conexión al alcantarillado público . . . . .	100
<b>Figura 70.</b>	Parte posterior de la vivienda. . . . .	100
<b>Figura 71.</b>	Parte posterior de la vivienda. . . . .	101
<b>Figura 72.</b>	Vivienda terminada. . . . .	101

## LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Certificado de horas de Pasantía . . . . .	115
Anexo 2. Convenio firmado por la Universidad y la Empresa. . . . .	116
Anexo 3. Urbanización Gustavo Mejía y Pedro León Rodríguez. . . . .	117
3.1 Localización de la urbanización. . . . .	117
3.2 Planta de distribución. . . . .	118
3.3 Red eléctrica. . . . .	119
3.4 Red de alcantarillado y acueducto (planimetría-altimetría)	120
Anexo 4. Planta primer piso. . . . .	121
Anexo 5. Planta de cimentación. . . . .	122
Anexo 6. Planta de desagües. . . . .	123
Anexo 7. Planta de instalaciones hidráulicas. . . . .	124
Anexo 8. Planta de instalaciones eléctricas. . . . .	125
Anexo 9. Planta de cubierta. . . . .	126
Anexo 10. Detalle viga de cimentación, columnetas, viga de amarre, viga corona. . . . .	127
Anexo 11. Despiece viga de cimentación. . . . .	128
Anexo 12. Corte A-A. . . . .	129
Anexo 12. Corte B-B. . . . .	130
Anexo 13. Corte C-C. . . . .	131
Anexo 14. Corte D-D. . . . .	132
Anexo 16. Fachada principal . . . . .	133

## **INTRODUCCION**

La participación en la construcción de viviendas desempeñando la función de auxiliar residente de obra, puso en práctica el conocimiento adquirido durante la formación como Ingeniero Civil en la Universidad del Cauca y a su vez, adquirir experiencia en las actividades reales de construcción.

La adquisición de experiencias basadas en situaciones reales generadas en los procesos que intervienen en las distintas etapas de las obras civiles, hicieron posible el fortalecimiento de los conocimientos de tipo técnico adquiridos en el transcurso de la formación como Ingeniero Civil, dando a conocer la verdadera magnitud de las obras civiles y los procesos que intervienen en las mismas.

La intervención en los procesos de construcción de las viviendas hizo relación a la cantidad y calidad de la mano de obra requerida para cada proceso constructivo, con lo cual se aprende el rendimiento real de los trabajadores, manteniendo permanentemente la calidad del producto, siendo éste un parámetro importante en la planeación, programación y control de la obra.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 GENERAL**

El objetivo general fue participar como Auxiliar Residente de Obra en la ejecución de cien (100) viviendas de interés social en el Municipio de Corinto, Cauca, desarrolladas por la empresa Proyectos y Construcciones de Occidente, S.A. OCCIVILES S.A., y adquirir de esta manera los conocimientos basados en las experiencias reales durante el desarrollo de los procesos de construcción.

### **2.2 ESPECIFICOS**

- Aplicar en el desarrollo del proyecto los conocimientos adquiridos en la Universidad.
- Aprender los distintos procesos de construcción utilizados en la ejecución de viviendas. y participar en la toma de decisiones, y, si fuere necesario, sugerir alternativas.
- Realizar controles en el proyecto, en cuanto a manejo de personal e insumos disponibles.
- Interactuar en los diferentes medios requeridos por el proyecto.
- Aprender a dirigir en la ejecución del proyecto y al personal a cargo, con base en una excelente comunicación, para mantener el orden y el cumplimiento de los objetivos.



### 3. INFORMACIÓN DEL PROYECTO

#### 3.1 CONCEPTOS GENERALES

Las urbanizaciones Pedro León Rodríguez y Gustavo Mejía, ubicadas entre las calles 9ª y 12, con carreras 2ª y 4ª (ver anexo 3.1), constan de 290 y 316 lotes respectivamente, cada uno de 6 m. de frente por 16 m. de fondo, y viviendas de un (1) piso.

Las casas constan de las siguientes áreas construidas:

Primer piso: Antejardín, sala-comedor, cocina, dos alcobas, baño, patio de ropas, y dos alcobas para futura ampliación.

La vivienda que se ofrece tiene un área construida de 40.77 M2, distribuida así:

- Sala comedor de 2.84 m x 4.00 m.
- Alcoba de 2.84 m x 2.90 m.
- Alcoba de 2.84 m x 2.70 m.
- Baño de 1.10 m x 2.20 m.
- Cocina de 1.63 m x 2.02 m.
- Área de oficios de 1.62 m x 1.10 m, dimensiones libres, sin tener en cuenta los muros.

Tabla 1. Cuadro de Áreas

UBICACIÓN	MANZANA	Nº DE LOTES	FRENTE (m)	FONDO (m)	ÁREA UNITARIA (M2)	ÁREA TOTAL (M2)
<b>GUSTAVO MEJÍA (Etapa II)</b>	A	24	6.00	16.00	96.00	2304.00
	B	24	6.00	16.00	96.00	2304.00
	C	24	6.00	16.00	96.00	2304.00
	D	24	6.00	16.00	96.00	2304.00
	E	24	6.00	16.00	96.00	2304.00
	F	24	6.00	16.00	96.00	2304.00
	H	24	6.00	16.00	96.00	2304.00
	I	24	6.00	16.00	96.00	2304.00
	J	24	6.00	16.00	96.00	2304.00
	K	24	6.00	16.00	96.00	2304.00
	L	24	6.00	16.00	96.00	2304.00
	M	14	6.00	16.00	96.00	1344.00
	N	9	6.00	16.00	96.00	864.00
	O	5	6.00	16.00	96.00	480.00
		<b>TOTALES</b>	316			
<b>PEDRO LEÓN RODRÍGUEZ (Etapa I)</b>	A	26	6.00	16.00	96.00	2496.00
	B	26	6.00	16.00	96.00	2496.00
	C	24	6.00	16.00	96.00	2304.00
	D	26	6.00	16.00	96.00	2496.00
	E	26	6.00	16.00	96.00	2496.00
	F	24	6.00	16.00	96.00	2304.00
	G	26	6.00	16.00	96.00	2496.00
	H	26	6.00	16.00	96.00	2496.00
	I	24	6.00	16.00	96.00	2304.00
	J	24	6.00	16.00	96.00	2304.00
	K	26	6.00	16.00	96.00	2496.00
	L	26	6.00	16.00	96.00	2496.00
	M	12	6.00	16.00	96.00	1152.00
		<b>TOTALES</b>	290			
<b>ÁREAS</b>	Total Número de Lotes					606
	Total Área de Lotes (M2)				57.05 %	58176.00
	Área Lote Iglesia Católica (M2)				0.88 %	896.00

continuación <b>ACTIVIDADES</b>			
	Total Área Urbanizada (M2)	57.93 %	59072.00
	Total Área de Vías (M2)	26.01 %	26526.00
	Total Área Zonas Verdes (M2)	16.06 %	16369.00
	Total Área del Lote (M2)	100.00 %	101967.00

Fuente: Planos de localización de la Urbanización

### **3.2 NORMAS UTILIZADAS EN EL DISEÑO**

**3.2.1 Normas colombianas de diseño y construcción sismo resistente NSR-98.** Las viviendas están diseñadas cumpliendo la totalidad de las Normas para la construcción de casas de uno y dos pisos<sup>1</sup>

Hay que evitar ciertas falencias en la construcción de las viviendas con respecto a los planos y las Normas, para garantizar la seguridad, funcionalidad, servicio en cada una de ellas

**3.2.2 Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básicos 2000**<sup>2</sup>

La política de agua potable y saneamiento básico establece la necesidad de formular un Plan Nacional de Manejo de Aguas Residuales donde sea viable y sostenible económica, social y ambientalmente. Para ello se requiere la articulación de instrumentos económicos y financieros y recursos para la inversión en tratamiento de aguas residuales, teniendo en cuenta la vulnerabilidad de las fuentes hídricas, así como la capacidad de pago de la población, la sostenibilidad

<sup>1</sup> NRS -98 Título E

<sup>2</sup> Política Pública para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico. Ministerio de Desarrollo Económico. Icontec, CO4 184/90

financiera e institucional de las empresas para la prestación de los servicios de acueducto y alcantarillado y las metas de aumento de coberturas de dichos servicios.

### **3.2.3 Reglamento técnico de instalaciones eléctricas RETIE.<sup>3</sup>**

Fija las condiciones técnicas que garantizan la seguridad en los procesos de generación, transmisión, distribución y utilización de la energía eléctrica en la república de Colombia.

### **3.3 CIMENTACIÓN UTILIZADA**

Viga de cimentación corrida, con sección transversal de 0.30x0.30 m, en concreto de 17.5 Mpa., con cuatro varillas longitudinales de 3/8" de diámetro, y estribos con varilla de 1/4" de diámetro, distribuidos así: seis estribos cada 10 cm. en los nudos, y cada 20 cm. en las zonas centrales. La longitud de cada uno de estos estribos es de 1.20 m.

### **3.4 SISTEMA ESTRUCTURAL**

El sistema estructural utilizado fue mampostería confinada, con los elementos estructurales, como columnetas, vigas de amarre y cinta corona, estuvieron distribuidos así:

- Construcción de diez columnetas de confinamiento por vivienda, con una sección transversal de 0.11 x 0.20 m, en concreto de 17.5 Mpa., cuatro varillas longitudinales de 3/8" de diámetro y estribos de 1/4" de diámetro, distribuidos de la siguiente manera: seis estribos cada 10 cm., desde los arranques, y cada 20 cm. en las zonas centrales; las columnetas se fundieron ya levantados los muros,

---

<sup>3</sup> Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE, resolución 18-0398 de abril de 2004

respetando el sistema estructural. La longitud de cada uno de los estribos es de 56 cm.

- La viga de amarre, continua y conformando anillos cerrados, tiene una sección de 0.11 x 0.20 m., en concreto de 17.5 Mpa., con cuatro varillas longitudinales de 3/8" de diámetro y estribos de 1/4" de diámetro, dispuestos así: seis estribos cada 10 cm., en los nudos, y cada 20 cm. en las zonas centrales. La longitud de cada estribo es de 56 cm.
- La cinta corona es el remate de los muros longitudinales (culatas), con una sección de 0.11 x 0.11 m., en concreto de 17.5 Mpa., dos varillas longitudinales de 3/8" de diámetro y estribos de 1/4" de diámetro, separados cada 20 cm. La longitud de cada uno de los estribos es de 14 cm.
- La mampostería está compuesta por muros confinados, nivelados tanto horizontal como verticalmente y constituidos por bloques de arcilla (ladrillos), unidos con mortero de pega de 1:3, con espesor no mayor a 1.5 cm.

### **3.5. INSTALACIONES**

A continuación se detallan por separado las diferentes instalaciones hidrosanitarias, eléctricas y adicionales, básicas en la construcción de estas viviendas

**3.5.1 Hidrosanitarias.** Están determinadas por cuatro puntos, distribuidos de la siguiente forma:

- Uno para el lavaplatos.
- Uno para el lavadero.
- Uno para el sanitario.

- Uno para la ducha.

Con tubería a presión RDE 9, de ½" de diámetro, debido a que la vivienda no se construyó con piso de acabado especial. La red hidráulica quedó inmersa en el piso primario y la acometida domiciliaria consta de un medidor con su respectiva matrícula, caja metálica, registro, manguera PF ½" y un collarín.

El sistema de alcantarillado se compone de tubería sanitaria en PVC de 2" y 4" de diámetro, un punto (inodoro) en tubería de 4" y cuatro puntos más para ducha, lavamanos y lavaplatos, en tubería de 2".

La caja de inspección se elaboró en concreto simple, con dimensiones internas de 0.50 x 0.50 m, tapa conectada a la caja domiciliaria (no incluida en el proyecto). La vivienda se entregó con los respectivos aparatos sanitarios y sus accesorios:

- Un combo sanitario con su juego de incrustaciones.
- Una ducha completa con rejilla metálica para piso de 2"
- La cocina con lavaplatos en acero inoxidable incrustado en el mesón.
- Un lavadero prefabricado con acabado en granito pulido.

**3.5.2 Eléctricas.** El sistema eléctrico lo conformaron cuatro salidas de tomas dobles, una toma reforzada, siete salidas de iluminación con sus respectivos interruptores, una caja de breakers de cuatro circuitos, con todos los cables protegidos por tubería eléctrica PVC, Conduit, de ½" y ¾" de diámetro, según el caso. La acometida domiciliaria consta de un medidor con su respectiva matrícula, cable concéntrico, tubo metálico y varilla a tierra.

**3.5.3 Instalaciones adicionales.** La carpintería metálica está compuesta de tres puertas en lámina galvanizada calibre 22, una en la entrada principal, otra en la parte posterior y una para el baño, además de cinco ventanas del mismo material

y sus respectivos vidrios de 4 mm. de espesor. La vivienda se entregó con un mesón en concreto de 17.5 Mpa., reforzado con varilla de 3/8" de diámetro en ambos sentidos y una separación de 20 cm. La estructura de soporte de la cubierta la constituyeron vigas en madera de chanúl, con sección de 5x15cm., apoyadas en la viga corona y confinadas con la mampostería utilizada. La cubierta fue en tejas de fibrocemento, con caballetes del mismo material.

La empresa ejecutora de las viviendas es Proyectos y Construcciones de Occidente, S. A. "OCCIVILES, S.A.", tiene como representante legal, al Ing. Civil, Juan Carlos Canencio Sánchez.; está ubicada en la Calle 3ª No. 7-24 Of. 203, su correo electrónico: Occiviles@hotmail.com, con teléfono: 8243886, Fax: 8243886 - Atención al público (lunes a viernes): de 8 a.m. a 12 m. y de 2 a 6 p.m.;; OCCIVILES, S. A. Es una empresa identificada con NIT 900.135.121-8, sociedad anónima inscrita en la Cámara de Comercio de la ciudad de Popayán, desde el 21 de febrero de 2007.

Hasta ahora, OCCIVILES, S. A. se ha dedicado a actividades como compra y venta de inmuebles rurales y urbanos; adecuación, parcelación, urbanización y venta de terrenos; construcción, promoción de viviendas, casas, edificios, conjuntos habitacionales, apartamentos, centros comerciales, ejecución de obras civiles, como construcción de vías, acueductos, alcantarillados, instalaciones hidráulicas, sanitarias, entre otras, hasta el momento estuvo dedicada a la construcción de 100 viviendas de interés social.

## **4. ACTIVIDADES EJECUTADAS**

### **4.1. GENERALIDADES**

Para cumplir satisfactoriamente los objetivos que se plantearon desde un principio en el trabajo de grado, se realizaron los siguientes pasos:

- Seguimiento diario a los procesos que se iban realizando en el proyecto con lo que se lograba tener un registro escrito de las actividades.
- Registro fotográfico.
- Parámetro de lo construido.

En la primera fase del trabajo de pasantía se recibió toda la información necesaria, como son los planos arquitectónicos, estructurales, sanitarios, hidráulicos y eléctricos de las viviendas, para realizar el estudio previo y tener en claro cuáles eran las actividades a establecer en el transcurso del proyecto, eliminando cualquier duda con la ayuda del personal profesional y del ingeniero residente a cargo.

### **4.2. ETAPAS**

El desarrollo de la pasantía se ejecutó desde el inicio del proyecto, dividiéndose en tres etapas:

- Ejecución total de treinta y cuatro viviendas, según lo exigido por la oferta del proyecto.



- Construir nuevamente el total de treinta y cuatro viviendas de acuerdo a la oferta del proyecto.
- Culminación del proyecto, lográndose la ejecución total de las treinta y dos viviendas restantes.

En cada etapa se hizo necesario el seguimiento de los diferentes procesos constructivos.

A continuación se presenta un resumen del proceso constructivo y actividades realizadas en la obra, a través de la descripción de los conceptos en varias Tablas respectivamente soportadas con los conocimientos de la obra.

