

**INFORME FINAL DE PASANTIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERA CIVIL**

**AUXILIAR DE RESIDENCIA EN LA CONSTRUCCION DE OBRA
URBANIZACION SAN JORGE II ETAPA, EN LA CIUDAD DE NEIVA-
HUILA**

NATALIA QUESADA RODRÍGUEZ



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

**INFORME FINAL DE PASANTIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERA CIVIL**

**AUXILIAR DE RESIDENCIA EN LA CONSTRUCCION DE OBRA
URBANIZACION SAN JORGE II ETAPA, EN LA CIUDAD DE NEIVA-
HUILA**

NATALIA QUESADA RODRÍGUEZ

ING. HUGO EDUARDO MUÑOZ MUÑOZ

Director de Pasantía



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

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	6
METODOLOGÍA.....	7
1. OBJETIVOS.....	8
1.1. OBJETIVO GENERAL.....	8
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	8
2. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO.....	9
2.1. LOCALIZACIÓN DE LAS OBRAS.....	9
2.3. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS OBRAS A EJECUTAR.....	9
2.4. FINACIACIÓN Y RECURSOS.....	11
2.5. INFORMACIÓN GENERAL DEL CONTRATO No 820 de 2008.....	11
2.6. PLAZO CONTRACTUAL DE OBRA.....	11
3. INSTALACIONES Y OBRAS PROVISIONALES.....	13
3.1. ALMACÉN.....	13
3.2. CAMBUCHES.....	14
3.3. CORTADORA DE LADRILLO.....	14
3.4. DEPÓSITO DE MATERIAL TÓXICO Y BASURAS.....	15
3.5. ALMACENAMIENTO DE TEJAS Y TANQUES.....	17
3.6. PREPARACIÓN DE MEZCLAS.....	18
3.7. OTROS.....	19
4. ACTIVIDADES DESARROLLADAS.....	20
4.1. ESTRUCTURAS DE CONCRETO.....	25
4.2. CONCRETO DE LIMPIEZA.....	33
4.3. VIGAS DE CIMENTACIÓN.....	36

4.4. MAMPOSTERÍA.....	42
4.5. CAJAS DE INSPECCIÓN.....	48
4.6. COLUMNAS DE CONFINAMIENTO.....	52
4.7. VIGAS DE AMARRE Y VIGA CANAL.....	56
4.8. MUROS DE SOBREELEVACIÓN.....	63
4.9. VENTANAS EN CALADO.....	65
4.10. CUCHILLAS.....	67
4.11. COLUMNETAS.....	70
4.12. VIGA CINTA Y CORREAS.....	72
4.13. PAÑETES Y CARTERAS.....	75
4.14. CUBIERTA.....	80
4.15. PLACA TANQUE.....	87
4.16. RED PRESIÓN.....	91
4.17. LAVADEROS.....	95
4.18. VENTANAS Y PUERTAS.....	97
4.19. PISOS.....	101
4.20. MESONES.....	106
4.21. HUELLAS.....	108
4.22. PINTURAS.....	111
4.23. CANALETAS Y BAJANTES PARA AGUAS LLUVIAS.....	114
4.24. PRADIZACIÓN.....	115
4.25. INSTALACIONES ELÉCTRICAS.....	117
4.26. APARATOS SANITARIOS.....	124
CONCLUSIONES.....	128
RECOMENDACIONES.....	133
BIBLIOGRAFÍA.....	136
ANEXOS.....	137



Nota de Aceptación

Firma del jurado

Firma del jurado

Firma del director



INTRODUCCIÓN

La Vivienda de Interés Social (VIS) es aquella vivienda dirigida a la población con menores recursos en nuestro país, familias que devengan menos de cuatro (4) salarios mínimos mensuales legales vigentes (SMLMV), estas cuentan con un subsidio de vivienda otorgado por las CAJAS DE COMPENSACION FAMILIAR junto con EL GOBIERNO NACIONAL. La Vivienda de Interés Social tiene un valor máximo de 135 SMLMV; para las viviendas adquiridas con recursos del Programa de Subsidio Familiar de Vivienda del Gobierno Nacional existe un tope indicativo de 70 SMLMV que constituye la Vivienda de Interés Social Prioritaria (VIP).

El proyecto promovido por la Caja de Compensación Familiar del Huila COMFAMILIAR HUILA, propuso la construcción de 400 unidades de Vivienda de Interés Social Prioritaria (VIP) distribuidas así: 308 casas de 1 piso, clasificadas como Tipo I y 92 casas de 1 piso, clasificadas como Tipo II; igualmente hace parte de este proyecto el conjunto cerrado conformado por 68 lotes multifamiliares y 11 locales. Por la magnitud del proyecto se debió subdividir y se llevaron a cabo diversos contratos con Constructoras y Empresas del sector, de tal manera que se adjudicó la construcción de 114 Unidades de Vivienda (VIP) a la Constructora PROYECONT LTDA, a través del Contrato No 820 de 2008, mediante el cual se contrató la construcción de 90 casas Tipo I conformadas por 1 alcoba, 1 salón para sala comedor, 1 cocina, 1 baño y 1 patio; y 24 casas Tipo II, conformadas por 2 alcobas, 1 salón para sala comedor, 1 cocina, 1 baño y 1 patio.



El presente informe describe el desarrollo de las obras realizadas, enmarcadas dentro del Contrato No 820 de 2008 para la construcción de 114 Unidades de Viviendas de Interés Prioritario en la **Urbanización San Jorge II Etapa**, contratadas con PROYECONT LTDA.



1. OBJETIVOS

1.1. OBJETIVO GENERAL

Participar como Auxiliar de Residente en la construcción de 114 unidades de Vivienda de Interés Prioritario (VIP) en la urbanización San Jorge II Etapa en la ciudad de Neiva.

1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Participar y colaborar en los procesos técnicos y constructivos de la Urbanización SAN JORGE II.
- Aplicar en la práctica los conocimientos teóricos adquiridos a lo largo de la carrera en la facultad de Ingeniería Civil de la Universidad del Cauca.
- Adquirir conocimiento y experiencia en las labores de planeación, construcción y control de calidad de proyectos de este tipo.
- Realizar informes mensuales de las actividades ejecutadas en el proceso constructivo y de la experiencia adquirida durante la duración de la pasantía.
- Entregar un informe final para llevar a cabo una valoración de los logros propuestos y alcanzados durante el tiempo de la pasantía, así como evaluar actividades realizadas y validez del trabajo ejecutado.



2. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO:

Consiste en ejecutar las obras civiles necesarias para la construcción de 114 Unidades de Vivienda de Interés Primario (VIP) en la Urbanización “SAN JORGE II ETAPA” ubicada en la zona urbana de Neiva-Huila.

2.1 LOCALIZACIÓN DE LAS OBRAS:

La Urbanización San Jorge II Etapa, se encuentra ubicada en el Sector Sur de la ciudad de Neiva, entre la Avenida Calle 26 Sur y Calle 29 Sur (Quebrada Matamundo); y Carrera 22A hasta la Carrera 25. Colinda con las Urbanizaciones Fronteras de Milenio y Canaima, ya desarrolladas y habitadas.

2.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS OBRAS A EJECUTAR:

Se construyen 114 Unidades VIP unifamiliares de un piso, de una y dos alcobas según el modelo que se especifique. Su construcción se hace bajo la modalidad de estructura convencional (pórticos de concreto reforzado), gobernada por los requisitos del Título E del Código Colombiano de Construcciones Sismoresistentes (NSR-98).

Para el inicio de este proyecto se encontraban construidas en ésta Urbanización las primeras 190 unidades y se propuso ahora construir las restantes 210 unidades VIP distribuidas en dos grupos de 96 y 114 unidades VIP respectivamente.



Las viviendas que se construyen bajo el Contrato No 820 de 2008 corresponden a un número de 114 unidades, localizadas en las manzanas 2, 3, 4, 5, 6 y 7 de la Urbanización San Jorge II.

El proyecto se encuentra actualmente con las obras urbanísticas de alcantarillado, acueducto, redes eléctricas y vías en ejecución, contratadas en forma independiente.



Figura 1. Vivienda Tipo I



Figura 2. Vivienda Tipo II



2.3 FINANCIACIÓN Y RECURSOS:

La CAJA DE COMPENSACIÓN FAMILIAR DEL HUILA, contaba con recursos propios del presupuesto de inversión de la vigencia del 2008 según disponibilidad presupuestal certificada por el Área de Presupuesto; de tal manera se firmó el Contrato No. 820 de 2008 con la Constructora PROYECONT LTDA.