**Tabla 2. Actividades de Construcción**

<b>ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN</b>				
<b>CÓD.</b>	<b>CAPÍTULO</b>	<b>CÓD.</b>	<b>SUBCAPÍTULO</b>	<b>UNIDAD</b>
			<b>ACTIVIDAD</b>	
<b>1</b>	<b>PRELIMINARES</b>			
		<b>1.1</b>	<b>REPLANTEO</b>	
		1.1.1	Localización y replanteo	M2
		1.1.2	Limpieza y descapote	M2
		1.1.3	Excavación manual de material común	M3
		1.1.4	Relleno con material del sitio	M3
<b>2</b>	<b>DESAGÜES E INSTALACIONES SUBTERRÁNEAS</b>			
		<b>2.1</b>	<b>CAJAS DE INSPECCIÓN</b>	

continuación <b>ACTIVIDADES</b>				
		2.1.1	Caja de inspección interna (0.50x0.50m)	UND
		<b>2.2</b>	<b>TUBERÍA PARA DESAGÜES</b>	
		2.2.1	Instalación de tubería 4"	ML
		2.2.2	Instalación de tubería 2"	ML
<b>3</b>	<b>CIMENTACIÓN</b>			
		<b>3.1</b>	<b>EXCAVACIÓN</b>	
		3.1.2	Excavación manual de material común	M3
		<b>3.2</b>	<b>CIMENTOS EN CONCRETO</b>	
		3.2.1	Viga de cimentación en concreto reforzado	M3
		<b>3.3</b>	<b>ACERO- CIMENTACIÓN</b>	
		3.3.1	Acero cimientto #2, #3	<b>Kg.</b>
<b>4</b>	<b>PISOS</b>			
		3.4.1	Piso primario en Ccto 17.5 Mpa – e= 0.05m.	M3
<b>5</b>	<b>MUROS</b>			
		<b>5.1</b>	<b>MUROS EN MAMPOSTERÍA CONFINADA</b>	
		5.1.1	Muros ladrillo común	M2
		5.1.2	Muros en ladrillo común - culata-	M2
<b>6</b>	<b>ESTRUCTURA</b>			
		<b>6.1</b>	<b>COLUMNAS DE CONFINAMIENTO</b>	
		6.1.1	Columnas de confinamiento en concreto -17.5 Mpa- reforzado	ML

continuación <b>ACTIVIDADES</b>				
<b>7</b>	<b>VIGAS</b>			
		7.1.1	Vigas de confinamiento en Ccto-17.5 Mpa.- reforzado	ML
		7.1.2	Cinta corona en concreto - 17.5 Mpa.- reforzado	ML
		<b>7.2</b>	<b>ACERO-ESTRUCTURA</b>	
		7.2.1	Acero-estructura #2, #3	Kg
<b>8</b>	<b>CUBIERTA</b>			
		<b>8.1</b>	<b>CUBIERTA EN TEJA DE A.C.</b>	
		8.1.1	Cubierta en tejas de A.C. sobre estructura de madera	M2
		8.1.2	Caballete en A.C.	ML
<b>9</b>	<b>INSTALACIONES SANITARIAS E HIDRÁULICAS</b>			
		<b>9.1</b>	<b>SANITARIAS</b>	
		9.1.1	Sanitario tipo corona	PTO.
		9.1.2	Lavamanos tipo corona	PTO.
		<b>9.2</b>	<b>HIDRÁULICAS</b>	
		9.2.1	Acometida hidráulica PVC ½"	ML.
<b>10</b>	<b>PAÑETES</b>			
		<b>10.1</b>	<b>PAÑETE</b>	
		10.1.1	Pañete muros interiores e = 2 cm.	M2
<b>11</b>	<b>ENCHAPES</b>			
		<b>11.1</b>	<b>ENCHAPES EN CERÁMICA</b>	

Continuación <b>ACTIVIDADES</b>				
		11.1.1	Enchapes en cerámica	M2
<b>12</b>	<b>CARPINTERÍA METÁLICA</b>			
		<b>12.1</b>	<b>CARPINTERÍA METÁLICA</b>	
		12.1.1	Sumin. E Inst. puerta en lámina galvanizada	M2
		12.1.2	Sumin. E Inst. ventanas en lámina galvanizada	M2
<b>13</b>	<b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA</b>			
		<b>13.1</b>	<b>ACOMETIDA</b>	
		13.1.1	Entubado de acometida en tubo ¾"	ML
		13.1.2	Conductor para acometida en cable de cobre	ML
		<b>13.2</b>	<b>TABLERO DE DISTRIBUCIÓN</b>	
		13.2.1	Sumin. e inst. de tablero (incluye brekes)	UND
		<b>13.3</b>	<b>SALIDAS PARA TOMAS</b>	
		13.3.1	Salida para tomas dobles	UND
		<b>13.4</b>	<b>SALIDAS PARA ILUMINACIÓN</b>	
		13.4.1	Salida para alumbrado en techo	UND

continuación <b>ACTIVIDADES</b>				
		13.4.2	Salida para interruptor sencillo	UND
		13.4.3	Salida para interruptor triple	UND
		<b>13.5</b>	<b>SISTEMA POLO A TIERRA</b>	
		13.5.1	Sistema a tierra varilla cu-cu- 1.50x5/8"	UND

Fuente: Autoría Propia

## **5. PROCESOS CONSTRUCTIVOS POR CAPÍTULOS DE CONSTRUCCIÓN**

A continuación se describe el proceso constructivo y los problemas que se presentaron con la mano de obra; además de los factores influyentes en el desarrollo del proyecto que debieron tenerse en cuenta en las actividades de construcción.

### **5.1 PRELIMINARES<sup>4</sup>**

Las actividades preliminares fueron las que dieron inicio al proceso de la construcción, y tuvieron como fin preparar el terreno donde se iban a levantar las viviendas, siendo su objetivo principal, el obtener la ubicación exacta de la construcción, según lo exigido en los planos. Fue una actividad muy importante, por ser el pilar de la construcción, si hay errores en estas labores preliminares, se verán reflejados en la etapa de obra.

Dependiendo de la zona en donde se va a construir en los preliminares, se ejecutan obras e instalaciones requeridas para el cumplimiento de todas las actividades propias de la construcción, tales como instalaciones provisionales, cerramientos en yute, construcción de campamentos, etc.

En este proyecto solamente se realizó la instalación provisional del agua potable mediante la conexión temporal de una manguera a la tubería de la red principal del Acueducto Municipal.

---

<sup>4</sup> POLANCO, Luis Fernando, *Construcción*, Editorial Universidad del Cauca. Cap. 1

Por lo dispersos que se encontraron los lotes a edificar y la existencia de edificaciones aledañas, que estaban habitadas, no fueron necesarios los cerramientos con yute. Gracias a la disposición de la vecindad con el proyecto se logra el alquiler de dos viviendas, las cuales se encuentran desocupadas para ser utilizadas como bodegas de almacenamiento.

## **5.2. LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO (M2)**

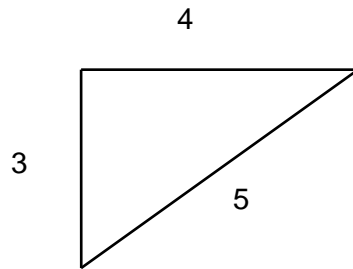
Con la ubicación y replanteo al inicio de la construcción se pretende precisar el trazado sobre el terreno de la obra que se va levantar, de acuerdo a los planos de cimentación y normas municipales, además de establecer los distintos niveles de piso interiores y exteriores para iniciar la labor referenciándose a las vías, cámaras de inspección y obras existentes –viviendas-, dejando trazada exactamente la futura construcción<sup>5</sup>.

Esta actividad la ejecutó la Oficina de Planeación Municipal de Corinto-Cauca, entidad encargada de demarcar la línea de paramento. El personal de Planeación utilizó el método convencional para localización de los lotes a construir, trazando ángulos rectos con el método 3-4-5, tomando como puntos de referencia las construcciones existentes o las cámaras de inspección del alcantarillado municipal.

**Método 3-4-5 Múltiplos o submúltiplos.** En este método se aplicó el teorema de Pitágoras, garantizando que el ángulo formado por los hilos colocados sobre los caballetes en la localización y replanteo de ejes, fuera recto 90°.

---

<sup>5</sup> Ibidem, capítulo 2



Fuente: Autoría Propia

Localizados en el terreno los lotes, los maestros constructores comenzaron sus actividades de acuerdo con las exigencias de la obra, utilizando materiales como guadua, metro, martillo, puntillas e hilo.

Las medidas de las viviendas en los diseños se traspasaron al terreno, eje a eje, de acuerdo con los planos de cimentación; se determinó la línea de paramento de la vivienda, colocando un hilo a lo largo del lote; esta línea se trazó teniendo los puntos de referencia dejados por Planeación Municipal. Para su ejecución se colocaron los puentes contruidos en guadua, marcando en ellos los ejes con puntillas conforme a los planos de cimentación como para trazar los ángulos rectos en el proceso de replanteo se utilizó de nuevo el método 3-4-5.

Replanteados los lotes, los maestros pasaron niveles utilizando el nivel de manguera preferiblemente plástica y transparente, tomando como punto de referencia las cámaras de Inspección del Alcantarillado Municipal, iniciando así la siguiente actividad.

Aquí se presentaron los primeros problemas: en algunos casos, las medidas del lote demarcadas por el funcionario de Planeación no coincidían con los planos de cimentación de los diseños, por lo que se informó al funcionario para que diera solución a los problemas encontrados, siendo necesario realizar de nuevo el



proceso de replanteo hasta encontrar la solución. Superadas las dificultades continúa el desarrollo normal del proyecto.

**Figura 1. Puente para localización de ejes en el terreno**



Fuente: Autoría propia

→ **Puente para localización**

**Figura 2. Localización de ejes de la vivienda**



Fuente: Autoría Propia

→ **Demarcación de ejes**

**5.2.3 Limpieza y descapote (M2)** Se recomienda antes de iniciar la actividad de descapote, tener el estudio de suelos para determinar el espesor de la capa de tierra a retirar para evitar sobreexcitaciones y todo lo necesario en el momento de ejecutar las actividades siguientes en forma continua<sup>6</sup>.

Localizada la zona donde se iba edificar, se hizo la limpieza o descapote del suelo orgánico<sup>7</sup> para evitar que la materia orgánica contaminara los materiales de construcción y se viera afectada la calidad de la obra. Limpios los lotes, los maestros pasaron los niveles, tomando como punto de referencia las cámaras de inspección de alcantarillas o de las viviendas existentes, lo que permitió al maestro determinar la siguiente actividad, bien fuera el relleno del lote o la excavación del mismo, según el caso, teniendo en cuenta la calidad del suelo donde iba quedar cimentada la edificación.

Debido a la necesidad de realizar rellenos con base de recebo en algunos lotes, fue imprescindible la construcción de muros en concreto ciclópeo para confinar el material de relleno y evitar así el asentamiento de la construcción. Como la construcción del muro en concreto ciclópeo no estaba contemplada en el presupuesto inicial, fue necesario que el sobrecosto incurrido corriera a cargo del propietario de la vivienda a beneficio del proyecto. En algunos casos, los beneficiarios manifestaron no contar con los recursos necesarios, por tanto, el proyecto se retrasó y el contratista optó por conciliar con los beneficiarios y continuar las actividades y decidió donar los materiales para la construcción de los muros en concreto ciclópeo<sup>8</sup>, y que entonces el beneficiario costeara la mano de obra.

---

<sup>6</sup> Ibidem. Capítulo 2

<sup>7</sup> Principios de Ingeniería de Cimentaciones, 5ª. Edición, enero de 2006, Braja M DAS, California State University Sacramento, Thomson tm, impresión Edamsa Impresiones Sa Dec.V, México, Pág. 69

<sup>8</sup> El concreto ciclópeo está compuesto por un 60% de concreto simple más un 40% de agregado grueso como piedra bola o rajón.

Fue necesario llevar un control de la dosificación de la mezcla de concreto simple junto con la clasificación de los agregados gruesos utilizados, para evitar sobre tamaños y garantizar la calidad del concreto ciclópeo.

**Tabla 3. Clasificación de los agregados según el tamaño de sus partículas y sus usos.**

TAMAÑO EN mm.	DENOMINACIÓN MÁS COMÚN	CLASIFICACIÓN	USO COMO AGREGADO DE MEZCLAS
< 0,002	Arcilla	Fracción muy fina	No recomendable
0,002 – 0,074	Limo	Fracción fina	No recomendable
0,074 – 4,76 #200 - #4	Arena	Agregado fino	Material apto para mortero o concreto
4,76 – 19,1 #4 – ¾"	Gravilla	Agregado grueso	Material apto para concreto
19,1 – 50,8 ¾" – 2"	Grava		Material apto para concreto
50,8 – 152,4 2" – 6"	Piedra		
> 152,4 6"	Rajón, Piedra bola		Concreto ciclópeo

Fuente: <sup>9</sup>

---

<sup>9</sup> RIVERA, López, Gerardo, Concreto Simple, Editorial Universidad del Cauca, Pág. 53

**Figura 3. Confinamiento de material de relleno- Viga de cimentación sobre concreto ciclópeo**



Fuente: Autoría propia

**Concreto ciclópeo**

**Figura 4. Relleno con base de recebo**



Fuente: Autoría Propia

**5.2.4 Excavación manual de material común (M3)** Son las excavaciones a mano de material común para el descapote o la explanación del lote, si es necesario; además de las zanjas o brechas para vigas de cimentación, caja de inspección interna e instalación de la red subterránea de desagües de las viviendas.

Es de resaltar que la influencia del clima fue el factor que pudo llegar a modificar el rendimiento de esta actividad, si se tiene en cuenta que en esta zona se presentan lluvias continuas. Además del tipo de terreno del área a explanar y de la profundidad de la excavación, razones que se consideraron durante la ejecución para no sufrir retrasos. En algunos lotes por la topografía del terreno fue necesario explanar el lugar para poder realizar las diferentes brechas.

Cabe resaltar que en algunos casos los Maestros de Obra después de localizar la futura edificación y pasar niveles, procedieron con la excavación de las diferentes zanjas para evitar el encofrado de la viga cimentación y así ganar tiempo. Todo esto se origina por la falta de insumos tabla para formaleta en la obra debido al incumplimiento de la comercializadora.

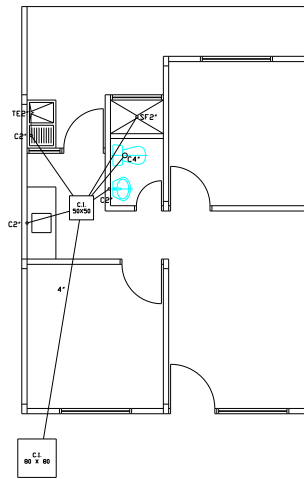
Antes de iniciar la excavación a mano de material común de las brechas para la viga de cimentación, fue indispensable verificar que los alineamientos de las zanjas coincidan con los planos de cimentación; en cuanto a distancia y ubicación de las distintas zonas de la vivienda. En las operaciones de localización y replanteo debe tenerse en cuenta que la caja de inspección externa es compartida entre dos viviendas aledañas, por lo cual las zonas húmedas de la cocina de las viviendas aledañas deben colindar o si la nueva edificación es vecina con una existente, se debió ubicar la zona de la cocina hacia el lado donde está localizada la caja de inspección externa existente y así evitar que el conducto principal atravesase transversalmente la vivienda (ver fig. 7 y 8).

Se hizo la excavación para instalar la tubería sanitaria del sistema de alcantarillado de la vivienda, el cual estuvo conformado por un punto (inodoro), con diámetro de 4"; cuatro puntos más (ducha, lavadero, lavaplatos y lavamanos) con diámetro de 2", y sus respectivos accesorios. El sistema de alcantarillado lo complementó una caja de inspección interna de 50 x 50 cm., conectada a la caja domiciliaria por tubería sanitaria de 4" de diámetro; red principal de desagüe de aguas residuales, la cual, en situaciones particulares debía tener una pendiente no superior al 2%, ni inferior al 0.5%.

Se controló que la instalación sanitaria principal pasara por debajo de la viga de cimentación para garantizar la continuidad del elemento.