2.4 INFORMACIÓN GENERAL DEL CONTRATO No 820 de 2008

Contratista	: PROYECONT LTDA
Plazo de ejecución	: 120 días calendario.
Fecha de iniciación	: 09 de Diciembre de 2008
Fecha de Terminación	: 07 de abril de 2009
Valor del Contrato	: \$ 1.562.909.227
ANTICIPO (40%)	: \$ 625.163.691

Debido a que el plazo contractual del Contrato de obra No. 820 de 2008, se cumplía el día 7 de abril de 2009 y que a esta fecha se tenía ejecutado un 35% de obra, se solicitó a la Entidad Contratante COMFAMILIAR HUILA, a través de la Interventoría, adicionar plazo contractual al contrato en mención por un periodo de 60 días calendarios, esto debidamente justificado, teniendo



en cuenta que el retraso que presentó la obra se produjo por razones ajenas al Contratista. En primer lugar el mal tiempo que se presentó desde el inicio de la obra y además la presencia de días festivos tales como la Semana Santa en el mes de abril. De manera que el día 9 de diciembre de 2008, se firmó el acta de inicio del contrato, pero hasta el día 5 de enero de 2009 se empezó con las actividades debido a que el terreno se encontraba sobresaturado, lo cual no permitía el ingreso de maquinaria para empezar la nivelación y terraceado de las manzanas. Este tiempo fue de 27 días y posteriormente se continuaron presentando lluvias en días variados.

El registro de los días de lluvia se consignó en las Bitácoras de Obra, tanto de Residente como de Interventoría, y ésta relación permitió justificar la solicitud del plazo.

Por las anteriores razones la Entidad Contratante accedió y modificó el plazo contractual de obra, quedando como fecha límite para entrega de la obra el día 6 de Junio de 2009.



3. INSTALACIONES Y OBRAS PROVISIONALES

Para dar inicio a la construcción de las 114 Unidades de Vivienda, se llevó a cabo previamente la construcción de las instalaciones provisionales que facilitan el cumplimiento de las actividades propias de la construcción, de tal manera que se encontraban:

3.1 ALMACÉN

Es el sitio en el que se hacía la recepción de todos los materiales de construcción y el almacenamiento de los mismos, a través de éste se podía tener un buen control de los materiales empleados, del uso promedio diario y de los déficits o faltantes para diligenciar las nuevas solicitudes. Se encontraba a cargo de un almacenista y un auxiliar de almacén.



Foto 1. Frente del almacén



3.2 CAMBUCHES

En estos sitios los Maestros de construcción que eran contratistas a todo costo y sus trabajadores guardaban sus objetos personales, sus equipos y herramienta de mano. Contiguo a éstos se encontraban algunos sitios dispuestos para la figuración del hierro.



Foto 2. Cambuches

3.3 CORTADORA DE LADRILLO

A medida que avanzó la construcción e iniciaron labores de mampostería se hizo necesaria la adecuación de un lugar para operar la cortadora de ladrillo, en el cual se disponía de energía eléctrica e instalaciones hidráulicas para el funcionamiento de la máquina y de la motobomba que permitía la recirculación del agua, además de suficiente espacio para ubicar los cortes.



Foto 3. Ladrillos apilados junto a la cortadora

3.4 DEPÓSITO DE MATERIALES TÓXICOS Y BASURAS

En el cuarto de depósito de material tóxico se almacenaban elementos como aditivos para el concreto, ACPM, gasolina y material de éste tipo. Por ser materiales tóxicos, se aisló del terreno natural con un solado de concreto y además, se guardaban bajo llave.

En el cuarto de basuras, se identificaban con bolsas de colores los diferentes tipos de desechos para facilitar su disposición final lo cual se hizo de acuerdo a los requisitos exigidos por la política de calidad y medio ambiente de la empresa PROYECONT LTDA.



Foto 3. Canecas debidamente marcadas para la selección de residuos sólidos.



Foto 4. A la izquierda cuarto de basuras. A la derecha cuarto de depósito de material tóxico.



3.5 ALMACENAMIENTO DE TEJAS Y TANQUES

Este cerramiento se hizo cuando la obra iba avanzada y se hizo necesaria la recepción del material en obra, el cual no cabía en el almacén, pero tampoco se podía dejar expuesto por su delicadeza; además, por el tamaño y volumen del material de cubierta (tejas y caballetes de asbesto-cemento) y los tanques de almacenamiento de agua potable para las casas, se construyó un cerramiento adicional, contiguo al almacén y controlado por el almacenista, para la disposición de éstos materiales.



Foto 5. Cerramiento para almacenamiento de tejas y tanques.



3.6 PREPARACIÓN DE MEZCLAS

Pese a que en la construcción se empleaba concreto premezclado, se dispuso de un sitio para la ubicación de una mezcladora y el depósito de material de gravilla y arena, para suplir cualquier evento en el que la planta productora de concreto no pudiera enviar el material a la obra y no incurrir en un atraso por tal causa.



Foto 6. Sitio para la disposición del trompo y material para la mezcla del concreto.



3.7 OTROS

Se contó también en la obra con instalaciones de igual importancia a las anteriores, como la oficina, en la cual se manejaban todos los registros, archivos, planos y demás elementos necesarios para la planeación, control y ejecución de la obra. Se encontraban también un casino y los baños para el personal de construcción y otro para administrativos.



Foto 7. Instalaciones de oficina



4. ACTIVIDADES DESARROLLADAS

Se describen a continuación las actividades realizadas por la Pasante en los diferentes procesos constructivos del proyecto, a partir del 16 de Febrero, fecha en la cual la Pasante empieza a laborar en la Urbanización San Jorge II Etapa, como Ingeniera Auxiliar de Residente; en general, las labores asignadas fueron las siguientes:

- Supervisar las actividades técnicas desarrolladas por los maestros y sus trabajadores dentro de los procesos constructivos para que éstos cumplieren con las especificaciones técnicas requeridas por la Interventoría, actividades tales como:
 - ✓ Verificar en la apertura de brechas los niveles y el estado del terreno para poder dar paso a la fundición de los solados y comprobar que estos resultaran con el espesor indicado.
 - ✓ Revisar las formaletas de las vigas de cimentación, que tuviesen un ancho uniforme, que estuvieran bien ajustadas, en las coordenadas correctas, verificar distancias entre ejes de hierro de refuerzo e indicar las correcciones necesarias a los maestros, para poder dar paso a la fundición.
 - ✓ Supervisar los procesos de fundición, el correcto vibrado del concreto para evitar al máximo los hormigoneros tanto como la segregación del material; además verificar que se pasaran los niveles para dar a las estructuras de concreto el espesor requerido en el caso de las vigas. Revisar y favorecer que el proceso de fundición se llevara a cabo de manera diligente para evitar que el concreto envejeciera y sobretodo supervisar que no llegase a ser fluidificado con agua por parte de los obreros para facilitar su manejabilidad lo que afectaría su resistencia.



- ✓ Revisar durante el levantamiento de los muros que estos quedaran sobre los ejes indicados en los planos, perfecta traba, número de hiladas de ladrillo, limpieza de los muros y verificar con la ayuda de plomada y cordal la verticalidad de la mampostería.
- ✓ Para la fundición de columnas, columnetas, placa tanque, vigas de amarre, vigas cinta y viga canal, chequear que la formaleta estuviese bien instalada respetando la sección transversal necesaria de cada estructura, revisar la correcta ubicación, cantidad y medidas de los hierros de refuerzo tanto longitudinales como transversales.
- ✓ Chequear que los pañetes no estuviesen quemados, previo a la aplicación del graniplast, además corroborar las medidas exactas de las carteras de las ventanas en las fachadas para poder dar paso a la instalación de las ventanas.
- ✓ Verificar que los desagües de la red hidrosanitaria de cada casa evacuen óptimamente a las cajas de inspección, con las pendientes suficientes para que no haya lugar a estancamientos dentro de la tubería y que las cañuelas de las cajas de inspección direccionen correctamente el flujo del agua hacia la red de alcantarillado; esto para poder proceder a tapar y sellar las cajas de inspección.
- ✓ Supervisar las pruebas hidráulicas de presión cuando la red interna de cada casa estuviese instalada para verificar que no hubiesen fugas y en el caso de encontrarlas comunicar al Maestro de Obra para realizar la respectiva corrección.
- ✓ Revisar previo a la fundición de las placas de contrapiso que el terreno estuviese bien nivelado, apisonado y/o raneado con los niveles especificados, con pequeñas pendientes a los desagües, que se



hubiesen sacado los fallos del terreno si estos existían y hecho el correcto remplazo del material, que no hubiese humedades en el suelo producto de alguna fuga en la red presión y que estuviese instalada la tubería eléctrica a éste nivel sin protuberancias para evitar generar menores espesores en algún sector de la placa e inducirlo a fallar por allí; esto para poder dar paso a la fundición.