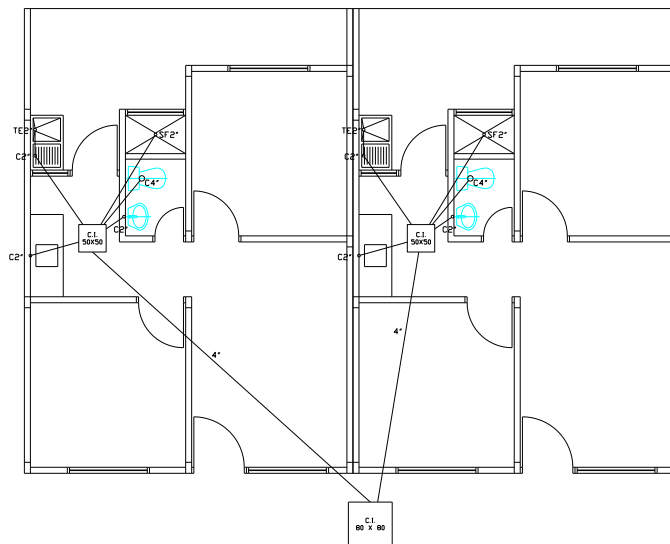
Durante la excavación manual de material común para la red principal, fue necesario recordar al Maestro de Obra que tuviese en cuenta la caja de inspección externa compartida entre las dos viviendas colindantes, verificando la ubicación de las zonas húmedas, como lo mostraban los diseños entregados. Otra opción fue tener la disposición previa para cambiar de ubicación estas zonas sin modificar sus dimensiones, de manera tal, que la tubería de desagüe no atravesase diagonalmente la vivienda.

**Figura 5. Red principal de desagüe de aguas residuales<sup>10</sup>**



Fuente: Planos de la vivienda

**Figura 6. Instalación INCORRECTA de tubería principal de desagüe de aguas residuales de dos viviendas colindantes**

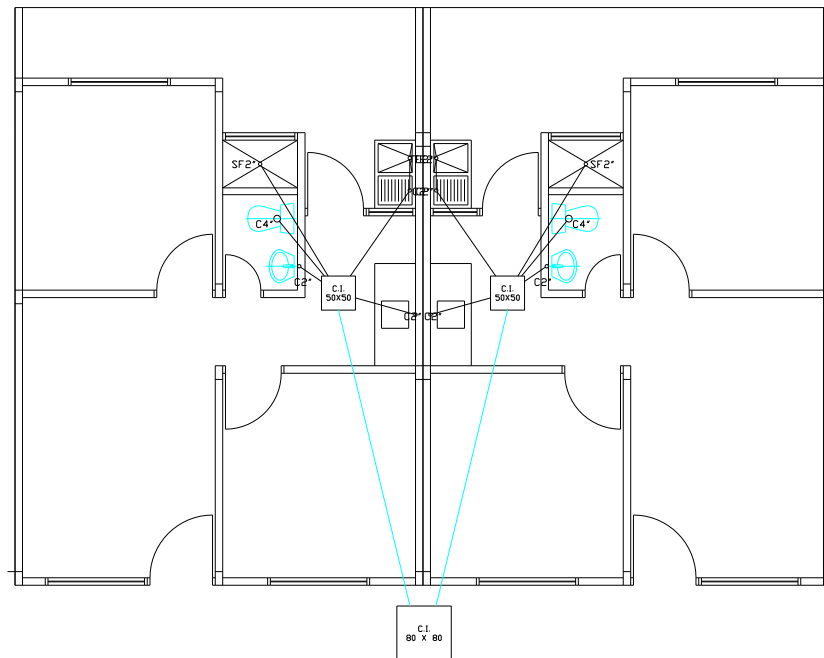


**Caja de Inspección Externa Compartida**

Fuente: Planos de la vivienda

<sup>10</sup> Planos del Proyecto- Autoría Propia

**Figura 7. Instalación CORRECTA de tubería principal de desagüe de aguas residuales de dos viviendas colindantes**



**Caja de Inspección Externa Compartida**

Fuente: Planos de la vivienda

**5.2.5 Desagües e instalaciones subterráneas<sup>11</sup>** Los desagües e instalaciones de aguas lluvias y negras de una construcción son los conductos que las recoge, y las conduce al exterior de la edificación, a los alcantarillados y colectores públicos.

Para estos tipos de aguas, la tubería de desagüe puede ser de diferentes materiales y en diámetros de 3" y 4" con pendiente del 1% al 5%, dependiendo entre otros factores de la distancia que deben conducir.

**Aguas residuales domésticas.** Proviene de cocinas, lavaderos, sanitarios, duchas, sifones, lavamanos y otros aparatos sanitarios instalados.

<sup>11</sup> LOPEZ, Cualla, Ricardo Alfredo, Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados, 2 Ed, julio 2003, editorial escuela colombiana de ingeniería, impreso en Colombia, nuevas ediciones. Pág. 341



**Aguas lluvias.** Son las precipitaciones de agua de la atmosfera que caen de las nubes en forma de gotas, éstas son recogidas por la cubierta de la vivienda para su posterior conducción y evacuación al alcantarillado pluvial.

En este proyecto, las aguas lluvias no fueron conectadas al sistema de alcantarillado, debido a que este sistema sólo es para aguas residuales.

**Figura 8. Explanación y excavación de zanjas para vigas de cimentación y tubería subterráneas de desagüe**



Fuente: Autoría Propia

**5.2.6 Cajas de inspección (Und)** Son las cajas subterráneas de una edificación, las cuales se encargan de recolectar las aguas residuales domésticas, industriales, institucionales para ser evacuadas hacia el alcantarillado público de aguas residuales

La caja de inspección interna dentro de las viviendas, si recoge las aguas residuales de los aparatos sanitarios de la vivienda como son inodoro, lavamanos, ducha, lavaplatos, y lavadero, conduciendo a la caja de inspección externa, que finalmente se dirigirá al alcantarillado público.

Para su construcción fue necesario realizar un cajón en madera que sirvió de encofrado, luego fundido en concreto simple con un espesor de 10cm., dejando un espacio libre de 0.50x0.50m., el cual se repelló al final. Fue importante exigir al Maestro de Obra la elaboración de la cañuela para evitar el estancamiento de las aguas residuales domésticas.

**Figura 9 Caja de inspección interna**



**Encofrado de caja de inspección**

Fuente: Autoría Propia

**5.2.7 Tubería sanitaria PVC para desagües.** Es el acomodo de la tubería sanitaria de PVC con los respectivos accesorios, en los puntos donde van ubicados los aparatos sanitarios y posteriormente conectados con la tubería de alcantarillado que conduce las aguas lluvias y las servidas a las cámaras.

**5.2.7.1 Instalación de tubería principal PVC para desagües en D = 4" (ML).** Es el conducto principal que atraviesa la vivienda longitudinalmente y además va conectado de caja a caja de inspección, en el sentido de flujo de la parte interior

de la edificación hacia la parte exterior, transportando las aguas residuales domésticas para ser vertidas al alcantarillado público.

En la colocación de la tubería principal del sistema de desagüe, previamente se controló que la tubería no atravesara diagonalmente la vivienda,(ver fig. 6 y 7).

**5.2.7.2 Instalación de tubería PVC para desagües en D=2" (ML).** Las viviendas cuentan con aparatos sanitarios tales como lavaplatos, lavadero, lavamanos, sifón de ducha, que arrojan aguas residuales domésticas transportadas luego por conductos hasta la caja de inspección interna, de donde son evacuadas.

Para la colocación de esta tubería se siguieron los planos de desagües por donde debe ir la tubería. Se excavaron zanjas con profundidad aproximada de 50cm. y ancho de 25cm., dejando una pequeña pendiente en el sentido del flujo de aguas residuales. Para el buen funcionamiento del sistema de desagüe, se hace la unión con soldadura PVC de los accesorios correspondientes como codos, T y sifones con la tubería sanitaria, verificando que todas las derivaciones queden bien conectadas, realizando una pequeña pero dispendiosa prueba, consistente en agregarle agua a la tubería, revisando visualmente que no hubiera fugas ni taponamientos durante el recorrido del flujo, evitando así filtraciones de aguas que afectarán el suelo y daños en las cimentaciones. Finalmente se rellenaron las zanjas.

Fue necesario verificar que la tubería bajante de los aparatos sanitarios no quedara en su totalidad por fuera de los muros y a su vez evitar que los conductos interrumpieran la continuidad del muro. Si esto llegase a ocurrir, es necesario reforzar la sección con barras de acero cada dos hiladas y recubrir con concreto.

**Figura 10. Tubería de desagüe de 4" y 2"**



**Tuberías de desagüe de aparatos sanitarios**

Fuente: Autoría Propia

### **5.3 CIMENTACIÓN**

Esta actividad contiene la excavación para vigas de cimentación y la construcción de las mismas en concreto reforzado, pilares fundamentales para la construcción de viviendas.

**5.3.1 Excavación para vigas de cimentación (M3).** Son las zanjas o brechas que se realizan para la colocación de los castillos de acero, que corresponden a la viga de cimentación. Los alineamientos de la excavación se retomaron del puente o camilla que se colocó en el proceso de localización y replanteo, para posteriormente continuar con la el proceso de construcción de la viga en concreto reforzado, como lo exigían las especificaciones.

Se debió controlar que el fondo de las zanjas estuviera limpio de material suelto, para colocar un concreto pobre (solado), de 5 cm. de espesor, lo que garantizó que los aceros de refuerzo de la viga- no tuvieran contacto directo con el suelo.

En la mayoría de los casos el proceso manual de excavación en el suelo común, se ejecutó sin haber realizado el descapote del terreno por motivos ya nombrados, lo cual no fue lo ideal, pero con los problemas que se presentaron en la consecución de los insumos no hubo otra solución.

En la realización de la excavación realizada a mano para la viga de cimentación, fue indispensable verificar que los cortes de las zanjas no quedaran torcidas o descuadradas, se garantiza así la forma rectangular del elemento; además que los alineamientos de las zanjas coincidieran con los planos de cimentación en cuanto a distancia eje a eje y ubicación de las distintas zonas de la vivienda. Esta actividad se desarrolló con éxito con la ayuda de los hilos colocados en los puentes.

**Figura 11. Colocación de aceros para la viga de cimentación**



Fuente: Autoría propia

**5.3.2 Cimientos en concreto.** La cimentación es la parte de la vivienda que recibe y transmite hacia el suelo las cargas provenientes de la estructura, incluyendo su propio peso<sup>12</sup>.

Las vigas de cimentación se construyeron en concreto reforzado con resistencia no menor de 17.5 Mpa., y altura no inferior a 30 cm., vigas que fueron capaces de resistir las discontinuidades presentadas en los vanos de las puertas y ventanas, lo que supuso una reacción uniforme del suelo en el cimiento.

**5.3.2.1 Viga de cimentación en concreto reforzado (ML).** Para la construcción de la viga de cimentación fue necesario figurar el acero según lo exigido por los diseños estructurales. Luego este fue colocado sobre concreto pobre (solado) en la brecha evitando así que los aceros queden en contacto directo con el suelo. (ver fig. 14 y 15 o anexo 11),

Antes de la preparación del concreto para fundir la viga fue indispensable verificar que la calidad del acero<sup>13</sup> y la disposición de los estribos coincidiera con lo exigido por lo mínimo con las Normas Sismo Resistente del Título E; también de brindar recubrimiento por todas sus caras al refuerzo evitándose la corrosión del mismo para garantizar que se cumplieran con las dimensiones de la viga de cimentación según diseños.

---

<sup>12</sup> CUJAR, Chamorro, Germán, Cimentaciones Superficiales, Editorial Universidad del Cauca, 1 ed. Marzo 2003, impreso en Colombia por Cargraphics, Cali, Pág. 11)

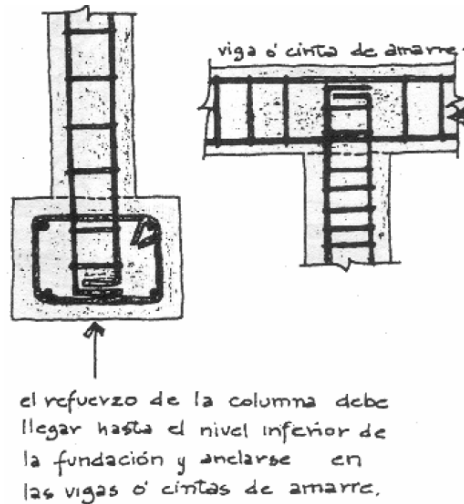
<sup>13</sup> Normas Colombianas de diseño y Construcción Sismo Resistente, Tomo 2, Título E, E.5.2.5 ; Sismo Resistente, Tomo 1, Título E, Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, Pág. E12

**Tabla 4.** Dimensiones mínimas de la sección para elementos de cimentación en concreto reforzado (mm)

CONDICION DE APOYO	CONSTRUCCIONES DE UN PISO		CONSTRUCCIONES DE DOS PISOS	
	ANCHO	ALTO	ANCHO	ALTO
SUELO NATURAL	250	200	300	300
PLATAFORMA DE SUELO MEJORADO (Cimientos formaleteados)	200	200	250	250

Fuente: Normas Colombianas de Diseño y Construcción<sup>14</sup>

**Figura 12.** Esquema de acomodo de aceros de viga de cimentación con columnetas de confinamiento

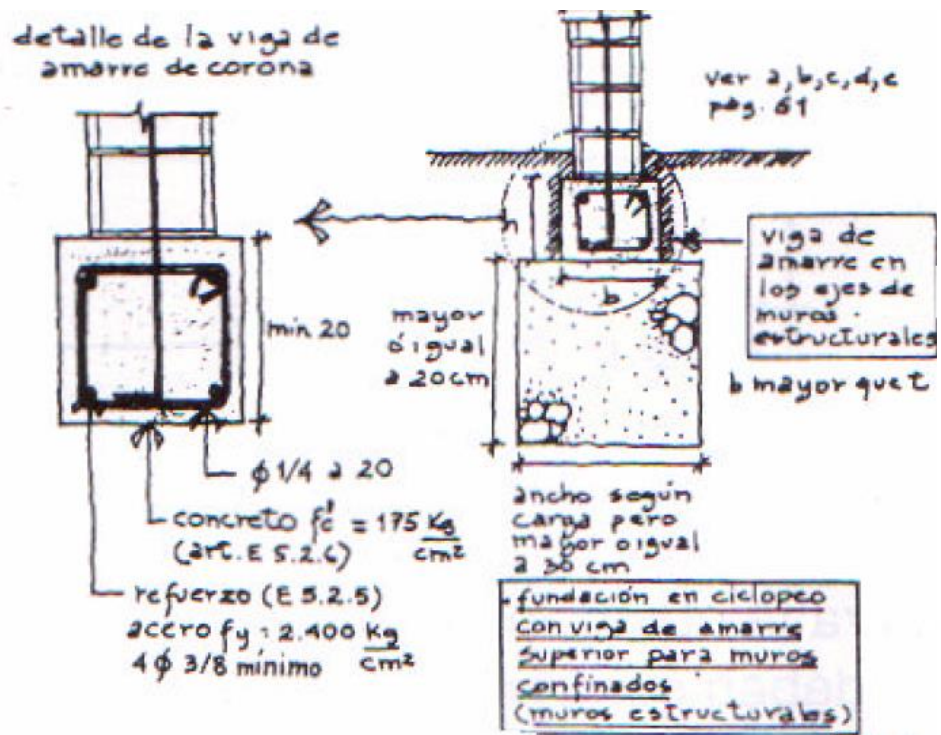


Fuente: Referencias clases

Además se inspeccionó que el refuerzo de la columna llegue hasta el nivel inferior de la cimentación y quede anclado en la viga de cimentación.

<sup>14</sup> Normas colombianas de Diseño y Construcción

Figura 13. Requisitos mínimos sobre cimientos



Fuente: Referencias clases

Figura 14. Fundición de viga de cimentación en concreto reforzado



Fuente: Autoría propia

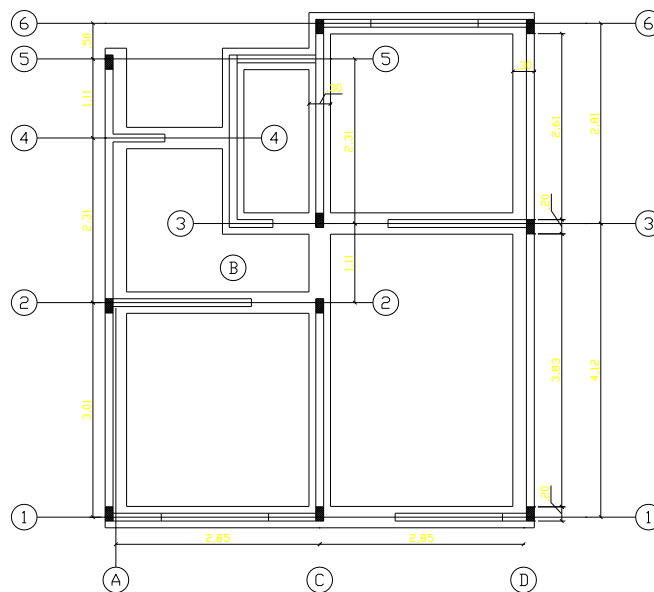


Tras hacer una minuciosa revisión a los estribos de acuerdo a los planos estructurales, se verificó que la separación mínima entre éstos fuera de 20 cm. en el centro de luz y en los puntos de intersección, se colocaran seis aros a cada lado con una separación de 10cm.

En algunos casos, dependiendo de la topografía, fue necesario el encofrado de la viga y en otros, el mismo suelo sirvió como formaleta. Debe aclararse que la utilización del suelo como formaleta surge por la falta de tablas para el encofrado.

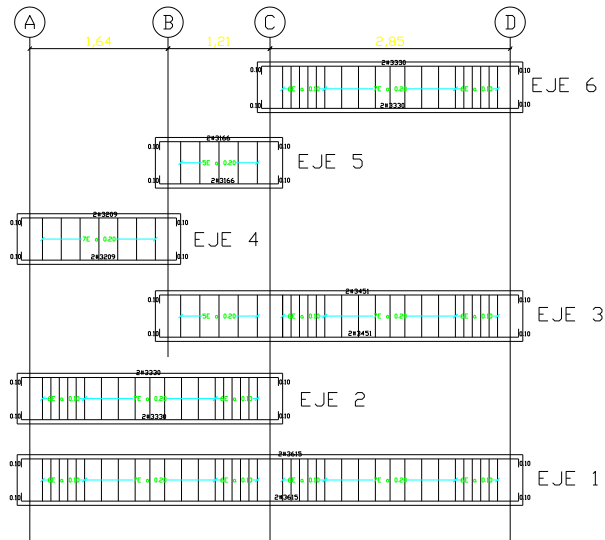
Debido al incumplimiento de la comercializadora para entregar los estribos de las columnas, el proyecto sufrió un considerable retraso en los trabajos, que se vio reflejada en la inconformidad del personal contratado y lo que afectó a la comunidad, quienes se quejaron ante la Oficina de Planeación Municipal, ente encargado de velar por el normal desarrollo del proyecto.

**Figura 15. Planta de cimentación**



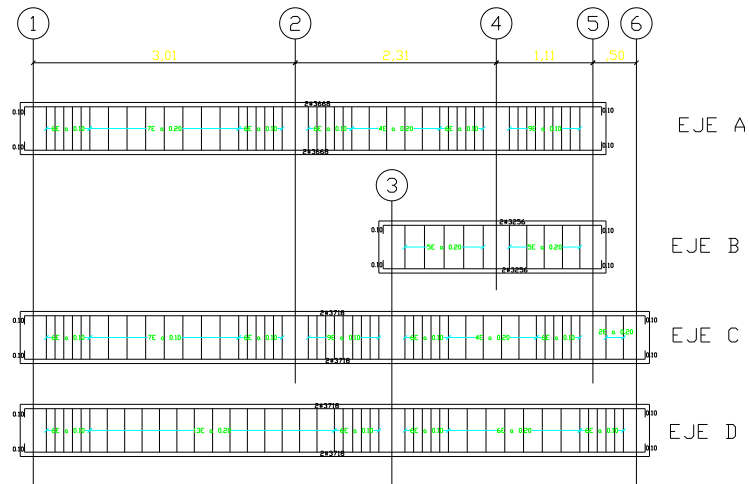
Fuente: Planos de la vivienda

**Figura 16. Diseño 1. estructura Despiece viga de cimentación**



Fuente: Planos de la vivienda

**Figura 17. Diseño 2. estructura Despiece viga de cimentación**



Fuente: Planos de la vivienda

Con el restablecimiento en la entrega del acero de refuerzo por parte de la comercializadora, se reiniciaron las actividades, anclando los castillos para columnas en las canastillas de la viga de cimentación; procediendo a la fundición

del elemento con concreto preparado a mano y transportado en baldes o *bóguéis* hasta el sitio donde fue extendido.

Antes de realizar la preparación de la mezcla fue necesario constatar la calidad de los materiales como cemento<sup>15</sup>, arena, triturada o mixto<sup>16</sup>, y agua que cumplan cada uno con los requisitos exigidos para la consecución de un excelente concreto, a lo que resistencia se requiere. Para tal fin se realizaron los siguientes chequeos:

El cemento Portland, por ser una marca reconocida, cumple con las especificaciones y propiedades físicas denotadas por las Normas Técnicas Colombianas ICONTEC<sup>17</sup>, Para mantener sus propiedades se realizó un buen almacenaje evitando la formación de grumos.

En los agregados pétreos se realizó una pequeña prueba. Se tomaron tres baldes, que se llenaron con el material mixto escogido al azar de tres puntos diferentes; luego se pasó este material a través de una zaranda. Al final se obtuvieron dos baldes de piedra entre media y pequeña, uno de arena, aceptando así los agregados pétreos. De lo contrario se deben eliminar sobre tamaños.

El agua utilizada por pertenecer al abastecimiento del acueducto, garantizó no contener agentes como sales, azúcares, aceites, ácidos, materia orgánica o sustancias alcalinas procurando

Para la dosificación de la mezcla de concreto, no se construyeron los cajones tradicionales de 33x33x33cm., se optó por medir el nivel de un saco de cemento

---

<sup>15</sup> AMBROSE, James, Análisis y Diseño de Estructuras, 2 ed. 2005, editorial Limusa S.A. DE C.V, Grupo Noriega de Editores, impreso en México, Pág. 47

<sup>16</sup> RIVERA, López, Antonio Gerardo, Concreto Simple, Ing., Editorial Universidad del Cauca, Pág. 53

<sup>17</sup> Instituto Colombiano de Normas Técnicas NTC 33, 110, 109, 118,121, 221, 226, 294, 321, entre otras.

de 50 Kg. en un *bóqueis* y con esta medida dosificar la cantidad de material mixto por saco de cemento.

La cantidad de agua se proporcionó en la mayoría de los casos directamente con la manguera, obligando al Maestro de Obra, dar aviso al Ingeniero Residente, antes de iniciar el proceso de dosificación para la preparación de la mezcla con el fin de evitar que la mezcla no quede como una colada por contener demasiada cantidad de agua o por lo contrario, que por falta de ella, no haya una correcta hidratación del cemento, lo que genera un concreto deficiente. El agua se proporcionó poco a poco hasta la obtención de una mezcla plástica, obteniendo una bola de concreto, que no se desboronó ni fluyó entre los dedos.

Una vez preparada la mezcla fue necesario el transporte de ella hasta el sitio, por lo cual se exigió el uso de *bóqueis* o baldes sin permitir que fuese con pala, así el sitio de arrojado estuviese cerca el punto de mezclado. También se controló que durante el transporte de la mezcla los *bogíes* no sufrieran golpes o saltos evitando la segregación de la mezcla.

Para la adecuada compactación del concreto y evitar que al desencofrar se presentaran hormigueros, se punzó la viga con una varilla de acero eliminando así la mayor cantidad de aire atrapado en el momento del vaciado del concreto, se verificó que no se golpearan los aceros o formaletas excesivamente, lo que generaría segregación de la mezcla.

Se controló un buen curado del concreto, evitando fisuras o grietas, por lo cual se exigió a los Maestros de Obra un constante riego de agua mediante baldes o manguera manteniendo los elementos húmedos por lo menos durante los ocho primeros días.

**Figura 18. Sacos de 50 Kg cemento Portland marca reconocida**



Fuente: Autoría propia

**Figura 19. Material pétreo para mezcla de concreto**



Fuente: Autoría propia

**Figura 20. Dosificación de concreto 17.5 mpa**



Fuente: Autoría propia

**Figura 21. Preparación de la mezcla de concreto**



Fuente: Autoría propia

**Figura 22. Vaciado de concreto en la viga de cimentación**



Fuente: Autoría propia

**Figura 23. Viga de Cimentación**



Fuente: Autoría Propia

**5.3.2.2 Aceros para cimentación.** Refuerzo utilizado en los castillos de la viga de cimentación. El acero, figurado fue armado con sus respectivos estribos según las especificaciones de la obra.

**5.3.2.3 Acero #3 y #2 para cimentación (KG)** Según lo exigido por el despiece estructural (ver fig.16 y 17), se construyeron los elementos estructurales, respetando dimensiones, localización y armadura de castillos. Antes de fundirse cualquier elemento estructural, se verificó que los diámetros de los aceros, las distancias entre flejes, los anclajes entre vigas y los traslapes, fueran los correctos siempre basándose en las especificaciones de la obra.

Con base en las especificaciones de los planos estructurales se cortó el acero principal para la viga y el acero de las columnetas de confinamiento, respetando lo exigido y garantizando el menor desperdicio, cortando entonces trozos de acero de 3.60m., de largo, dimensión necesaria para cubrir las columnas centrales y los trozos restantes de 2.40m. Se traslapaban con pedazos de acero de 2.00m., respetando los 60cm. y 15cm., respectivamente, de traslape y gancho exigidos por la norma NSR-98<sup>18</sup>.

El refuerzo de la viga de cimentación, con una sección transversal de 0.30x0.30m. (ver fig. 23), en concreto de 17.5 Mpa., consistió en cuatro varillas longitudinales de 3/8" de diámetro, y estribos con varilla de 1/4" de diámetro.

Los estribos se distribuyeron así: seis estribos cada 10cm. en los nudos, y cada 20cm. en las zonas centrales, siendo la longitud de cada estribo de 56cm.

---

<sup>18</sup> Norma Colombiana de Diseño y Construcción Sismo Resistente -98



## 5.4. PISOS

- Los pisos de baldosa común se colocan preferentemente después de revocar cielos y paredes. Los pisos de baldosa en grano para pulir en la obra, se pueden colocar antes de efectuar las operaciones de revocado en cielos y muros, lo que puede constituir una ventaja porque facilita la recuperación del mortero de revoque que cae al piso<sup>19</sup>.
- Antes de colocar los pisos, deberá quedar debidamente concluida y chequeada la colocación de tuberías eléctricas y sanitarias.
- Es conveniente que las tuberías de acueducto, gas o aire, si las hay, estén sometidas permanentemente a presión para detectar a tiempo cualquier desperfecto.
- Los niveles de acabado deben estar perfectamente definidos y chequeados así como los espesores mínimos requeridos para la colocación del piso.

**5.4.1 Piso primario en concreto de 17.5 Mpa. – e = 0.05 m. (M3).** Fundidas las vigas de cimentación, se realizó la nivelación del suelo en las zonas internas y se procedió de inmediato a rellenar con material de recebo, el cual fue compactado mediante el apisonamiento del material con espesor de 10cm., dejando 5cm. libres por debajo de la parte superior de la viga, para fundir el primario. Antes de realizar la preparación de la mezcla se hicieron inicialmente las instalaciones hidráulicas y eléctricas de acuerdo con los planos del proyecto.

Se hizo una inspección minuciosa de las instalaciones hidráulicas mediante un pequeño ensayo el cual consistió en colocar la manguera que estaba conectada

---

<sup>19</sup> POLANCO, Luís Fernando. Construcción.1, Universidad del Cauca.

con la red del acueducto para verificar que las uniones de la instalación estuviesen bien selladas y no hubieran filtraciones.

En cuanto a las instalaciones eléctricas se exigió verificar que los puntos se encontraran tal como los diseños.

La preparación de la mezcla de concreto fue realizada a mano, verificando cada uno de los requerimientos denotados en el ítem 5.3.2.1, para la obtención de un excelente concreto y garantizando así la resistencia exigida por las especificaciones del proyecto. La mezcla se extendió en las zonas internas a las vigas, nivelando con codales metálicos.

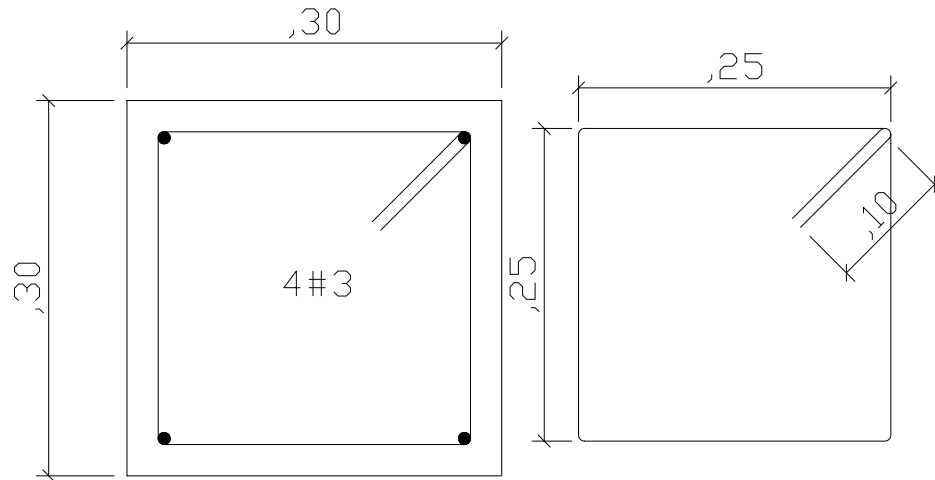
Hay que resaltar que para la preparación del concreto fue necesaria la limpieza de la zona donde se hizo la operación del mezclado, garantizando así que el concreto se contaminase con materia orgánica, aunque lo ideal es realizar un vaciado de concreto pobre que sirva de base para el mezclado.

**Tabla 5. Dimensiones de traslapos y ganchos**

Numero de varilla	Diámetro Pulgada	Traslapo Centímetro	Gancho Centímetro
2	1/4	30	10
3	3/8	40	15
4	1/2	50	20

Fuente: Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente- NSR98

**Figura 24 Sección transversal viga de cimentación**



Fuente: Planos de la vivienda

**Figura 25 Modelo 1 Castillos de refuerzo viga de cimentación**



Fuente: Autoría propia

**Figura 26. Modelo 2 Castillos de refuerzo viga de cimentación**



Fuente: Autoría propia

**Figura 27. Base de recebo compactada**



Fuente: Autoría propia

**Figura 28. Fundición piso primario**



Fuente: Autoría propia

**Figura 29. Segundo modelo Fundición piso primario  $e= 5$  cm.**



Fuente: Autoría propia

## 5.5 MUROS

Dado el sistema estructural utilizado, los muros, encargados de transmitir las cargas a la viga de cimentación sirvieron para dividir los espacios de la vivienda, tales como sala, alcobas, cocina y baños. Estos muros fueron amarrados por vigas y columnetas de manera tal que confinaran el muro y así trabajar como una unidad.

Para su aceptación hay cumplir con los requisitos dados en la norma de diseño y construcción sismo-resistente NSR-98, en el capítulo "E

**5.5.1 En ladrillo común (M2).** Los muros de las casas, de uno y dos pisos, se clasificaron en dos (2) grupos:

**Confinados estructurales<sup>20</sup>.** Aquellos que además de soportar las cargas verticales, muertas y vivas, resisten las fuerzas horizontales causadas por sismos o vientos. Todos los muros estructurales fueron mampostería confinada y presentaron continuidad vertical, desde la cimentación hasta el diafragma superior del nivel considerado.

**No estructurales<sup>21</sup>.** Aquellos que cumplen la función de separar espacios dentro de la casa y no soportan carga adicional a su propio peso. Estos muros debieron amarrarse o trabarse con los muros perpendiculares a su plano y a los diafragmas.

La ejecución de esta actividad se inició con el retraso en la entrega de los bloques de arcilla –ladrillos-, debido a las continuas lluvias que azotaron la región impidiendo la cocción de los bloques, pese a que el Contratista negoció con anticipación la totalidad de los ladrillos necesarios para la ejecución de las

---

<sup>20</sup> Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente, Tomo 1, Título E, Capítulo E.2, E.2.1.1.1

<sup>21</sup> Ibidem

primeras treinta y cuatro viviendas. Como solución, se decidió adquirir otro tipo de ladrillo con nuevas dimensiones respecto a la inicial para darle continuidad a la obra, y proseguir ejecutándola, dejando los bloques iniciales para la segunda etapa del proyecto.