- Indicar a los maestros los planos, dimensiones, materiales y cualquier tipo de información que necesitasen para la ejecución de las actividades de obra según las especificaciones técnicas del Contrato.
- Atender diariamente las solicitudes de material por parte de los maestros y a criterio, según las actividades, autorizar mediante formatos específicos la entrega de tales materiales para que fuesen retirados del almacén.
- Elaborar junto con el Ingeniero Residente la programación de las fundiciones de la semana, de acuerdo con el cronograma de la Obra, para solicitar a la Planta de Concreto la cantidad necesaria a través del formato indicado.
- Verificar diariamente las actividades de fundición que se llevarían a cabo con cada Maestro de Obra para calcular cantidades de acuerdo con las resistencias necesarias y confirmar la solicitud de concreto hecha en la programación semanal.
- Recibir la Mixer con el concreto solicitado y repartirlo en los cajones contruidos para tal fin, de acuerdo a las cantidades requeridas para la actividad de cada Maestro de Obra; Diligenciar el respectivo formato de recepción del concreto y hacer las observaciones necesarias a la Planta.



- Calcular las cantidades de aditivo a aplicar a un volumen de mezcla de acuerdo a la dosificación del mismo, cuando fuese necesario en la obra emplear dicho aditivo
- Tomar cilindros de concreto para cada actividad, un numero de muestras de acuerdo a un volumen por actividad, determinado por la Interventoría, es decir, cada tantos metros cúbicos de concreto para vigas de cimentación tomar una muestra que corresponde a 4 cilindros de concreto; marcarlos, referenciarlos y despacharlos al laboratorio mediante formatos específicos.
- Llevar un control o registro de los cilindros de concreto elaborados y de los resultados obtenidos para poder hacer seguimiento a las resistencias requeridas según la actividad.
- Supervisar la dosificación de los materiales cuando fuese necesario mezclar el concreto en la obra para evitar afectar la calidad del mismo.
- Comunicar al Ingeniero Residente la necesidad de solicitar maquinaria o equipo cuando cualquier actividad de la obra lo requiriese y coordinar con el almacenista la solicitud de materiales que estuviesen agotándose o que se necesitasen para actividades próximas según el cronograma de obra.
- Diligenciar los formatos respectivos para el control horario de las actividades de cualquier maquinaria empleada en la obra, tales como volquetas, cargadores, retroexcavadora, mezcladora, entre otros, estar al tanto de sus labores y en el caso de despachar volquetas con escombros hacia la escombrera remitirlas con el respectivo formato.
- Hacer controles eventuales de la entrada del personal a la obra.



-
- Promover y solicitar al personal de la obra, como a cualquier visitante el uso de los Elementos de Protección Personal (EPP) y cooperar con el Ingeniero Residente para la ejecución de simulacros de emergencia con todo el personal de la obra.
 - Programar y promover junto con el Ingeniero Residente jornadas de aseo general en la obra.
 - Colaborar al Ingeniero Residente en la verificación del buen uso de los materiales de construcción por parte de los trabajadores, así como el mínimo desperdicio de elementos como el agua.
 - Llevar la Bitácora de Obra con el registro de las actividades diarias, así como de las observaciones hechas o decisiones tomadas por el Ingeniero Residente junto con la Interventoría.
 - Cooperar con el Ingeniero Residente para la medición de obra quincenal y la ejecución de las pre-actas de cortes de obra para el pago de las quincenas a los maestros o subcontratistas.
 - Coordinar reuniones periódicas del Ingeniero Director de Obra, Ingeniero Residente, Auxiliar y Maestros de Obra y diligenciar la respectiva acta de reunión.



Las actividades de obra que se llevaron a cabo durante el periodo de ejecución de la pasantía, son las que se describen a continuación:

4.1 ESTRUCTURAS DE CONCRETO

El concreto empleado en las diferentes actividades constructivas cumplía con una serie de requisitos exigidos por el Contratante a través de la Interventoría¹.

Durante todo el periodo de ejecución de obra se contó con concreto premezclado excepto en pocas ocasiones en que la planta sufría inconvenientes y para ello se contaba en obra con una mezcladora manual con capacidad para mezclar 100Kg (2 Bto.) de cemento y material de gravilla y arena, además de aditivos acelerantes como el SikaViscocrete, entre otros.

El concreto premezclado era traído en la Mixer desde la planta de concreto de propiedad de PROYECONT que quedaba a una distancia menor de 1Km respecto a la obra, por lo que la mezcla llegaba fresca y sin iniciar su proceso de fraguado; se depositaba en cajones elaborados con camillas de madera utilizados únicamente para el vaciado del concreto y de allí al sitio de vaciado era transportado en buggies o carretillas sobre un camino de tablas para evitar al máximo movimientos que causaran segregación del concreto.

¹ Manual de calidad y especificaciones técnicas para la construcción de viviendas de interés prioritario en la urbanización San Jorge II Etapa, de acuerdo con la NSR-98 Título C



Foto 8. Planta de Concreto de PROYECONT.

El concreto en todo caso era preparado con Cemento Portland Tipo 1 de producción nacional, ya fuese Cemento Diamante o Argos que no varían mucho en su comportamiento y son de características semejantes. Se utilizó como agregado grueso roca triturada cuyo tamaño oscilaba entre $\frac{1}{2}$ " y $1\frac{1}{2}$ " (10mm a 35mm) y la arena era de calidad uniforme, limpia densa y libre de lodos y materia orgánica cuyo tamaño estaba comprendido entre 0.5 y 2mm muy bien gradada².

² Exigidos en el Manual de calidad y especificaciones técnicas para la construcción de viviendas de interés prioritario en la urbanización San Jorge II Etapa.



Foto 9. Mixer cargando concreto en la planta.



Foto 10. Mixer descargando el concreto en los cajones de madera



Foto 11. Concreto tipo bombeo depositado en los cajones para vaciado

Para el control de la calidad de los concretos se hicieron periódicamente pruebas de resistencia y manejabilidad.

Para controlar la cantidad de agua y manejabilidad del concreto se realizaba la prueba del cono o Slump cuyos valores variaron entre 4" para fundición de vigas y placas; y 6" para el caso de fundición de columnas y alistados.

Fue muy importante llevar este control para exigir al personal la no adición posterior de agua al concreto, ya que ellos para facilitar su trabajo tendían a cometer esta falta, de manera que era necesario supervisar atentamente todo el proceso de fundición.



Foto 12. Prueba de manejabilidad: Slump

Igualmente se tomaron periódicamente cilindros de concreto para analizar la resistencia a la compresión del material, se elaboraban por cada ensayo un total de 4 cilindros para probar a los 7, 14 y 28 días y un cilindro testigo que se fallaría en caso de que los 3 anteriores no arrojaran la resistencia requerida del concreto de acuerdo a la actividad en que se encontrara; en solo dos ocasiones hubo la necesidad de fallar el cilindro testigo, sin embargo, en las dos ocasiones siempre se cumplió con una resistencia del 80% de la requerida³.

³ Resistencia mínima exigida por la NSR-98. C.5.6-Evaluación y aceptación del concreto; C.5.6.4-Investigación de los resultados bajos en los ensayos de resistencia.



Foto 13. Preparación de cilindros de concreto.



Foto 14. Cilindros de concreto.



En los casos en que se necesitaba fluidificar la mezcla como el caso de fundición de columnas y/o acelerar el proceso de fraguado se empleó SikaViscocrete, analizando el comportamiento de la mezcla a través de la rotura de cilindros se comprobó el beneficio que aportaba el aditivo a la vez que no perjudicaba las demás propiedades del concreto.

En algunas ocasiones, cuando la Mixer se encontraba ocupada, o la cantidad de fundición era pequeña como para solicitar el concreto premezclado, se hizo la mezcla en obra; como ya se especificó, se dispuso de un sitio, donde permaneció una mezcladora de trompo de capacidad para mezclar 2 bultos; ésta permaneció en la obra así no estuviese siendo utilizada, para emplearla en alguno de éstos casos o en caso de algún imprevisto tal como que quedara faltando un poco de concreto en la fundición.



Foto 15. Preparación de mezcla en obra con trompo.

La dosificación de ésta mezcla se hizo por volumen en proporción 1:2:3,



canecas de 40cm de alto por 30cm de diámetro, en las mismas se medían el agua, la arena y la grava, se procuró siempre que se mezcló en obra aplicar aditivo a la mezcla, para evitar que los trabajadores en pro de garantizar la manejabilidad del concreto se excedieran en la adición de agua a la mezcla; la dosificación del aditivo se hizo según las recomendaciones del fabricante y se estableció con un tarrito la medida patrón por caneca de agua para facilitar la aplicación del mismo.