Para la aceptación de las unidades de mampostería fue necesario tener en cuenta que el tamaño de los bloques fuera manipulables y livianos facilitando la tarea en el proceso de construcción del muro; también con aristas definidas, caras rectangulares y planas, superficie rugosa que facilita la adherencia del mortero y con dimensiones que permitan modular el muro fácilmente evitando pérdidas del material, los ladrillos de buena resistencia (30 Kg/cm<sup>2</sup>), con un pequeño golpe, tuvieron un sonido acampanado.

Solucionado el inconveniente con los ladrillos, los maestros empezaron la colocación de miras elementos en madera o metálicos perfectamente rectos para garantizar la correcta verticalidad. Para obtener estos resultados, las miras se aplomaron y aseguraron sobre los castillos de las columnetas, marcándolas con divisiones de aproximadamente 8.5 cm., definiéndose la altura de cada hilada de ladrillo, y se garantizó que el mortero de pega estuviera entre 1.0cm. y 1.5 cm.

Antes de iniciar la preparación del mortero fue necesario verificar que se cumplan con los requisitos nombrados a continuación:

- La longitud máxima de los muros divisorios debe ser 35 veces su espesor.
- Si el muro es de carga, su longitud no puede superar a 30 veces su espesor.
- En ningún caso, la longitud de los muros debe ser mayor a 3.50 m.

- En altura, los muros no pueden exceder a 25 veces su espesor, ni a 2.50 metros
- Antes de iniciar el proceso de construcción del muro se debió aplicar agua a los ladrillos hasta humedecer cada unidad, por lo cual la capacidad de absorción de agua de las unidades de mampostería debieron oscilar entre el 12% al 20% garantizando así una buena funcionalidad del mortero de pega.

**Tabla 6. Cantidades de material estimadas por metro cúbico de mortero y resistencias probables..**

MEZCLA Prop. en Vol. C:F	CEMENTO		AG. FINO m <sup>3</sup>	AGUA l	RANGO DE RESIST. PROBABLE A LA COMPRESIÓN 28 días	
	kg	Sacos			kg/cm <sup>2</sup>	P.S.I.
1:1	900	18,00	0,72	405	230-280	3300-4000
1:2	600	12,00	0,96	300	190-240	2700-3450
1:2,5	515	10,25	1,03	280	160-210	2300-3000
1:3	450	9,00	1,08	260	140-190	2000-2700
1:3,5	400	8,00	1,12	250	125-175	1800-2500
1:4	360	7,20	1,15	240	110-160	1600-2300
1:5	300	6,00	1,20	225	100-150	1500-2200
1:6	260	5,25	1,23	210	85-135	1200-1900
1:7	225	4,50	1,26	195	75-125	1100-1800
1:8	200	4,00	1,28	185	65-115	900-1600
1:9	180	3,75	1,30	175	55-100	800-1500
1:10	165	3,25	1,31	165	45-95	650-1350

Fuente: Concreto. Simple<sup>22</sup>

El mortero de pega se preparó a mano, en proporciones 1:3, caracterizándose por una adecuada consistencia, plasticidad, retención de agua y adherencia para garantizar estas especificaciones se hicieron los siguientes controles:

<sup>22</sup> RIVERA. Gerardo, Cconcreto simple, i Editorial Universidad del Cauca, Pág. 228



Al clasificar la arena utilizada para la preparación del mortero de pega se observó no contuviera materia orgánica, polvo o sobre tamaños, porque estos deben pasar por el tamiz N° 10 y ser retenidas por el tamiz 40.

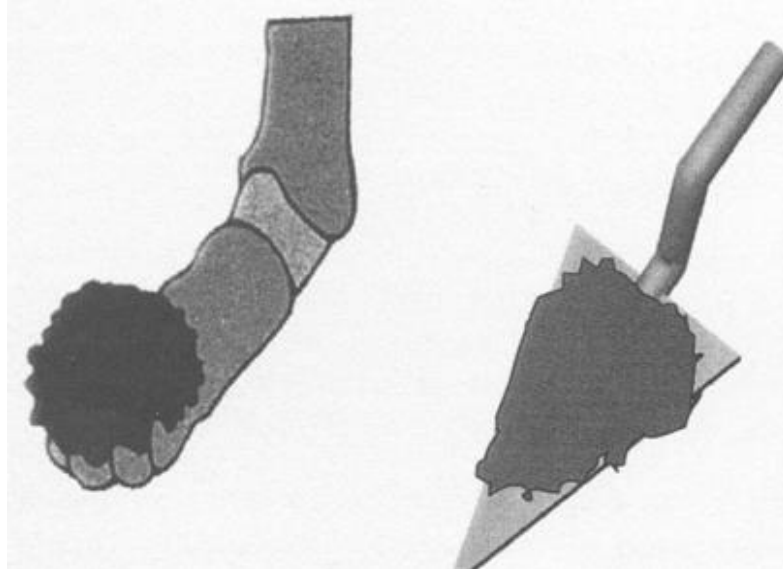
Se utilizó cemento Portland en presentación de sacos de 50 Kg tipo I de marca reconocida garantizando la calidad del mortero.

Nuevamente se resalta que el agua utilizada para el amasado del mortero estuviera libre de sustancias como aceites, sales, ácidos, entre otras.

Se controló la dosificación de cemento y arena, se utilizó la medida obtenida con anterioridad en proporción en volumen 1:3; se exigió al maestro mezclar estos elementos en seco hasta obtener uniformidad en el color, luego aplicar agua poco a poco hasta la obtención de una mezcla plástica.

Para garantizar la plasticidad de dicha mezcla, se formó una bola con la mano que no se desbarató ni fluyó por los dedos. Se recomienda que la cantidad de agua no deba superar la mitad de la cantidad de cemento empleado.

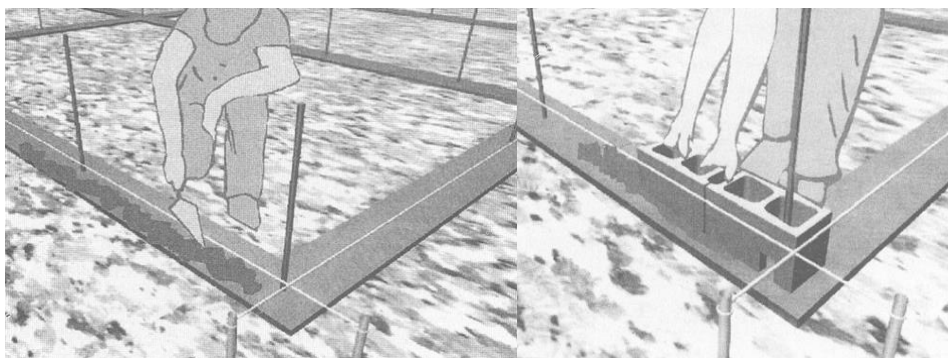
**Figura 30. Trabajabilidad del mortero con la mezcla se pudo conformar una bola en la mano sin chorrearse entre los dedos o palustre**



Fuente: Procesos constructivos. PowerPoint<sup>23</sup>

Para la pega de ladrillos, la primera hilada se hizo sobre una capa de mortero extendida longitudinalmente sobre la viga de cimentación; para alinear y nivelar cada hilada se templó un hilo entre las miras.

**Figura 31. Colocación del mortero sobre el cimiento y de la primera hilada de bloques de arcilla.**



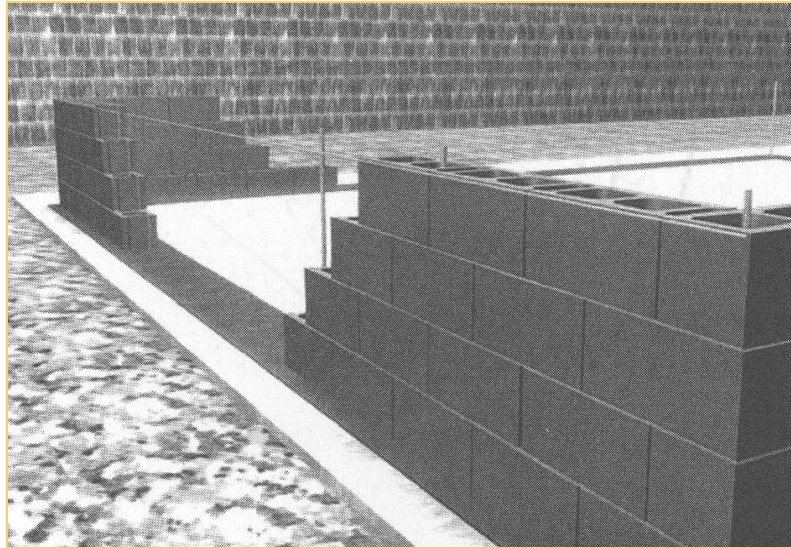
Fuente: Proceso constructivo

---

<sup>23</sup> Apuntes clases

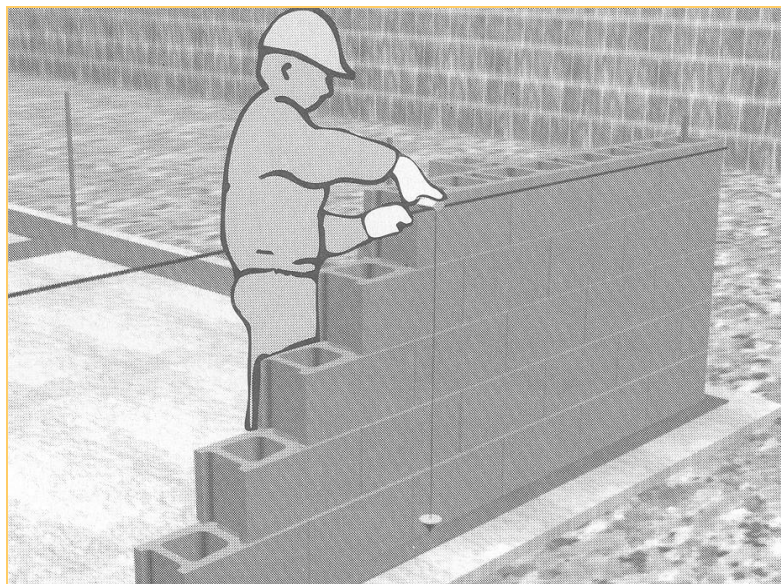
Este procedimiento se repitió en cada hilada, hasta realizar el total levantamiento del muro, fue necesario una constante verificación de la verticalidad y horizontalidad de cada una de las hiladas del muro por medio de la plomada y el nivel, evitando así ningún tipo de desnivel ni de desplome.

**Figura 32. Elevación del muro con la ayuda de hilos**



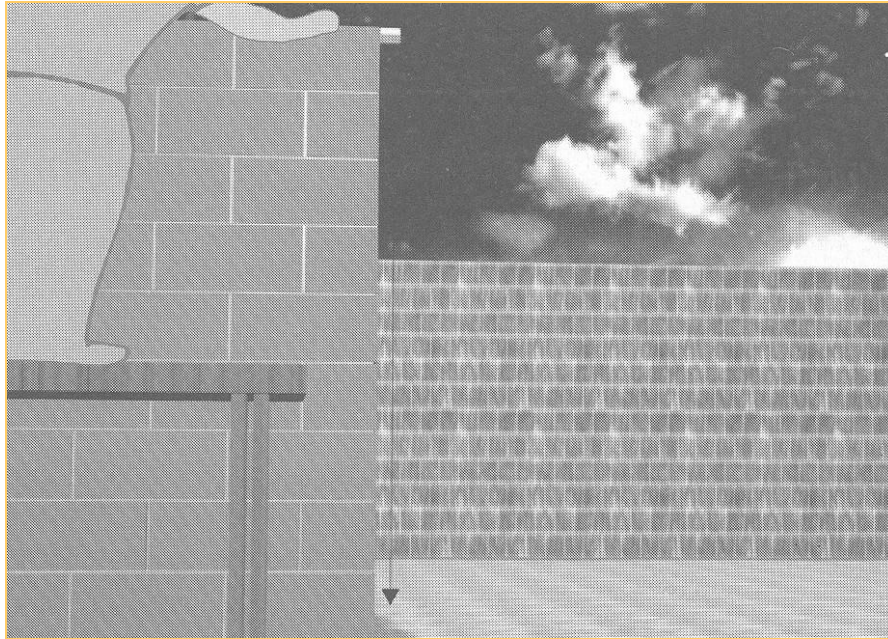
Fuente: Procesos constructivos. Apuntes clase

**Figura 33. Verificación de la verticalidad del muro mediante una plomada**



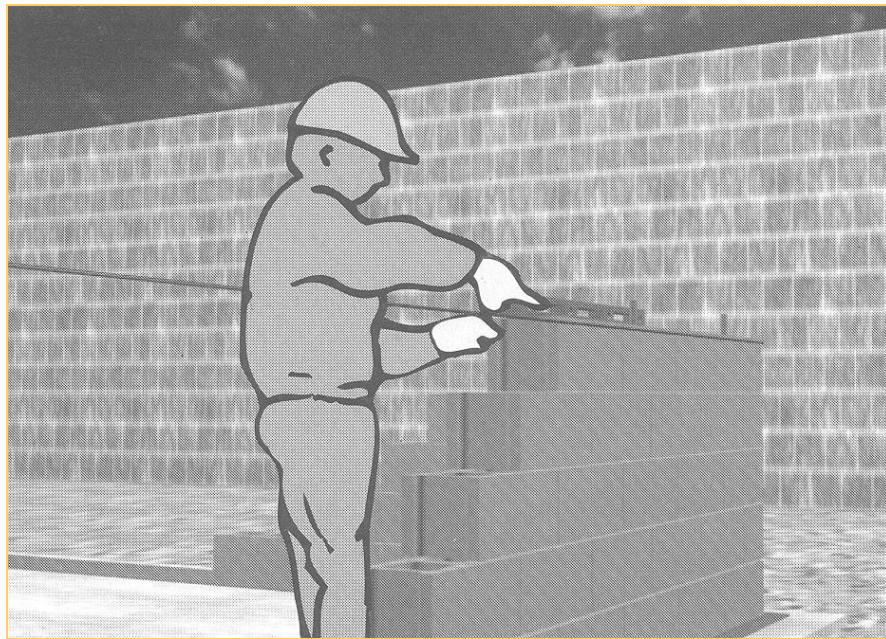
Fuente: Proceso constructivo. Apuntes clase

**Figura 34. Segundo modelo Verificación de la verticalidad del muro mediante una plomada**



Fuente: Proceso constructivo. Apuntes clase

**Figura 35. Verificación de la horizontalidad mediante un nivel de mano**



Fuente: Proceso constructivo. Apuntes clase

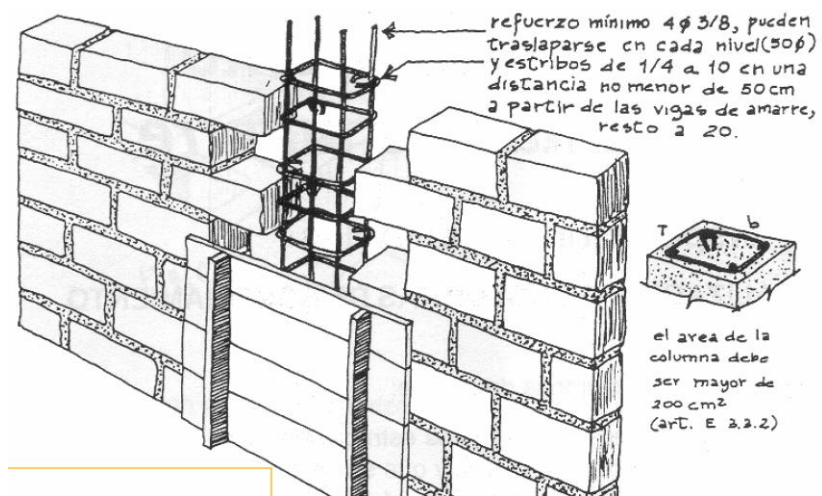
**Figura 36. Verificación de la Alineamiento Diagonal (planitud)**



Fuente: Proceso constructivo. Apuntes clase

Se verificó que se conservara la traba de media unidad de mampostería entre hiladas y mantenerlas hasta el borde del muro, controlando el agrietamiento del muro.

**Figura 37. Controlar trabazón entre unidades de mampostería**



Fuente: Proceso constructivo. Apuntes clase

A medida que avanzaba la pega, se eliminaba el mortero interior y exterior sobrante en los muros, reutilizando el mortero no contaminado.

No olvidar que el objetivo principal de la mampostería confinada, es garantizar que muros, vigas de amarre (viga de cimentación y viga aérea) y columnetas formen una sola estructura.

Pese a las evaluaciones que se le realizaron a las unidades de mampostería para su aceptación, fue necesario recibir algunas cantidades que no cumplían con los requerimientos para evitar más retrasos, por lo que se recibieron quejas por parte de la comunidad, pues esos bloques no daban la necesaria homogeneidad al muro y, de igual manera, el mortero de pega variaba continuamente en cuanto a espesor se refiere, haciendo perder consistencia al muro; estas quejas se manifestaron también de manera escrita por parte de Planeación Municipal, debido a una visita técnica que dejó en claro la gran desigualdad de los bloques de ladrillo.

**Figura 38. Levantamiento de muro con mira**



Fuente: Autoría propia

**Figura 39. Segundo modelo Levantamiento de muro--culata- con mira-**



Fuente: Autoría propia

**Figura 40. Muros divisorios**



Fuente: Autoría propia

## **5.6 ESTRUCTURAS EN CONCRETO REFORZADO**

Son aquellos elementos construidos en concreto reforzado, como las zapatas, vigas de cimentación, columnas, vigas de amarre, losas de entrepiso, cintas de corona y muros estructurales que soportan las cargas en una edificación y las transmiten al suelo,

### **5.6.1 Columnetas de confinamiento en concreto 17.5 Mpa. reforzado (M3).**

Son aquellas estructuras en concreto reforzado, con secciones menores a 0.30x0.30m. Estos elementos fueron empotrados mediante ganchos en las zapatas y/o vigas de cimentación en su parte inferior y en la superior en losa de entrepiso y/o viga de amarre o cinta corona, fundidas una vez estuvieron levantados los muros.

Las normas Colombianas Sismo Resistentes NSR 98, en el título E, especifican las dimensiones de la sección transversal de las columnas de amarre, la cual debía tener un área no inferior a 200 cm<sup>2</sup>, con espesor igual al del muro que confina, con cuatro varillas longitudinales N° 3 y estribos de ¼" de diámetro, distribuyéndose así: seis estribos cada 10cm. desde los arranques y cada 20cm. en las zonas centrales.

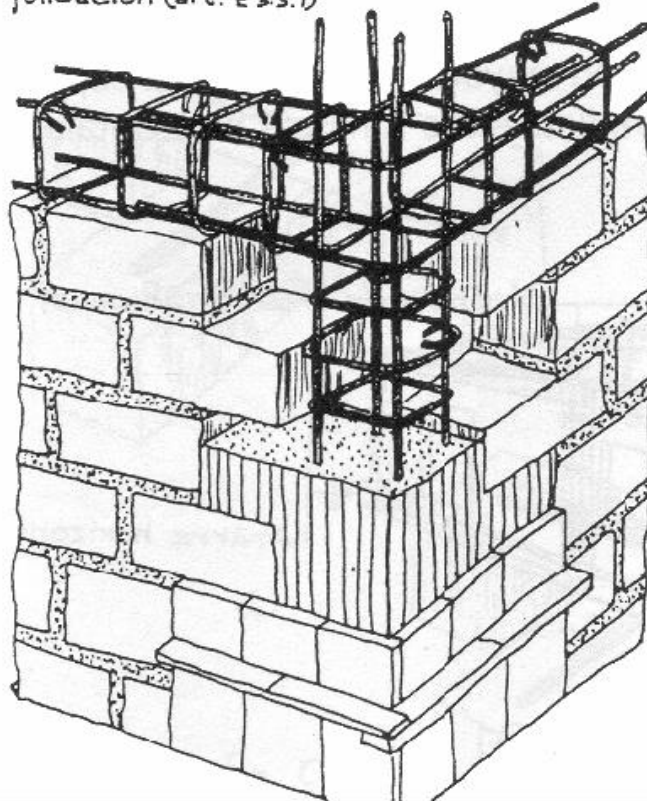
Las columnetas de confinamiento de las viviendas tienen una sección transversal de 0.11x0.20m. y altura libre de 2.20m., se fundieron en concreto de 17.5 Mpa., una vez levantados los muros, respetando el sistema estructural.

En la construcción de las columnetas, atendiendo los planos estructurales se acomoda el acero *in situ*, dado a que van empotrados en la viga de cimentación. Fundidas las vigas de cimentación y levantados los muros, se procedió con el encofrado de las columnetas y el posterior vaciado del concreto.



**Figura 41. Control de aceros de la columneta.**

- vaciar la columna luego de pegado el muro.
- andar el refuerzo en las vigas de amarre y de fundación (art. E 3.3.1)



Fuente: Construcción viviendas 1 y 2 pisos.

La preparación del concreto se hizo a mano, en proporción 1:5 siguiendo cada una de las evaluaciones anteriormente descritas en los ítems 5.3.2.1.

**Tabla 7. Cantidades de material estimadas por metro cúbico de concreto y resistencias probables obtenidas<sup>24</sup>**

MEZCLA Prop. en Vol. C:F:G	CEMENTO		AG. FINO m <sup>3</sup>	AG. GRUESO m <sup>3</sup>	AGUA l	RANGO DE RESIST. PROBABLE A LA COMPRESIÓN 28 días	
	kg	Sacos				kg./cm <sup>2</sup>	P.S.I.
1:2:2	420	8,50	0,67	0,67	190	210-250	3000-3600
1:2:2,5	385	7,75	0,61	0,76	180	200-240	2900-3450
1:2:3	350	7,00	0,56	0,84	170	190-230	2700-3300
1:2:3,5	325	6,50	0,52	0,91	165	175-215	2500-3100
1:2:4	300	6,00	0,48	0,96	160	150-190	2100-2700
1:2,5:2,5	350	7,00	0,70	0,70	170	190-230	2700-3300
1:2,5:3	325	6,50	0,65	0,78	165	175-215	2500-3100
1:2,5:3,5	300	6,00	0,60	0,84	160	150-190	2100-2700
1:2,5:4	280	5,50	0,56	0,90	155	140-180	2000-2600
1:2,5:4,5	265	5,25	0,53	0,95	150	135-175	1900-2500
1:3:3	300	6,00	0,72	0,72	160	150-190	2100-2700
1:3:4	265	5,25	0,63	0,84	150	135-175	1900-2500
1:3:5	235	4,75	0,56	0,93	145	110-140	1600-2000
1:4:7	175	350	0,56	0,98	120	80-120	1100-1700
1:4:8	165	325	0,52	1,03	115	70-100	1000-1500

Fuente: Libro Concreto Simple

Antes del vaciado del concreto se verificó el estado de la formaleta y su anclaje de seguridad, evitando que durante el vaciado se hincharan las columnetas; además se mojaron los muros y durante el vaciado se garantizó el vibrado del concreto para una correcta compactación, eliminando los posibles vacíos, lo que certificaba la distribución uniforme del concreto dentro de la formaleta. El proceso se realizó con golpes suaves sobre el cajón de madera además la penetración de un punzón en la formaleta. Se verificó la fundición monolítica del elemento.

Culminada la primera etapa del fraguado, se procedió al desencofrado de las columnetas, se resanaron las oquedades superficiales con mezcla de arena-

<sup>24</sup> RIVERA, Gerardo, Concreto simple, Editorial Universidad del Cauca, Pág. 224.

cemento, revisando continuamente que no se presentaran discontinuidades en el elemento. Para garantizar el proceso de curado se remojaron con manguera las columnetas, dos a tres veces al día.

**Figura 42. Encofrado en madera**



Fuente: Autoria propia

**Figura 43. Fundición de la columneta**



Fuente: Autoría propia

## 5.7. VIGAS

Son aquellos elementos de concreto reforzado ubicados horizontalmente que sirven para amarrar a diferentes niveles los muros de una edificación aspectos que se cumplieron el conjunto estructural de las viviendas

**5.7.1 Vigas de confinamiento.** Tuvieron un ancho igual al del muro y una altura mínima de manera que su área transversal no fuera inferior a  $150\text{cm}^2$ , con refuerzo longitudinal, no menor a cuatro varillas de  $3/8$  (#3); se consideró como luz, el espacio comprendido entre las columnas de amarre, ubicadas en el eje de la viga, o entre los muros transversales a este eje, para lo cual se utilizaron estribos de barra de  $1/4$  (#2), espaciados cada  $10\text{cm}$ <sup>25</sup>.

**5.7.2 Vigas de confinamiento en concreto reforzado (M3).** La viga de amarre continua y generadora de anillos cerrados, tiene una sección de  $0.11 \times 0.20$  m., en concreto de  $17.5$  Mpa., con cuatro varillas longitudinales de  $3/8$ " de diámetro y estribos de  $1/4$ " de diámetro, dispuestos así: seis estribos, cada  $10\text{cm}$ . en los nudos y cada  $20$  cm. en las zonas centrales. La longitud de cada uno de los estribos es de  $56\text{cm}$ .

Cumpliendo con los requisitos exigidos en los planos estructurales (ver fig. 16 y 17), se cortó, amarró y figuró el acero para poder armar los castillos; armados y revisada la disposición del acero, según las especificaciones de la obra, se colocaron sobre los muros y se empotraron con los aceros de las columnas.

Se inspecciono que se cumplieran con las longitudes de traslapo además se evito que coincidieran en un mismo punto, también se controló que los ganchos de los estribos queden ubicados alternadamente en los acero de refuerzo principal para evitar que queden ganchos seguidos en la misma varilla, además se debieron

---

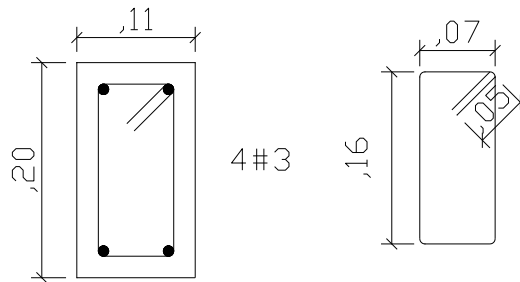
<sup>25</sup> Norma Colombiana de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-98- Titulo E

realizar amarres con alambre dulce en todos los puntos de contacto; estos requisitos se debieron cumplir en todos los elementos de confinamiento.

Finalmente se colocó el encofrado debidamente seguro, para el correspondiente vaciado del concreto.

Durante la preparación de la mezcla de concreto fue necesario controlar nuevamente la calidad de los materiales, la dosificación de ellos, y el proceso de amasado y transporte de la mezcla teniendo como referencia las evaluaciones ya nombradas en capítulo anterior.

**Figura 44 Sección transversal. Viga de Amarre**



Fuente: Planos de la vivienda

La fundición del elemento se hizo con concreto de 17.5 Mpa., preparado a mano, con proporciones 1:5, Durante el vaciado se punzó con una varilla para garantizar la compactación del concreto, evitando el fenómeno de hormigqueo.

Fundido el elemento estructural, al siguiente día se desencofró la parte lateral de la viga y se resanaron las oquedades presentes con mezcla arena-cemento, cuidando de que no se presentaran discontinuidades en el elemento. Aquí, el proyecto sufrió un nuevo retraso debido a la entrega parcial de los estribos.

**Figura 45. Formaleta Vigas de amarre**



Fuente: Autoría propia

**Figura 46. Formaleta y Vaciado □Vigas de amarre□**



Fuente: Autoría propia

**Figura 47. Vista lateral de la vivienda**



Fuente: Autoría propia

**5.7.3 Cinta corona en concreto 17.5 Mpa. reforzado (ML).** Las cintas de amarre elementos suplementarios a las vigas se utilizaron en los remates de culata construidos de manera que garantizaran el trabajo monolítico con el elemento rematante.

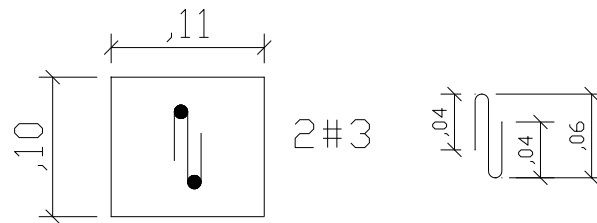
La cinta corona fue el remate de los muros pertenecientes a las culatas, con una sección de 0.11x0.11m., en concreto de 17.5Mpa., dos varillas longitudinales de 3/8" de diámetro, y estribos de 1/4" de diámetro separados cada 20cm. La longitud de cada estribo fue de 14cm.

En la cinta corona, elemento continuo, se cometió un error en la elaboración del proyecto, pues se dejó la viga de madera embebida, perdiéndose su continuidad, por lo que se debió cumplir con las recomendaciones del Ingeniero Interventor.

Las primeras viviendas se construyeron con la viga de madera embebida en la viga corona, actividad modificada tras la visita técnica del Ingeniero Interventor, para cumplir con sus indicaciones. El total de viviendas es doce.

Las vigas de madera apoyadas en la viga corona quedaron confinadas con la mampostería. Las cubiertas construidas fueron arregladas según las indicaciones del Interventor, lo que representó un sobrecosto al contratista, tanto en la mano de obra como en los insumos (vigas de madera).

**Figura 48. Sección transversal. Cinta corona**



Fuente: Planos de la vivienda

**Figura 49. Formaleta cinta corona**



Fuente: Autoría propia



**Figura 50. Vigas de madera sobre cinta corona**



Fuente: Autoría propia

## **5.8 CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO**

Como todo proceso de construcción requiere de un riguroso control de calidad, el concreto no es ajeno a este conocimiento de calidad y por lo contrario en la mayoría de los casos son ellos los responsables de gran parte de la estabilidad y seguridad de la obra. Lamentablemente la falta de conciencia hace que NO se aporten los dineros suficientes en este tipo de proyectos para realizar los diferentes ensayos de calidad que exigen los organismos<sup>26</sup> como el Instituto Colombiano de Normas Técnicas ICONTEC.

Debido a falta de designación de recursos a las entidades del proyecto NO se realizaron ningún tipo de ensayos para el control de calidad del concreto como lo han establecido mediante normas mínimas como la prueba de asentamiento “NTC 396” que se realiza para controlar la homogeneidad de consistencia entre bachadas de concreto fresco, lo que indica la fluidez de la mezcla para determinar indirectamente su manejabilidad durante la colocación.

---

<sup>26</sup> Ibidem

La elaboración de especímenes de concreto en obra “NTC 550” o conocido comúnmente como *toma de cilindros* para las pruebas de resistencia y su importancia, radica en el adecuado procedimiento para lograr que los cilindros representen verdaderamente al concreto colocado.

**5.8.1 Cubierta .** Conjunto superior de la edificación apoyado en las culatas. Los componentes de las cubiertas de cualquier material demostraron ser capaces en su conformación para soportar las cargas laterales y verticales -propio peso-. Para conformar el conjunto se requirieron sistemas de anclaje en los apoyos, elementos de arrastramiento –tirantes-, contravientos o puntales que mantendrán estable el conjunto.

Esta actividad fue directamente afectada por el inconveniente ya expuesto presentado en la construcción de las vigas corona, generando retrasos tanto en el tiempo de ejecución como en los sobrecostos de la obra.

**5.8.2 Cubierta A.C. sobre Estructura de Madera (M2).** La estructura de soporte, constituida por vigas en madera de chanúl, con sección de 5 x 15 cm., se apoyaron en la viga corona y se confinaron con la mampostería. La cubierta se elaboró en tejas de fibrocemento con caballetes del mismo material, verificándose que las hojas de asbesto cemento contuvieran los ganchos y amarras correspondientes.

El tendido de hojas se realizó con siete hojas de AC (#8) desde el arranque, y continuó con siete hojas de AC (#6) en la parte frontal de la vivienda. La parte posterior arrancó con un tendido de siete hojas de AC #8 y continuó con cuatro hojas de AC (#6), más tres hojas de AC #5 el área de la cocina.