La preparación de la mezcla se hizo de la siguiente manera: Se trajeron los bultos de cemento al área de la mezcladora y se ubicaban sobre camillas de madera contiguos a los silos de arena y grava donde también estaban dispuestos dos tanques de agua de 500 Litros cada uno, que eran llenados permanentemente a través de mangueras. Teniendo los materiales listos, se empezaba por mezclar el aditivo con el agua en la proporción indicada y se depositaba en el tambor de la mezcladora, a continuación se colocaba aproximadamente la mitad de la cantidad de grava necesaria y los 2 bultos de cemento inmediatamente después, luego se empezaba a colocar la arena, turnando con canecas de grava para que ésta impidiera que se apelmazara la mezcla, posteriormente se dejaba girando la mezcladora por 1 ó 2 minutos más para que la mezcla quedara homogénea; Finalmente de la boca del trompo la mezcla era depositada en el balde de la retroexcavadora que transportaba el concreto desde el punto de preparación hasta los cajones en madera construidos contiguos al lugar de fundición.

Debido a que el concreto era mezclado en un sitio y transportado de allí al lugar de vaciado, fue necesario que el Ingeniero Residente y su Auxiliar se turnaran la supervisión tanto de la elaboración de la mezcla como del proceso de fundición, para tener un control y que ninguno de los procesos sufriera alteraciones.



4.2 CONCRETO DE LIMPIEZA

Consiste en la colocación de una capa de concreto pobre de 5cm de espesor en el fondo de las excavaciones destinadas a recibir el concreto reforzado, antes de iniciar la colocación del hierro.



Foto 16. Brechas para la colocación del concreto de

Se excavaron brechas de 60cm de ancho con una profundidad de 45cm aprox. para la colocación del concreto de limpieza o solado, con una resistencia a la compresión de 2.000PSI; este concreto se trajo en un 100% premezclado, de manera que se cumpliera a cabalidad con las especificaciones exigidas por la Interventoría. El concreto era depositado por la Mixer en los respectivos cajones y de allí se llevaba en buggies hasta el sitio de fundición, se emplearon tablonces de madera para facilitar el paso de



los buggies por sobre las brechas del terreno y además para evitar los resaltos con la consecuente segregación del material. Finalmente el concreto era depositado sobre la excavación y regado con pala sobre la misma.



Foto 17. Vaciado del concreto de limpieza

Para garantizar el espesor requerido del solado, además de la uniformidad de éste, antes de la fundición se clavaron varillas sobre el terreno y se nivelaron con nivel de manguera, luego se paso un hilo sobre las marcas del nivel y se dejó allí durante la fundición, de manera que al regar el concreto se pasaba una guía sobre éste cuya marca debía coincidir con el hilo para garantizar que el espesor fuera el indicado.



Foto 18. Solado de vigas y zapata. Control del espesor requerido

Se presentaron algunos inconvenientes con la fundición de los solados debido a que el clima en esos días era muy lluvioso por lo que las brechas se inundaban, de manera que la Auxiliar debía estar pendiente para que la fundición no fuera a hacerse sobre las brechas enlagnadas y solicitar al Maestro la limpieza de las mismas antes de fundir para no llegar a rebajar la calidad del concreto.



Foto 19. Concreto de limpieza fraguado.

4.3 VIGAS DE CIMENTACIÓN

Consiste en la construcción de las vigas que enlazan las columnas a nivel del terreno y sirven para absorber los esfuerzos sísmicos. Se empleó para éstas concreto reforzado con resistencia a la compresión de 3.000PSI exigida en los cálculos estructurales.

Estas vigas de cimentación tenían refuerzo principal en hierro de $\frac{1}{2}$ " y flejes de $\frac{3}{8}$ " cada 20cm;⁴ la sección de las vigas de patio era de 20cm x 25cm y

⁴ Manual de calidad y especificaciones técnicas para la construcción de viviendas de interés prioritario en la urbanización San Jorge II Etapa.



las vigas del resto de la casa de 25cm x 35cm, cumpliendo así con los requisitos para cimientos exigidos por la NSR-98⁵.



Foto 20. Utilización de Icopor para la dilatación de vigas en muros dobles

Se dejaron juntas de construcción en las vigas de cimentación cada 3 casas, es decir cada 18m por tener cada casa una fachada de 6m de ancho, cumpliendo con lo exigido por la Norma NSR-98⁶ de una distancia entre juntas no mayor a 30m, además ésta norma exige una separación neta de la junta no inferior a 25mm, el espesor de las juntas instaladas fue de 2cm, de manera que se llegó a una compensación respecto a las distancias de las juntas de construcción, así que no se encuentra una falta a la Norma.

⁵ NSR-98 E.5.3. Cimientos en mallas de concreto reforzado: Dimensiones mínimas de la sección para elementos de cimentación en concreto reforzado y refuerzo mínimo.

⁶ NSR-98 E.5.6. Especificaciones especiales. E.5.6.1 Juntas



Para la instalación de las juntas se empleó icopor tal que permitiera mantener la dilatación en el proceso de fundición, previo al cual se dejaban debidamente instalados y anclados todos los elementos que debían quedar embebidos en el concreto, tales como la tubería eléctrica y bajantes sanitarios, además del hierro de las columnas.

Las formaletas de las vigas se hicieron en tabla burra de 30cm en lo posible lisas y limpias, se arriostraron con elementos de madera para garantizar una sección constante y además se anclaron o fijaron dentro de la brecha con madera y piedras para que al momento de fundir el concreto no las fuera a desplazar.



Foto 21. Fundición de vigas de cimentación. Vibrado



Las cimbras o guías para la ubicación de las vigas se hacía sobre el concreto de limpieza con mineral rojo y se verificó siempre antes de la fundición que tanto las formaletas como el hierro se encontraran en las coordenadas justas para no incurrir en errores de ahí en adelante como el traslado de ejes entre otros, esto se hizo midiendo todas las distancias entre ejes y formaletas de acuerdo a los planos y con aproximación al milímetro, el error máximo permitido era de 0,5cm. Cuando se hizo necesario se verificaba con hilo y plomada de punto para rectificar ejes y poder dar paso a la fundición.



Foto 22. Fundición de vigas de cimentación; vibrado y paso de niveles

En lo posible la fundición de estas vigas se hacía monolíticamente y en el caso en que no fuera posible se dejaba el corte transversal a 45° en los



tercios de la luz de la viga⁷. En las uniones de concreto viejo con concreto fresco se aplicaba una lechada de pasta de cemento para facilitar la adherencia de los dos y cuando era necesario fortalecer el pegue se aplicaba un aditivo tal como el Sikadur⁸. Se utilizó vibrador eléctrico para reducir las bolsas de aire en el interior del concreto, y además, para que fluyera y recubriera bien el acero de refuerzo, teniendo cuidado de no ir a segregar el concreto se dejaba el aparato un tiempo máximo de 5seg por vibrada.



Foto 23. Bajantes sanitarios, tubería eléctrica y castillos de columnas anclados en las vigas.

⁷ Normatividad sobre Juntas de Construcción. NSR-98 C.6.4-Juntas de Construcción

⁸ Sikadur-32Gel: Es un agente de unión epóxico, sin solventes, para la construcción. Su función es adherir hormigones o morteros ya endurecidos, con hormigón o mortero fresco en reparaciones de losa, continuación de hormigonado para evitar juntas de trabajo y uniones monolíticas en general.



Para garantizar la sección de la viga se siguió el mismo proceso que con el concreto de limpieza, pasando niveles sobre los hierros de las columnas con nivel de manguera, se dejaba a una altura determinada y sobre ellas se templaba un hilo, de manera que en el proceso de fundición se pasaba la guía sobre la viga y su marca coincidía con el hilo cuando la sección de la viga estaba correcta. Para el desencofre o retiro de formaletas se esperaba 24 horas a que el concreto estuviera totalmente endurecido. Todas estas labores debían ser plenamente supervisadas por la Pasante.



Foto 24. Retiro de formaletas y vigas de cimentación endurecidas.



4.4 MAMPOSTERÍA

La mampostería comprende la construcción de los muros desde el nivel de vigas de cimentación hasta el nivel de vigas de amarre o vigas de confinamiento

Se empleó ladrillo cerámico de arcilla, de perforación horizontal No.5 con cara lisa. Se levantaron muros de 2,15m de alto, haciendo coincidir sus ejes con los ejes de las vigas de cimentación, excepto en los casos de fachadas y culatas, donde se hacía coincidir la cara externa del bloque con el paramento.

Por tratarse de una construcción que se entregó con ladrillo a la vista, se tuvo especial cuidado con el proceso constructivo de los muros; en primer lugar, se exigió a la ladrillera el envío de bloques de primera calidad, sólidos, bien cocidos, de forma y dimensiones regulares, de color uniforme, textura compacta, exentos de terrones, rajaduras, hendiduras y otros defectos que pudieran afectar su aspecto, resistencia y durabilidad, los que no cumplieron con estos requisitos fueron rechazados.

Se elaboraron permanentemente revisiones de la mampostería, los muros debían ser levantados a hilo, con plomada y codal, bien trabados, los pegues debían ser uniformes, de aproximadamente 2,0cm e igualmente los fragües, que debían quedar bien repartidos, uniformes y de un tamaño no mayor a 2,5cm.

Se empleó para los pegues mortero de dosificación 1:3 en volumen, se procuró modular siempre los muros con las dimensiones del bloque, sobre todo en casos de vanos de ventanas y puertas.



Foto 25. Muros en ladrillo hueco No.5, en perfecta traba



Foto 26. Eje longitudinal de las casas. Espesores de mortero uniformes.



Inmediatamente levantados los muros se debían limpiar las rebabas y los residuos del mortero para que quedaran limpios. Debido a que el bloque por su fabricación no era totalmente uniforme, se levantaron los muros por un solo lado que debía ser el que cumpliera con el codal. La Interventoría no recibió muros con más de 1,0cm de desplome y los que no estaban a codal por ninguna de las caras.



Foto 27. Verificación de plomada en la mampostería.



Foto 28. Muros dobles dilatados.



Foto 29. Vista general de la Manzana 5 con construcción a nivel de mampostería.



En pocas ocasiones en las que los muros quedaron con un desplome menor a 1,5cm se emplearon gatos hidráulicos en el momento de fundir las columnas de confinamiento, para forzar al muro a quedar en la posición ideal, es decir, sin desplome, sin embargo se prestó atención a no llegar a partir el muro por la presión ejercida; aunque este procedimiento no se debe practicar, se hizo con pleno conocimiento y autorización de la Interventoría.



Foto 30. Muro con desplome de 1,5cm corregido con la ayuda del gato hidráulico.

Durante esta etapa de la construcción que fue una de las más largas se presentaron muchos inconvenientes por muros desplomados, pegues irregulares, muros tumbados por el viento, mamposteros que no respetaban ejes y/o secciones de las columnas, muros manchados con mortero, entre otras irregularidades, por lo que se recurrió a la elaboración de un formato en



el que se registró la revisión y aceptación de cada muro en cada casa, teniendo en cuenta cada una de las exigencias sobre los muros mencionadas anteriormente.

Se presentaron también inconvenientes posteriormente en la mampostería cuando se empezaron a realizar las instalaciones eléctricas puesto que el personal encargado de ello a pesar de las recomendaciones iniciales no tenían la suficiente precaución que se necesita al construir con ladrillo a la vista, por tanto se debió hacer un fuerte llamado de atención con las respectivas recomendaciones.



Foto 31. Vista superior de las viviendas a nivel de mampostería y columnas de confinamiento



4.5 INSTALACIONES SANITARIAS - CAJAS DE INSPECCIÓN

Se construyeron en cada casa 2 cajas de inspección para la recolección de aguas de la red hidrosanitaria; la primera se ubicó en el baño, sus dimensiones fueron de 40cm x 40cm (medidas internamente) y profundidad suficiente para desarrollar la pendiente necesaria de los bajantes de agua del lavamanos, sanitario y ducha; ésta caja descargaba en una segunda caja de inspección ubicada en la cocina con dimensiones de 50cm x 50cm, aquí concurrían además las aguas negras procedentes de los bajantes del lavaplatos, el lavadero y sifón de la cocina; finalmente esta caja descargaba en una caja de inspección de 80cm x 80cm ubicada fuera de la casa; estas casas ya se encontraban construidas y por tanto no fueron parte del contrato.



Foto 32. Formaleta para Caja de Inspección de 40 x 40 cm. Ubicada en el baño



Para la construcción de las cajas de inspección se cubría el fondo de la excavación debidamente compactado con una base de concreto simple de 2.000PSI de 10cm de espesor, posteriormente y cuando el concreto había endurecido se instalaba una formaleta en madera para construir las paredes internas de la caja en concreto simple de 2.500PSI, también con espesor de 10cm. En el momento de fundir, el concreto se depositaba por la parte externa de la formaleta quedando embebido entre ésta y la pared de la excavación, esto permitía que la cara interna de la caja fuera relativamente lisa y vertical.



Foto 33. Formaleta para Caja de Inspección de 50 x50 cm. Ubicada en la cocina

Sobre la base de la cámara, se elaboraron en concreto simple afinado con llana metálica, las bateas o cañuelas en la dirección del flujo con pendiente suficiente para evacuar el agua y no permitir que ésta se devuelva.



Foto 35. Cañuelas para evacuación de aguas sanitarias.

Las cajas de inspección fueron provistas de tapas en concreto armado de 2.500PSI, de espesor 7cm y con refuerzo de 1/4" cada 15cm en ambas direcciones. El cierre de las cajas se hizo luego de revisarlas y de ser recibidas por la Interventoría, de tal manera se sellaron las cajas con pasta de cemento, para que fuese hermético y evitar el paso de gases u olores a la superficie.



Foto 34. Fundición de tapas reforzadas para las cajas de inspección.

Se empleó tubería sanitaria PAVCO de diámetros 2", 3" y 4" para la instalación de la red hidrosanitaria, dependiendo de su función, se empleó también tubería para aguas lluvias PAVCO de 3"⁹. Por exigencia de la Interventoría nunca se llevó a cabo el calentamiento de tuberías para facilitar sus empalmes, de manera que las uniones fueron selladas con limpiador y soldadura especial para PVC.

Los extremos de los tubos debían permanecer bien tapados para evitar la entrada de elementos extraños. Concluida la inspección de la tubería por

⁹ Exigencias del manual de calidad y especificaciones técnicas para la construcción de viviendas de interés prioritario en la urbanización San Jorge II Etapa, respecto a la tubería a emplear.



parte de la Interventoría, se podía hacer el relleno con material procedente de la excavación para proceder a nivelar los pisos.



Foto 36. Excavación para lanzar tuberías sanitarias.

4.6 COLUMNAS DE CONFINAMIENTO

Se construyeron columnas de confinamiento en concreto reforzado con sección transversal de 12cm x 20cm, éstas fueron fundidas in situ, de acuerdo a las especificaciones de concretos estructurales, con concreto reforzado con resistencia a la compresión de 3.000PSI y refuerzo principal conformado por 4 varillas de 1/2" amarradas con flejes de 3/8" cada 20cm.¹⁰

¹⁰ Requisitos para la construcción de columnas de confinamiento en casas de uno y dos pisos: NSR-98 E.3.3 Columnas de confinamiento



Se empleó formaletería de madera conformada básicamente por polines y tabla burra de 30cm fijados con tornillos de 1/4" en pases de manguera, y/o amarres con tortones en alambre dulce y se aplicó una capa interna de ACPM para facilitar el desencofrado.



Foto 37. Fundición de columnas

Para la fundición de las columnas se solicitó a la planta de concreto suministrar un material de alta manejabilidad, puesto que por ser éstas de tan pequeña sección, el concreto necesitaba ser muy fluido para poder rellenar completamente la columna; se verificaba que arrojara un Slump de aproximadamente 6" y en muchos casos se aplicó aditivo fluidificante a la mezcla. Además en obra no se contaba con vibrador de aguja, por lo que se debía golpear la formaleta con martillo de caucho y forzar a fluir el concreto



chuzando con una varilla para evitar trozaduras en la sección de las columnas y hormigueros, que de todas formas se hicieron presentes.



Foto 38. Columnas desencofradas



Foto 39. Columna recién desencofrada, con porosidades



Se revisó siempre, antes de fundir, que el refuerzo transversal de las columnas estuviera bien amarrado a las 4 varillas del refuerzo longitudinal, con las dimensiones y espaciamientos requeridos por las especificaciones y además, que el refuerzo longitudinal se prolongara lo suficiente en la parte superior para poder realizar los respectivos anclajes con ganchos a las vigas de amarre.

En todo caso las columnas fueron fundidas luego de haber sido levantada la mampostería, de manera que los extremos de los muros delimitaban parte de su sección y solo era necesario emplear dos tapas de formaleta de madera para completarla, de ésta forma las columnas quedaron haciendo contacto directo con los muros confinándolos.



Foto 40. Columnas maquilladas



Debido a que el concreto debía quedar a la vista se presentaron problemas puesto que a medida que la formaleta envejecía la textura de las columnas se hacía menos favorable por lo que se debió resanar o maquillar luego de ser haberlas desformaleteado. Luego de terminar cada fundición se hizo necesario limpiar la rebaba que quedaba entre la formaleta y el muro para evitar manchar el ladrillo. Cuando la textura de la columna presentaba huecos se aplicaba aditivo Sikadur para pegar concreto viejo con concreto nuevo y se rellenaba; cuando la columna quedaba trozada, es decir, que los huecos traspasaban la columna de lado a lado se hizo necesario demolerla.

Las columnas de confinamiento también fueron seguidas con pruebas de resistencia a la compresión mediante la toma de cilindros.