**Figura 51. Vigas de madera. Estructura de soporte de las tejas AC**



Fuente: Autoría propia

**Figura 52. Modelo dos-Vigas de madera. Estructura de soporte tejas AC**



Fuente: Autoría propia

**Figura 53. Modelo 3- Vigas de madera-Tejas AC**



Fuente: Autoría propia

**Figura 54 Cubierta de la vivienda**



Fuente: Autoría propia

**Figura 55. Vivienda con cubierta en teja de asbesto cemento**



Fuente: Autoría propia

**5.8.3 Las tejas de asbesto cemento** El asbesto - cemento es una mezcla homogénea de cemento Portland, asbesto y agua. Las recomendaciones sobre transporte, izado y colocación se hacen con base en la Norma ICONTEC 275. Las cubiertas con tejas onduladas de asbesto - cemento, deben ser completamente impermeables; por lo tanto, no requieren ningún tratamiento adicional para conseguir su estanqueidad. Deben ser resistentes a la acción de los agentes exteriores y permanecer inalterables durante muchos años. Además deben soportar adecuadamente las cargas de diseño durante la construcción y su vida útil

## **5.9 INSTALACIONES HIDROSANITARIAS**

Aparatos que incorporamos en la edificación para proveer servicios de agua y evacuación de aguas residuales, son absolutamente indispensables para los habitantes de la vivienda.

**5.9.1 Aparatos sanitarios.** Son los encargados de la evacuación de las aguas residuales provocadas por el uso de los mismos en labores de trabajo, higiene y aseo personal

Para conformar el sistema de alcantarillado se instalaron los aparatos sanitarios con ubicación en los planos. Para un buen funcionamiento, se siguieron las recomendaciones del fabricante, cumpliéndose con las medidas estándar en la colocación de los conductos, la distancia a cual dejar el desagüe para el sanitario (60 cm.), la altura de la acometida del agua para el mismo, la altura a la que debía quedar el orificio para recibir el sifón, y las acometidas del agua del lavamanos.

**5.9.1.1 Inodoro Tipo Corona (Pto.).** Para instalar el aparato sanitario, se colocó un adaptador macho (punto hidráulico), al cual a su vez se le instaló un acople flexible (manguera) que iba conectado en el sanitario y que abastece de agua potable al aparato. Para descargar las aguas servidas quedó un punto sanitario conformado por el codo de 4" de diámetro, ubicado a más o menos 60 cm. del paramento del muro sobre el que se recuesta el sanitario. Antes fue necesario fijar el sanitario en el piso con cemento blanco, revisando que la tubería no contuviera residuos u objetos que pudieran obstruirla. Colocado el aparato se realizaron los ajustes necesarios para su buen funcionamiento y completa descarga. Secada la mezcla, se revisó que no existieran fugas.

**Figura 56. Puntos de descarga de aparatos sanitarios del baño**



Fuente: Autoría propia

**Descarga aguas servidas Lavamanos.**

**Sifón de descarga ducha**

**Codo de 4" descarga aguas servidas al sanitario.**

**Figura 57. Aparato sanitario. Inodoro**



Fuente: Autoría propia

**5.9.2 Lavamanos tipo Corona (Pto.).** Se verificaron las medidas de altura y las separaciones a las cuales se deben dejar el desagüe, el abasto del agua y los chazos, para colgar el lavamanos.

El lavamanos, armado con grifería y válvula de salida, se colocó sobre las grapas ya fijadas en los chazos, cuidando que la altura quedara a 80 cm. con relación al piso.

Montado el lavamanos se procedió a armar el sifón, que sirve para evitar salgan al exterior los malos olores; su colocación se hizo bajo el desagüe, empatándolo al tubo que se dejó a una altura de 50 cm. con relación al piso.

Montado el lavamanos e instalado el sifón, se procedió a colocar el abasto de agua, realizado por medio de un acople. Debe tenerse en cuenta que en la salida para el abasto del agua, se dejó un adaptador macho para permitir la colocación del acople (manguera).

**Figura 58. Servicio de lavamanos**



Fuente: Autoría propia



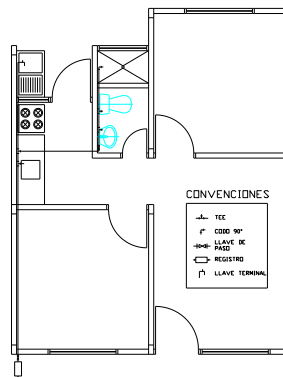
## 5.10 FUNDAMENTOS HIDROSANITARIOS

Las instalaciones hidráulicas conducen el agua potable a través de tuberías, red principal capaz de resistir altas presiones; el material de la tubería, es generalmente de hierro galvanizado, asbesto-cemento, cobre o PVC. Las viviendas se abastecen de agua potable conectándose a la red principal; la tubería se acopló mediante accesorios, colocándose en línea recta y paralela a los muros, quedando protegida por el revoque para el acabado del piso.

**5.10.1 Punto hidráulico tubería PVC ½” (Pto.)** Instalación de tuberías y accesorios en conjunto para el abastecimiento del agua potable necesaria para el buen funcionamiento de los aparatos sanitarios e hidráulicos. Se colocó la tubería exigida (diámetro, calidad, presión de trabajo) en los planos hidráulicos.

Los sitios en donde quedarían las acometidas se ubicaron definidos por los aparatos sanitarios e hidráulicos -sanitario, lavamanos, lavadero, lavaplatos, sifón, ducha-, por lo general en lugares donde se necesitara una llave terminal, respetándose las medidas estándar para cada aparato, y después no tener dificultades en la colocación. Se inspecciono que los muros no fueran ranurados horizontalmente lo que lo hace menos resistentes a la acción de los sismos, por lo que se distribuyo la mayor parte de las instalaciones por el piso.

**Figura 59. Planta de instalaciones hidráulicas**



Fuente: Planos de la vivienda

**Figura 60. Tuberías subterráneas**



Fuente: Autoría propia

**Tubería y accesorios hidráulicos**

Para instalar la tubería se trazó y marcó el punto sobre los muros, realizando la regata para incrustar la tubería, y sellando luego con mezcla de arena-cemento. Al hacer la instalación se evitó en lo posible afectar los elementos estructurales vigas, columnetas, y en la parte de los muros sólo se perforó hasta máximo la tercera parte de su ancho, lo que se hizo en forma vertical y nunca diagonal, porque de lo contrario el muro hubiera perdido sismo-resistencia.

Se utilizó tubería PVC en 1/2", con RDE, evitándose el golpe de ariete en lavamanos y sanitarios, con la prolongación de la tubería de 20 a 30cm., y colocando un tapón en el extremo para formar una cámara de aire.

Para la unir la tubería con los accesorios, se siguieron las recomendaciones de los fabricantes de los productos, utilizándose soldadura y limpiador PVC. Antes de aplicar la soldadura PVC se limpiaron los elementos a soldar y, ya limpios, se aplicó soldadura, primero al exterior del extremo del tubo, luego a la parte interior de la campana del accesorio y finalmente se introdujo el tubo en la campana, haciéndole presión, girándolo para que se entrapara y se uniera bien. Con la

abertura de la válvula de suministro agua potable a la vivienda, se verificó la instalación de la red, revisando que no se presentaran fugas de agua en los empates, para en caso de suceder hacer las reparaciones pertinentes.

**Figura 61. Regata sobre muros para tuberías eléctricas e hidráulicas**



Fuente: Autoría propia

## **5.11 PAÑETES**

Pañete es el recubrimiento realizado a los elementos estructurales (muros, cielos) con una capa de mezcla (mortero), con el fin de emparejar la superficie que va a recibir un acabado, y mejorar la resistencia y estabilidad de los muros.

**5.11.1 Pañete Muros  $e = 2$  cm. (M2).** Para realizar esta actividad se preparó la zona a repellar, retirando sobrantes y todo lo que interfiriera con la aplicación del mortero, el que se preparó y dosificó en el suelo en proporciones 1:3 en volumen.

Preparada el área, se humedecieron los muros y se champearon con mortero, realizándose los puntos de referencia con puntillas sobre la pared para determinar el grueso del pañete; enseguida, con la plomada, se le dio verticalidad a la muestra de revoque.

Listas las muestras, se empezó el llenado con mortero, formando grumos de revoque que fueron tallados por medio del codal, emparejando la superficie con ayuda de los dos puntos, lo que se hizo luego que el mortero hubo fraguado un poco, moviendo el codal suavemente de arriba a abajo y al tiempo en forma horizontal, proceso que se repitió, pasándose una y otra vez el codal hasta que la superficie quedara totalmente plana.

Emparejada la superficie, se procedió a mejorar la textura del pañete con la ayuda de una llana de madera humedecida, la que fue afinando o aplanando el revoque, procedimiento con repetitivos movimientos circulares hasta lograr una superficie homogénea.

#### **Figura 62. Pañete en muro**



Fuente: Autoría propia

#### **5.12 ENCHAPES**

Colocación de piezas muy resistentes y de excelente acabado sobre los muros y pisos de la edificación de gran uso por la enorme resistencia de la superficie al ataque de químicos y abrasivos, piezas muy utilizadas en interiores y exteriores.

El enchape se usó en pisos y paredes de baños, cocinas, patios de ropa, fachadas y, en general, en toda el área de la vivienda, diferenciándose en el tipo de tráfico para el cual está especificado y al acabado superficial de las baldosas.

**5.12.1 Enchape de muros con piezas cerámica (M2).** El enchape cubre una pequeña área de la vivienda correspondiente al mesón de la cocina y la parte del muro frontal al mesón, a una altura de 60cm., así como la zona de la ducha, a una altura de 2.0m., en el baño.

Para colocar las piezas de cerámica tipo corona, primero se definió un nivel de referencia trazando la altura a las que irían las piezas de cerámica y realizando una limpieza de la superficie; luego, con el nivel de manguera se trazó sobre cada muro el nivel guía, situado en la parte inferior del muro sobre el cual se puso con ayuda de puntillas, un cordal o elemento rectilíneo que serviría de base para colocar las primeras piezas. Lista la superficie, se regó con ayuda de la llana metálica dentada, una pasta de cemento gris y aditivo en polvo (fijart-mix), para iniciar la primera hilada de cerámica.

La colocación de las piezas de cerámica se hizo de abajo hacia arriba, asentándose cada pieza con el golpe de un pequeño mazo de madera o martillo de caucho, operación repetida hasta finalizar la colocación total de la cerámica. El nivel de referencia implicaba que los cortes de las piezas quedaran en la parte inferior del muro donde fueran notorios. Los cortes de las piezas se realizaron con máquina pulidora o cortadora de cerámica.

Por último se realizó el proceso de emboquillado de las piezas de cerámica para evitar que penetre agua u otros elementos que pueden perjudicar el enchape; para el emboquillado se utilizó mezcla de cemento blanco y blanco de zinc extendida con brocha.

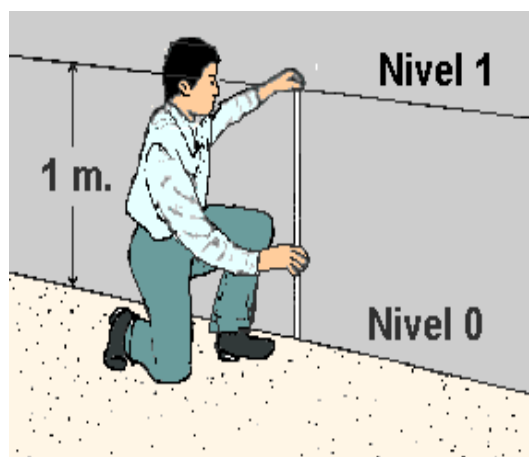
**Figura 63. Enchape mesón y muro frontal**



Fuente: Autoría propia

**5.12.2 Enchape de pisos con piezas de cerámica (M2)** Piezas de cerámica que se clasifican según su tráfico, y brindan el acabado a la superficie de cada nivel de la vivienda. Para colocar las piezas de cerámica debió establecerse el nivel del piso con ayuda del nivel de manguera, lo que se hizo marcando el nivel cero, teniendo en cuenta que de allí hacia abajo debían dejarse 5cm. para el repello de nivelación, y 1.5cm. para la pega y el grueso de la baldosa. Finalmente se subió el nivel 1.0m. para tener mayor comodidad al trabajar. (Ver fig.64).

**Figura 64. Determinación del nivel de referencia**



Fuente: <sup>27</sup>

<sup>27</sup> Métodos de ejecución de componentes Sismo resistente en casas de 1 y 2 pisos. Acabados, Unidad 12. SENA 2007

Establecido el nivel cero, se procedió al repello de la superficie con mortero 1:3, de 5 cm. de espesor; luego se extendió sobre el mortero una mezcla de cemento gris con aditivo en polvo, y sobre esa pasta se colocaron las piezas de cerámica. Para obtener completa adherencia con la pasta, se le dieron golpecitos a cada pieza con un martillo de caucho. En su colocación, los maestros de obra trazaron unos hilos que sirvieron de guía y garantizaron que las piezas quedaran alineadas, obteniendo así el mínimo desperdicio.

Al día siguiente se realizó el proceso de emboquillado a la superficie con la mezcla de cemento blanco y blanco de zinc, extendido con brocha para que la pasta penetre entre las ranuras de las piezas de cerámica; luego se limpió la superficie del piso con estopa y se dejó secar.

### **5.13 CARPINTERÍA METÁLICA**

Elementos que en una edificación brindan seguridad, por medio de ellos se puede comunicar de un lugar a otro al interior de la edificación como son puertas, ventanas y lucetas que sirven también como vanos de ventilación y claridad para la vivienda.

**5.13.1 Suministro e instalación de puertas en lámina galvanizada.** La vivienda cuenta con tres puertas ubicadas en la entrada principal en la parte posterior y en el baño.

Para colocar las puertas fue necesaria la limpieza del perímetro donde se iba a asentar el marco de la puerta, ajustándolo con ayuda de chapetas de madera, que sostenían el marco y evitaban que se hinchara al realizar el vaciado de la mezcla de concreto. Antes del vaciado hubo que inspeccionar la verticalidad del marco para garantizar el buen funcionamiento de la nave.

**Figura 65. Instalación de marco y nave**



Fuente: Autoría propia

**Figura 66. Fachada principal de la vivienda terminada**



Fuente: Autoría propia



#### **5.14 DETALLES PARA LA EJECUCIÓN FINAL DE LA VIVIENDA**

Actividades necesarias para completar la ejecución de la vivienda, según lo establecido por la oferta en el contrato.

Según lo estipulado, las viviendas debían contar con servicios de agua potable, alcantarillado, fluido eléctrico, todo a favor del beneficiario.

Por tanto se realizó la negociación con las Empresas Municipales de Corinto, como es la Empresa de Acueducto y Alcantarillado, “EMCORINTO E.S.P.”, para instalar la acometida del agua potable con su respectivo medidor y matrícula, y la conexión al alcantarillado público, teniendo en cuenta el certificado de disponibilidad del servicio público gestionado con anterioridad.

Gracias al acuerdo realizado entre las partes, la gerente de “EMCORINTO E.S.P.”, ingeniera Aleyda Lucía Rodríguez, puso a entera disposición el personal de la empresa para realizar las acometidas y la conexión al alcantarillado público.

Debido al mal estado de la tubería en algunos tramos del alcantarillado en la urbanización Gustavo Mejía, y a su absoluta carencia en otros, no se pudo realizar la conexión en la totalidad de las viviendas para evacuar las aguas servidas, por tal motivo el proyecto se retrasó considerablemente sin recibir pronta solución por parte del Municipio.

En consecuencia, el día de la visita técnica del Ingeniero Interventor por parte de FONADE<sup>28</sup>, se dio a conocer a este funcionario el inconveniente, quien manifestó que no recibiría ninguna vivienda hasta que el Municipio diera una solución; pero además requirió que las vías estuvieran definidas, y exigió la realización de la

---

<sup>28</sup> Fondo Financiero de Proyectos de desarrollo

explicación con motoniveladora, y, para dar cumplimiento a la norma urbanística del lugar, exigió la construcción de un andén frontal en cada vivienda.

Para obtener el fluido eléctrico fue necesario negociar con la Compañía de Electricidad del Cauca S.A. E.S.P. CEC, con la cual se contrató la instalación de la acometida con sus respectivos medidor y matrícula.

Las instalaciones eléctricas internas las llevó a cabo un técnico eléctrico, quien realizó el entubado y el cableado del sistema eléctrico de la vivienda, la colocación de una caja de breakers con su respectivo tablero de cuatro circuitos, la colocación de una varilla de polo a tierra, y la instalación de cada aparato eléctrico.