4.7 VIGAS DE AMARRE Y VIGA CANAL

Se construyeron vigas de amarre en concreto reforzado de 3.000PSI, premezclado, con refuerzo principal en hierro de $\frac{1}{2}$ " y refuerzo transversal en hierro de $\frac{3}{8}$ " cada 20cm. La sección de la viga trabajando a flexión tenía dimensiones de 20cm x 12cm.

Se formaletearon con tabla burra de 30cm y polines. Se amarraron con tornillos fijadores de $\frac{1}{4}$ " cuyos pases se hicieron con manguera de $\frac{3}{8}$ " transparente, igual que para las columnas y en casos de muros dobles o donde fué necesario se emplearon tortones de alambre para fijar aun mejor la formaleta; se empleó ACPM para facilitar el posterior desencofrado de las estructuras.



Foto 41. Acero de refuerzo de las vigas de amarre



Foto 42. Vigas de amarre formateadas, previo a la fundición



Antes de fundir se revisaron las medidas de las caras internas y la correcta colocación del acero de refuerzo tanto longitudinal como transversal, sus amarres y sus medidas, además se revisó que los ganchos de anclaje estuvieran bien ubicados y que los traslapes tuvieran la longitud de desarrollo suficiente. Se verificó que durante la fundición las vigas quedarán con el peralte requerido. La formaleta y los tensores fueron retirados siempre al día siguiente de la fundición,¹¹ con la respectiva autorización de la Interventoría. Para mantener las dilataciones de las juntas de construcción proyectadas desde la cimentación se emplearon láminas de icopor de 1,0cm, dobles, para garantizar una dilatación de 2,0cm.

Respecto a este ítem se presentaron problemas porque la formaleta se iba deformando con el uso y no daba un buen terminado a las vigas, las cuales, según las especificaciones técnicas debían entregarse con concreto a la vista igual que todos los elementos estructurales de las casas, por este motivo se prestó mucha atención al momento de retirar las formaletas para resanar las vigas porosas y dar un buen terminado a las mismas.



Foto 43. Vista superior, vigas de amarre

¹¹ Proceso constructivo de vigas en concreto reforzado; Programa de Cosntrucción I, Luis F. Polanco.



Eran de especial cuidado las vigas de los dinteles, sobre todo, el de la entrada principal que debía quedar completamente a eje con el muro y el dintel de la cocina que por su longitud de 3,0m tendía a pandearse en el centro, se debían gatear previo a la fundición, además de los refuerzos adicionales que llevaba ésta que consistían en una varilla de 3/8" de 1,8m en la parte inferior para soportar el esfuerzo máximo de flexión en el centro de la luz de la viga y varillas de 1,0m en los apoyos de la viga en la parte superior de la misma para soportar los esfuerzos negativos.



Foto 44. Vista general, vigas de amarre

La fundición de las vigas de amarre de cada casa se hizo en forma monolítica con su respectiva viga canal. Según las especificaciones del diseño, el concreto de las vigas canales debía ser de 2.500PSI, pero para favorecer el proceso de fundición monolítica exigido por Interventoría, se fundieron también vigas canales en concreto reforzado de 3.000 PSI.



Foto 45. Acero de refuerzo de la viga canal.



Foto 46. Formaleta para viga canal; fundición de la misma



Las vigas canales autosoportantes se construyeron en concreto reforzado con hierro de $\frac{1}{2}$ " y $\frac{1}{4}$ ", de la siguiente manera: se instaló sobre el muro de fachada una vigueta con 2 varillas de $\frac{1}{2}$ " en la sección a tracción y 2 varillas de $\frac{1}{4}$ " en la sección a compresión; para el refuerzo principal de la viga canal se contó además con 3 varillas de $\frac{1}{4}$ " dispuestas longitudinalmente, paralelas a la vigueta y amarradas a ésta por unos ganchos en hierro de $\frac{3}{8}$ " cada 15cm con prolongaciones de 47cm en la base.

Se utilizaron formaletas en madera para las vigas canales; un juego de dos camillas, soportadas por un par de cerchas y éstas a la vez por un par de gatos hidráulicos cada una, amarrados con tijeras para asegurar los gatos o tacos y no permitir el desplazamiento de la formaleta en ningún sentido.



Foto 47. Vigas canales fundidas monolíticamente con las vigas de amarre



Foto 48. Viga canal terminada con capa de Igol Denso

La superficie inferior de la viga canal se hizo afinada en fresco, con una especie de cañuela con pendiente transversal hacia el desagüe, que terminaba con una gárgola de concreto simple hacia la fachada de la casa; se revistieron las caras internas de la viga canal con mortero 1:3 impermeabilizado integralmente con Master1¹² y terminada con Igol Denso¹³ a tres manos, para evitar en todo caso las filtraciones.

¹² Master1: Es un hidrófugo químico inorgánico de fraguado normal. Se añade a los morteros de cemento empleados para revocos hidrófugos en toda clase de impermeabilizaciones.

¹³ Igol Denso: es una solución de asfaltos refinados reforzada con elastómeros, adhesivos y compuestos plastificantes, resistente al vapor. Utilizado para crear una barrera impermeable inclusive al vapor del agua



4.8 MUROS DE SOBREELEVACIÓN

Los muros de sobreelevación o áticos se construyeron sobre la estructura de las vigas canales, con las dimensiones especificadas en los planos para dar un remate a la fachada de las casas. Se elaboraron en ladrillo tolete común asentado en pandereta (e=7cm).



Foto 49. Construcción de un muro de sobreelevación.

Los ladrillos se pegaron con mortero dosificado en proporción 1:4 por hiladas horizontales conservando la verticalidad del muro mediante plomada y nivel.

Se hicieron pegues y fragües de 1cm de espesor, uniformes, para conservar niveladas las hiladas.

Para dar el acabado semicircular a los muros de sobreelevación se



elaboraron guías con retal de tubería calentada o en otros casos con láminas de icopor y se hicieron los respectivos cortes al ladrillo.

Se inspeccionó que el ladrillo quedara en perfecta traba y que se hubiese además retirado la rebaba antes de endurecer el mortero.



Foto 50. Geometría de los muros de sobreelevación.

Finalmente, estos muros eran pañetados por sus dos caras, de las cuales, la interna era impermeabilizada con Master1.



Foto 51. Pañete para los muros de sobreelevación.

4.9 VENTANAS EN CALADO

Para las ventanas internas de la casa, tales como la de cocina y la de baño se emplearon muros en calados de cemento de 4 claraboyas con dimensiones de 20cm de ancho x 40cm de largo x 10cm de espesor, en vanos de 1,25m x 1,4m para la cocina y vanos de 40cm x 65cm para los baños; estos también debían quedar perfectamente plomados y a cordal con la cara del muro que daba hacia la cocina y el baño respectivamente.

El pegue se hizo con el mismo mortero de dosificación 1:3 con que se pegaron los muros y con un espesor de 1,5cm aproximadamente.

Dado a que el espesor de los muros en calado era de 10 cm y el espesor del



resto de la mampostería de 12cm, se dejaron los boquetes hacia la cara del patio y luego eran rematados perimetralmente con el mismo mortero de pegue para suavizar el acabado.

Se debió tener mucho cuidado con el almacenamiento y utilización de estos calados puesto que al ser de un material tan frágil se podía generar mucho desperdicio, superior al estimado.



Foto 52. Muros en calado, para ventana de cocina



Foto 53. Ventana en calado y mesón de la cocina.

4.10 CUCHILLAS

Se refieren las cuchillas a la mampostería que se levantó por encima del nivel de las vigas de amarre, con las dimensiones especificadas en los planos, generando la pendiente necesaria para la instalación de la cubierta.

Los cortes necesarios para generar la geometría de las cuchillas de todas las casas se hicieron en el sitio dispuesto exclusivamente para éste fin en la cortadora y no fueron hechos individualmente por cada mampostero, para agilizar el avance de obra.

La cuchillas se elaboraron también en ladrillo hueco N°5 con las mismas especificaciones que el ladrillo para el resto de la mampostería, limpios, libres de fisuras, hendiduras, de color uniforme y de primera calidad.



Foto 54. Levante de muros de cuchillas



Foto 55. Guías para los niveles de cuchillas



Durante la construcción de las cuchillas se iban dejando embebidos los elementos para las instalaciones eléctricas tales como la tubería conduit¹⁴ y se revisó dejar los espacios suficientes para garantizar la sección de las columnetas de amarre de ésta mampostería.



Foto 56. Construcción de cuchillas sobre las culatas

Se presentaron inconvenientes por la calidad del ladrillo que empezó a llegar de menor calidad, por lo que se vio la necesidad de llamar al proveedor para mejorar este aspecto; además, era exigencia de la Interventoría que estas cuchillas quedaran perfectamente a cordal, plomo e hilo con la mampostería que se encontraba bajo las vigas aéreas, con estas mismas y con las columnas; se debieron corregir varias fallas en este aspecto, demoliendo

¹⁴ Tubería Conduit: Es tubería en PVC, recomendada para las instalaciones eléctricas en toda construcción, puesto que además de ser un excelente aislante eléctrico, es autoextinguible, es decir, no arde sin la presencia de una flama. Véase <http://www.grupovalro.com.mx/ficha-conduit-rev1.pdf>



muros o cambiando caras de ladrillo para que pudiesen dar el codal y de esta manera ser recibidas por la Interventoria.



Foto 57. Cuchillas laterales y posteriores de las viviendas

4.11 COLUMNETAS

Se construyeron las columnetas como una prolongación de las columnas por encima de las vigas aéreas para confinar la mampostería de las cuchillas y además servir como apoyo a las cintas de amarre o vigas cinta. Consistían en tramos de columna de diferentes alturas, dependiendo de su ubicación respecto a las cuchillas; con la misma sección transversal de las columnas de 12cm x 20cm; fundidas en concreto armado de 3.000 PSI, con refuerzo principal en varilla de 3/8" y refuerzo transversal en flejes de 1/4" cada 20cm.



Las columnetas fueron formaleteadas también con pedazos de tabla burra de 30cm, amarradas con tornillos de 1/4" y pases con manguera transparente de 3/8". Se verificaron las medidas de las caras internas de la formaleta antes de la fundición, cuyo proceso se llevó a cabo de la misma manera que con las columnas de confinamiento especificado anteriormente. Dado a que el cubicaje de concreto para esta actividad era muy pequeño, fue necesario acumular las fundiciones de 3 casas por 3 manzanas para hacer el pedido mínimo de concreto a la planta.



Foto 58. Formaletas de las columnetas



Foto 59. Fundición de columnetas

4.12 VIGA CINTA Y CORREAS

Las vigas cinta consistían en unas pequeñas viguetas como remate de muro, para amarrar las cuchillas orientadas longitudinalmente sobre los ejes 1, 3 y 5 del plano arquitectónico de las viviendas y además para soportar las correas o perfiles sobre las que se aseguraría la cubierta.

Estas vigas se elaboraron y fundieron in situ, con concreto reforzado de 3.000PSI, refuerzo principal de 2 varillas de 3/8" y flejes en "S" con hierro de 1/4" cada 15cm; con una sección transversal de 12cm x 12cm¹⁵.

¹⁵ La NSR-98 define las cintas de amarre, su función y refuerzo requerido en el numeral E.3.5.



Se formaletearon con tabla burra de 20cm, pases en manguera de 3/8" y tornillos fijadores. Dentro de estas cintas de amarre se iban dejando embebidos los perfiles metálicos para la instalación de la cubierta, según la distancia especificada en los planos. Además se tenía cuidado de que a través de ellas fueran pasando los tubos eléctricos necesarios para la acometida telefónica y el cable de televisión.



Foto 60. Formaletas para viga cinta

Los perfiles o correas metálicas tenían una longitud de 6,0m quedando justos para el ancho de la casa, cuyas fachadas son de la misma magnitud: 6,0m; únicamente se hacía necesario cortar perfiles a la mitad, para el que iba ubicado contiguo a la viga canal, puesto que el diseño arquitectónico así lo especificaba; fueron terminados con pintura anticorrosiva verde a base de cromo.



Foto 62. Refuerzo de la viga cinta



Foto 61. Vista general, vigas cinta fundidas en Manzana 3.



4.13 PAÑETES

Se aplicaron pañetes en fachadas, culatas, duchas y exterior de viga canal. Los muros interiores no se pañetaron, se terminaron con ladrillo a la vista.

Los muros de fachada y culata fueron revestidos con una capa de mortero de cemento y arena lavada de río, en proporción 1:4, de grano relativamente fino, sin impermeabilizante, a diferencia del pañete para duchas e interiores de viga canal al cual se le añadió Master1, a razón de 0.18Kg por metro cuadrado de pañete para impermeabilizar.



Foto 63. Pañete impermeabilizado de duchas

El proceso constructivo del pañete fue de tal manera que primero se humedecían los muros para que el ladrillo no fuera a absorber el agua y deshidratar el mortero, enseguida se plomaban los muros para ver la línea



guía del pañete y se proseguía a hacer el “champeado”¹⁶ con mortero bien fluido, en una capa de 1,5cm aprox.; finalmente se aplicó una capa de mortero apenas humedecido para poder dar el espesor y el acabado final al pañete el cual se hizo con llana de madera para dejar una textura ideal para la aplicación posterior del graniplast.



Foto 64. Ducha pañetada

El espesor de los pañetes fue generalmente de 3,0cm.

¹⁶ Champeado: aplicación del mortero fluido lanzándolo con fuerza para que se adhiera a la superficie



Foto 65. Pañete de fachadas



Foto 66. Pañete de fachadas



Foto 67. Pañete de culatas



Foto 68. Fachadas pañetadas, Manzana 6.



Se elaboraron dilataciones en fachada y culata, justo donde estaban ubicadas las columnas y vigas aéreas; Las dilataciones fueron de 1,5cm de anchas por una profundidad de 2cm y seguían las dimensiones o distancias que tenían los elementos estructurales mencionados, guardando rectitud y ancho uniforme. Los pañetes se recibieron con plomada y codal.

Terminado el pañete se procedió a dejar las carteras listas para la instalación de las ventanas cuyas dimensiones tanto para la sala, como la habitación principal fueron de 1,40m x 1,25m. Se presentaron en algunas ocasiones problemas con el curado de las carteras, puesto que en muchas ocasiones no se hizo y terminó quemándose el mortero, de manera que tocó tumbarlo y volver a pañetar.



Foto 69. Elaboración de carteras de ventanas



4.14 CUBIERTA

El trabajo de las cubiertas consistió en la instalación de tejas de asbesto cemento Ondulada Perfil 7, soportadas sobre correas metálicas distanciadas según especificaciones en los planos, a un ángulo de inclinación mínimo recomendado por el fabricante de 15°.

Se emplearon en cada casa:

Teja Nº	Cantidad	Longitud (m)	Ancho (m)	Área útil (m)
4	4	1,22	0,92	0,94
6	14	1,83	0,92	1,47
8	7	2,44	0,92	2

La colocación de las tejas se realizó de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, en este caso, Tejas Eternit, cuyo personal estuvo en obra capacitando a los trabajadores que se encargaron de la instalación de las mismas; sus instrucciones fueron iniciar la colocación de la teja en el sentido contrario de los vientos predominantes de la región, comenzando de abajo hacia arriba y por las tejas de mayor longitud.

Para ajustar mejor las tejas y que no quedaran levantadas en los traslapes por la superposición de espesores, se despuntaron las esquinas encontradas de las dos tejas centrales.¹⁷ En los extremos se dejó siempre la ondulación de la teja hacia abajo para escurrir el agua. El encorizado de cubierta que consistía en el relleno de las ondulaciones de las tejas por su cara inferior en su punto de apoyo con los muros se hizo utilizando mortero 1:4.

¹⁷ Proceso constructivo para instalación de cubiertas, según Eternit. Véase “Manual de Instalación de cubiertas, Teja Ondulada Perfil 7” de ETERNIT.



Foto 70. Instalación de cubiertas



Foto 71. Instalación de cubiertas



Para que las tejas no se deslizaran se fijaron con ganchos y tornillos autopercutoras en las ondas bajas, adheridos al perfil metálico y en las ondas altas se emplearon amarres con alambre galvanizado fijados con puntillas de acero a las vigas de amarre.

Finalmente se instalaron los caballetes en la cumbre de las cuchillas en el lugar donde cambiaba de pendiente la cubierta; estos se fijaron con amarres de alambre colocados sobre las ondas altas.



Foto 72. Fijación de la cubierta a los perfiles metálicos por medio de ganchos



Foto 73. Fijación de la cubierta a la fachada por medio de amarres



Foto 74. Vista general de cubiertas en Manzana 6.



Se elaboraron en los extremos de cada fachada una especie de pisatechos, o estructuras en concreto simple de 2.000 PSI para dar un terminado lateral a la cubierta y evitar que el viento la levante.



Foto 76. Construcción e impermeabilización de pisatechos

En los sitios donde la teja concurría directamente a los muros, como en los cambios de nivel y en los pisatechos se colocaron flanches en Manto Edil¹⁸ tipo Zetal para evitar que el agua de lluvia se filtre por estas zonas.

¹⁸ El Manto Edil es un Manto Poliéster elaborado a base de asfalto de penetración y reforzado con fibra de vidrio que se emplea para la impermeabilización general de techos de bajo perfil de movimiento, donde la economía es factor importante.