Como las viviendas estaban diseñadas bajo las normas del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas “RETIE”<sup>29</sup>, el ingeniero interventor exigió tanto el certificado de calidad de los materiales instalados como del buen funcionamiento de los mismos, el que fue otorgado por una empresa de Cali tras visita previa a la obra por parte de un ingeniero eléctrico.

En la visita técnica, el ingeniero eléctrico encontró algunos detalles que el contratista del proyecto debió asumir para poder certificar las viviendas, exigencias que fueron:

1. Cambio de la totalidad de los toma-corrientes dobles, ya que los instalados no tenían disponible la conexión polo a tierra; y en la zona húmeda (cocina) un toma-corriente especial, el cual es automático y se dispara cuando hay una descarga eléctrica, protegiendo así a los habitantes.
2. Identificar por medio de colores las fases en los cables que contienen el sistema eléctrico, de la siguiente manera; verde, para el polo a tierra; rojo, para la

---

<sup>29</sup> Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas

fase; blanco, para neutro. Como el sistema ya estaba cableado, el ingeniero sugirió colocar en los extremos salientes cinta del color que identificase la función.

**Figura 67. Construcción de andén en fachada principal**



Fuente: Autoría propia

**Figura 68. Adecuación de vías con motoniveladora**



Fuente: Autoría propia

**Figura 69. Conexión al alcantarillado público**



Fuente: Autoría propia

**Figura 70. Perspectiva 1. Parte posterior de la vivienda**



Fuente: Autoría propia

**Figura 71. Perspectiva 2. Parte posterior de la vivienda**



Fuente: Autoría propia

**Figura 72. Vivienda terminada**



Fuente: Autoría propia

## RESULTADOS

El seguimiento realizado a los procesos constructivos y a los controles exigidos basados en las especificaciones técnicas (NSR 98<sup>30</sup> -Título E, RAS 2000<sup>31</sup>, RETIE<sup>32</sup>), se dio a conocer mediante un informe donde se describía cada actividad desarrollada por los maestros de obra.

En el informe se describen los problemas surgidos en el desarrollo del proceso constructivo, así como la manera en que se sortearon las dificultades en busca de la normalidad requerida para que el desarrollo del proyecto no se afectara y se lograran los objetivos propuestos por el contratista, y así, de esta manera, culminar el proyecto con éxito y en el menor tiempo posible.

Se asimilaron los pasos a seguir en la ejecución de los procesos constructivos, se relacionó lo aprendido en las aulas universitarias, con la práctica, experimentada en el trabajo de campo, manteniendo en alto nivel el rendimiento y aprovechando al máximo la mano de obra y los insumos, por lo cual, con el día se dio una óptima organización, lo que se reflejó en la disminución de los problemas en la construcción.

Sin duda alguna, hubo una permanente interrelación con todos los profesionales que participaban directa e indirectamente en el desarrollo del proyecto, aprendiendo de todos y cada uno de ellos (as) sus conocimientos y sus habilidades, enseñanzas que a la postre se asemeja, gracias a sus consejos y sugerencias, que se aplica en el transcurso de los procesos constructivos.

---

<sup>30</sup> Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente

<sup>31</sup> Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico 2000

<sup>32</sup> Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas

## CONCLUSIONES

Fue muy importante analizar los diseños como planos: arquitectónicos, estructurales, sanitarios, hidráulicos, eléctricos antes de comenzar a ejecutar el proyecto, para, con la constante y valiosa ayuda del ingeniero residente, aclarar dudas, con el firme propósito de guiar a los maestros de obra en la ejecución de los procesos de construcción.

La participación del pasante en los procesos constructivos permitió conocer las secuencias involucradas en los procesos, quedando no sólo en capacidad de aplicar los conocimientos adquiridos en la Universidad, sino de buscar mantener el control en cuanto a calidad y rendimiento de la mano de obra. La ejecución de las actividades de campo representó verdaderos retos constructivos para los maestros de obra quienes, a través de la experiencia han asimilado diversidad de destrezas y habilidades que ponen en práctica para cumplir así con su objetivo final: ejecutar la actividad constructiva en el menor tiempo posible.

En el campo administrativo, el pasante se relacionó con los profesionales de las diferentes ramas de las construcciones civiles, e interactuando con ellos conoció lo más importante de los aspectos legales contenidos en un proyecto, y por ende se enteró de todas las obligaciones que deben cumplir las partes que firman el contrato.

Con el trabajo de campo se buscó afianzar la teoría aprendida en la universidad y plasmarla en los procesos constructivos con ayuda de los profesionales del entorno, asimilando los consejos emanados de la labor que realizan con base en la experiencia y en el bagaje adquirido en la vida profesional. Esto con el fin de que el pasante ponga en práctica las herramientas teóricas que le dan criterio para solucionar diversidad de problemas presentados en el proceso constructivo y

ganar de esta forma experiencias gracias a la orientación y ayuda de los profesionales de trayectoria.

La participación en el proyecto ayudó a afianzar conocimientos, recoger nuevas técnicas y conceptos, confrontar y complementar teorías adquiridas académicamente, visualizando de forma más detallada los procesos constructivos de la vivienda.

La interacción con el personal de la construcción del cual, por supuesto, también se aprende, inclusive hasta de su lenguaje popular, de sus prácticas y especialmente, de sus errores.

Interactuar con el personal de la obra y con la comunidad en general ayudó a enriquecer una formación integral basada en el respeto con una excelente comunicación, para así mantener el orden y cumplir los objetivos propuestos.

Durante la pasantía se realizaron controles en cada uno de los sistemas constructivos de las viviendas, apoyándose constantemente en las especificaciones técnicas (Titulo E NSR 98, RAS 2000, RETIE) y en los requisitos exigidos en cada sistema constructivo, razón por la cual debió hacerse una marcada supervisión al personal, teniendo como soporte las normas vigentes, para garantizar la excelente ejecución de los procesos de construcción y, por consiguiente, mejorar los resultados finales de la construcción.

En el desarrollo de la pasantía se presentaron infinidad de oportunidades de recoger nuevas y variadas experiencias presentadas en la construcción del Proyecto, permitiendo la aplicación de los conocimientos adquiridos en la Universidad para la solución de las múltiples dificultades que arroja cada proceso constructivo, forjando así confiabilidad y calidad en los procesos a cargo.



El pasante, en el proyecto de vivienda logró la oportunidad de compartir con todos los profesionales involucrados en la ejecución de la obra, aprendiendo de cada uno la manera de observar y analizar los diferentes problemas presentados encontrando la forma de solucionarlos, coadyuvando así en la formación de un nuevo profesional.

## RECOMENDACIONES

- Es importante mantener en la obra personal calificado como ingeniero residente y/o auxiliar residente, como prenda de garantía del proyecto que tuvo la gran responsabilidad de mantener el orden y el normal desarrollo de las actividades, verificando que se cumplieran sin excepción alguna, todas las especificaciones técnicas en los distintos procesos de construcción, pues de lo contrario se debía informar de los cambios realizados con la debida justificación.
- La inexperiencia del pasante no se debe reflejar ante el personal a cargo, -con muestras de inseguridad para no generar problemas o pérdida de autoridad por lo que fue importante preparar con ayuda del Ingeniero Residente el análisis y estudio del proyecto mediante el entendimiento de los planos arquitectónicos, estructurales, hidráulicos, sanitarios y eléctricos, despejando dudas y garantizando, tanto la necesaria confianza del pasante, como la garantía de una plena y correcta ejecución de las actividades.
- La planeación del proyecto fue demasiado importante ya que de ella dependía su buen funcionamiento, por lo que fue necesario hacerlo antes de iniciar su ejecución:
- Analizar y estudiar previamente a la construcción del proyecto y prever la consecución de los materiales para la construcción como el cumplimiento en su entrega por parte de la comercializadora
- Almacenar los materiales en una bodega centralizada y conseguir el personal calificado con maestros de obra para la ejecución de las viviendas

- Enterarse del estado climatológico de la zona en el momento como fue por ejemplo la constante lluviosidad, entre otras.
- La buena planificación siempre es garantía de óptimo funcionamiento de las actividades, lo que implica el máximo desempeño de la mano de obra, ganándose así tiempo y dinero.
- Cualquier ajuste, modificación, ampliación o corrección necesarios en la ejecución de la vivienda, debieron justificarse e informarse a la interventoría en espera del correspondiente visto bueno.
- Las recomendaciones dadas por la interventoría después de cada visita técnica, debieron acatarse y ejecutarse; si por alguna razón hubiera estado equivocada, habría sido necesario presentar las pruebas que lo demostraran, para llegar a un acuerdo entre las partes.
- Fue primordial velar por la seguridad industrial del personal de la obra, con la utilización apropiada de las herramientas, el buen uso del casco, botas, guantes y gafas protectoras, indispensable todo para la ejecución continua y segura de las actividades.
- Conocer cada uno de los requisitos mínimos exigidos por las especificaciones y controlar que estos se cumplan cabalmente en los distintos procesos constructivos, ya que no vale de nada un excelente diseño con una pésima construcción de cada elemento de la edificación.

### **Aspectos Relevantes**

Es importante tener en cuenta algunos aspectos para la construcción de viviendas de uno y dos pisos, sismo resistentes como son:

### **En cuanto a materiales se refiere**

- El cemento debe pertenecer a una marca reconocida y realizar buenos almacenajes lo que garantiza calidad.
- El agua que se utiliza debe ser limpia libre de sustancias contaminantes como aceites, sales, azúcares entre otros preferiblemente que el abastecimiento sea del Acueducto.
- Los agregados como arena, triturado o mixto estén libres de materia orgánica de lo contrario se deben lavar.
- Cuando para la preparación de la mezcla de concreto se utilice mixto no permitir sobre tamaños y/o poca arena, la proporción adecuada es una parte de arena por dos partes de piedra entre pequeñas y medianas menor a 4 cm
- Para dosificar los materiales utilizar los acostumbrados cajones de madera de 33x33x33 centímetros, no permitir que se realice por paladas o carretadas; Al igual se debe medir la cantidad de agua que se va agregar a la mezcla.
- Realizar por lo menos los ensayos de Asentamiento y Toma de Cilindros a la mezcla de concreto garantizando calidad.
- El transporte de la mezcla de concreto, entre el punto de mezclado y la colocación, se debe hacer en baldes o carretas con cuidado para evitar la segregación, no permitir que sea tirada con pala.
- Exigir la vibración de la mezcla de concreto una vez colocada, para sacar las burbujas de aire atrapadas y evitar el hormiguo.

- Controlar la humedad del elemento de concreto manteniéndolo fresco durante los primeros diez días garantizando el curado del concreto evitando así posibles fisuras o agrietamientos del elemento.
- Revisar la calidad de los materiales utilizados y los aceros se deben inspeccionar que estén bien colocado, amarrado y limpio para garantizar adherencia del concreto y funcionalidad del elemento estructural.
- Verificar que la longitud de traslapos en los aceros corresponda a la exigida por las especificaciones.
- Si a las formaletas se les va a impregnar ACPM o aceite quemado para facilitar el desmolde evitar que los aceros sean untados lo cual ocasionaría pérdida de adherencia.
- Exigir el recubrimiento en todas las caras de los aceros, y en las vigas de cimentación inspeccionar que los hierros no queden en contacto directo con el suelo.
- Que las unidades de mampostería tengan buena resistencia 30 Kg/cm<sup>2</sup> con tamaños manejables y de forma regular con aristas rectas, caras rectangulares planas y superficies rugosas que faciliten la adherencia de la pega.

### **En cuanto a los cimientos**

- Verificar que se haga un completo descapote de la capa vegetal.
- Rellenar y apisonar hasta el nivel de cimentación con material seleccionado de baja plasticidad.
- Realizar buenos cortes al excavar evitando zanjas descuadradas o torcidas.

- Hacer una fundición monolítica de toda la cimentación en caso de interrupción en la fundición se debe dejar el concreto en un ángulo de 45° y la superficie áspera.

### **En cuanto a los muros**

- Todos los muros deben estar perfectamente confinados entre columnetas y vigas de amarre.
- Antes de iniciar la construcción del muro con bloques de arcilla se debe verificar que las unidades de mampostería estén húmedas para que el mortero de pega funcione.
- Se deben conservar trabas de media unidad de mampostería entre hiladas, lo mismo que en las esquinas y en el encuentro con otros muros.
- El espesor de la pega o juntas no debe ser menor a 1.0cm ni mayor a 1.5cm, y colocarlo en tolete y nunca en papelillo.
- Verificar cada hilada con el nivel y con la plomada, el muro debe quedar completamente horizontal y vertical, no permitir ningún tipo de desnivel ni desplome.

### **En cuanto a estructuras de confinamiento**

- El refuerzo longitudinal de las columnetas debe llegar hasta el nivel inferior de la viga de cimentación y anclarse en ella, lo mismo que a la viga de amarre.
- Las columnetas deben ser fundidas una vez se terminen de levantar los muros, teniendo en cuenta que se conserve el dentado generado por la traba de las unidades de mampostería.

- La viga de amarre se debe fundir directamente sobre los muros que amarra.
- Los ganchos de los estribos en los elementos deben ubicarse alternadamente en los aceros principales para evitar que queden ganchos seguidos en la misma varilla, el amarre se debe hacer con alambre dulce en todos los puntos de contacto.
- Garantizar las longitudes de traslapos en los refuerzos principales de acuerdo con las especificaciones.

### **En cuanto a la cubierta**

- Utilizar materiales de buena calidad, en caso de maderas estas deben inmunizarse.
- Las vigas de la cubierta se deben fijar garantizando que no se van a desplazar con el peso tejas y de las esperando que resistan las cargas generadas por los sismos y los vientos.

### **En cuanto a las instalaciones eléctricas e hidrosanitarias**

- No se deben ranurar los muros horizontalmente, se recomienda distribuir las instalaciones por el piso.
- Las instalaciones sanitarias deben colocarse preferiblemente pasando sobre la malla del cimiento.

## **BIBLIOGRAFIA**

AIS – Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica

AMBROSE, James, 2ª. Edición 2005. Editorial Limusa S:A. de CV. Grupo Noriega de Editores Impreso en México. Pág., 46, 47, 48

BRAJA M., Das, Principios de Ingeniería de Limitaciones 5ª. Edición, Enero de 2006, California State University, Sacramento.

CUJAR, Chamorro, Germán, Cimientos superficiales. Editorial Universidad del Cauca, 1ª. Edición, Marzo de 2003, Impreso en Colombia por Cargra Phies, Cali. Pág.11,12

### **DECRETOS**

33 de 1988 ; 2809 de 2000; 34 de 1999

DON SEBAS, Folleto, Notas Técnicas para Construcción, Sismo Resistencia, Enero de 2000,

EDITORIAL Escuela Colombiana de Ingeniería

ELEMENTOS de Diseño para Acueductos y Alcantarillado. 2ª. Edición, Julio de 2003, primera reimpresión octubre de 2004

### **LEYES**

Ley 400 de 1997

NORMA NTC 4205 - C62, CC652 - Pág. E-3 , E-4

NORMAS Colombianas de Diseño y Construcción Sismo-Resistente. Casas de 1 y 2 pisos. Santafé de Bogotá, D.C.: NSR, 1998. Título E. pE1- E18. Pág. 341, 342.

RIVERA, LOPEZ, Gerardo Antonio, Editorial Universidad del Cauca. Pág.18

ROCHEL, Awad Roberto, Colección Académica, Escuela de Ingeniería, Fondo Editorial, Universidad EAFIT, Editado en Medellín, Colombia; 1ª. Edición Enero de 2006, 2ª. Impresión Febrero 2008. Pág. 211



ROMERO, Rojas Jairo Alberto, Calidad del Agua, 2ª. Edición, Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería; 2ª. Edición Julio 2005, Impresión Nuevas Ediciones Ltda. en Colombia.

THOMPONS TM, Impresión Edamsa impresiones, S.A. de CV. En México. Pág. 69  
ZAMBRANO, Alfonso Napoleón, Recolección de Aguas Residenciales, Editorial Universidad del Cauca, 1ª. Edición, Noviembre de 2007; impresión Diseño Gráfico e Impresiones en Colombia. Pág. 3, 5