Foto 77. Pisatechos terminado

Para la instalación del flanche en primer lugar se detalló con pañete el pegue de la teja contra el muro de tal manera que quedara una superficie homogénea, esto se hizo regateando los muros y aplicando una capa gruesa de mortero 1:3, dejando una pendiente necesaria y una superficie lisa y homogénea que permitiera pegar sobre ella el manto Edil. Sobre el mortero se aplicó una mano de Igol Denso para impermeabilizar y finalmente se instaló el Manto Edil al calor utilizando una especie de soplete.



Foto 78. Impermeabilización en cambios de nivel



Foto 79. Manto Edil instalado y terminado en los cambios de nivel



4.15 PLACA TANQUE

Para la instalación de los tanques de almacenamiento de agua potable, se construyó en cada casa una placa tanque en concreto reforzado de 3.000PSI, con una altura total de 3,90m y cuyo proceso constructivo se inició desde la construcción de una zapata.

La zapata para tanque se construyó sobre el concreto de limpieza, con un área de 90cm x 90cm, fundida con 10cm de espesor por debajo de las vigas de cimentación y en forma monolítica con éstas, refuerzo principal en hierro de $\frac{1}{2}$ " cada 15cm en los dos sentidos principales y concreto de resistencia 3000PSI.

Se continuó con la construcción de una columna para tanque, también en concreto reforzado de la misma resistencia, con refuerzo principal en hierro de $\frac{1}{2}$ ", un total de 8 varillas longitudinalmente y flejes dobles cada 15cm en hierro de $\frac{3}{8}$ ", amarrando 4 varillas cada uno; la sección de las columnas se hizo en forma de cruz, de 30cm x 30cm, para aportar mayor inercia al conjunto. Esta columna se elevó hasta 50cm por encima del nivel de la cubierta y sobre ella se construyó la placa soporte para los tanques.

La placa tanque en concreto armado se reforzó con una parrilla de hierro de $\frac{3}{8}$ " cada 15cm, sobre la cual se amarraban 3 varillas de $\frac{1}{2}$ " de longitud 1,2m en cada dirección principal; esta parrilla iba soportada en los 8 pelos de 1,0m de largo que sobresalían de la columna y que se doblaban al nivel de la placa; La geometría trapezoidal de la placa favorecía la resistencia a los esfuerzos cortantes sobre el apoyo, en éste caso la columna, puesto que en este punto el espesor de la placa era de 25cm y en los extremos de 10cm.



Foto 80. Refuerzo de la Placa Tanque



Foto 81. Formaleta para Placa Tanque



La mayoría de las veces se empleó aditivo Sika Viscocrete¹⁹ para garantizar la resistencia y manejabilidad del concreto, además de acelerar su fraguado y poder desencofrar en menor tiempo la estructura, para agilizar el avance de obra. La tubería de presión que conectaba al tanque se subió la mayoría de las veces por los muros quedando embebida en la placa mas no en la columna, para el evento de que en algún momento de su vida útil debiera ser revisada o cambiada no fuese necesario demoler la columna para encontrarla.



Foto 82. Fundición de Placa Tanque

¹⁹ Sika Viscocrete: Aditivo líquido reductor de agua de alto rango y superplastificante de alto desempeño para concreto. Véase <http://www.sika.com.co> Sika Viscocrete 20 HE



Foto 83. Detalle de columna, Placa Tanque fundida.



Foto 84. Placa Tanque en servicio. Detalle del flanche en la columna



Los tanques fueron instalados luego de realizar las pruebas de presión con manómetros en la red local de las casas; éstas pruebas se hicieron aleatorias y no se aplicaron en todas las casas. Finalmente se impermeabilizó el contacto entre la columna tanque y la cubierta con un sello en manto edil, aplicado con Igol Denso y con soplete

4.16 RED PRESIÓN

La instalación de la red presión consistió en la longitud de tubería comprendida entre el contador subterráneo en las acometidas y los tanques elevados y de éstos a los puntos hidráulicos.

Para la red suministro de agua potable, cumpliendo con las especificaciones del contratista que exigía tubería certificada con RDE 13.5; se instaló tubería en PVC, PAVCO Y CELTA con RDE 11 y 13.5, en diámetros de $\frac{1}{2}$ " y $\frac{3}{4}$ ". La acometida se hizo en tubería de $\frac{1}{2}$ " subiendo hasta el tanque y derivando hacia el lavadero directamente de la calle con tubería de la misma dimensión. Se instalaron los tanques plásticos elevados, marca Eternit con capacidad de almacenamiento de 500Litros, sobre las respectivas placas para tanque, con sus accesorios internos, como la bomba, el flanche y la respectiva tapa.

Se instalaron en los tanques un paso en By-Pass y una válvula Cheque de cortina, para que en el efecto de que lleno el tanque, el agua de la calle circulara directamente sin entrar al tanque y con la presión de posición del mismo. La válvula Cheque permitió que el agua no se devolviera en dirección al tanque. Se dejó además una extensión de tubo para el desfogue, es decir, para que a partir de allí el agua circulara por la presión atmosférica. La salida del agua del tanque en dirección de la red interna de presión de la casa, se



hizo en tubería de $\frac{3}{4}$ ", hasta el nivel del piso rústico, es decir, por debajo de la placa de contrapiso, donde se instaló una reducción de $\frac{3}{4}$ " a $\frac{1}{2}$ " para continuar repartiendo con éste diámetro a los puntos o salidas hidráulicas.



Foto 85. Detalle del By-Pass, Válvula Cheque y tubería de desfogue

Se instalaron un total de 5 salidas hidráulicas de $\frac{1}{2}$ " por casa; éstas fueron para lavamanos, lavaplatos, lavadero, ducha y sanitario, Se utilizaron accesorios en PVC del mismo calibre, como tés, codos, adaptadores macho y hembra, bujes o reducciones y llave de bola o llave para paso. Para los casos de ducha, lavadero y lavaplatos se emplearon codos HG y niples galvanizados para hacer estos tramos de tubería más resistentes.



Foto 86. Red presión interna,
área de baño



Foto 87. Punto hidráulico
para lavadero



Como ya se especificó, se realizaron pruebas hidráulicas de presión en un porcentaje de las casas, mas no en todas, para favorecer el avance de la obra. De todas maneras, el chequeo se hizo en la totalidad de las casas conectando directamente a la presión de la calle antes de fundir los pisos, para observar las fugas o posibles daños que debían ser corregidos de inmediato.



Foto 88. Prueba hidráulica de presión



4.17 LAVADEROS

Se instalaron en cada casa albercas prefabricadas en concreto de 2.500PSI, esmaltadas interior y exteriormente, con sus respectivos lavaderos terminados con una superficie rugosa; Las medidas de cada alberca fueron: 90cm de alto por 60cm de ancho y 80cm de largo, 40cm de lavadero y 40cm para la boca de la poseta. En su interior se instalaron válvulas de fondo en bronce de 2" de diámetro para el desagüe y lavado de la alberca.



Foto 89. Fundición de placa para lavadero

Antes de ser instalada la alberca se elaboró en su respectivo sitio una pequeña placa de 8cm de espesor, en concreto simple de 2.000PSI, de 90cm x 110cm sobre la cual se instalaría cada lavadero, de tal manera que



sobresaliera un área de 90cm x 30cm para permitir una mayor comodidad al usuario del lavadero. Estas placas fueron formaleteadas con madera y antes de que el concreto fraguara, se les hizo una poseta cuadrada con una especie de cañuela, dándole un pendienteado perimetral al sifón de la alberca para que el agua bajante del lavadero se dirigiera directamente al desagüe sanitario.

Se taponaron las juntas entre el muro y la alberca, al contorno y en la parte inferior entre la placa y la alberca con mortero 1:3, con el fin de evitar filtraciones y humedades posteriores en los muros.



Foto 90. Lavadero instalado



Previo a la instalación de los lavaderos, se verificó casa por casa que la tubería de desagüe estuviera bien instalada, libre de obstrucciones y evacuara directamente a la caja de inspección correspondiente, para no tener problemas posteriores por el taponamiento de la tubería.

Se instaló una llave terminal de 1/2" en bronce, con rosca para conexión de manguera, cuya función es el suministro de agua para el tanque del lavadero. Se conectó al muro mediante codo galvanizado de 1/2" y un niple galvanizado de 7cm de longitud.

4.18 VENTANAS Y PUERTAS

Las ventanas instaladas en las casas fueron en aluminio de aspecto natural y vidrio nacional de espesor 3mm, con un cuerpo de corredera sobre el mismo marco y un botón o elemento de seguridad por la cara interna. Se instalaron las ventanas en los vanos terminados con carteras en mortero 1:3 con un área de 1,25m de alto por 1,40m de ancho. Por cada casa se instalaron dos ventanas de las mismas dimensiones, ambas en la fachada, una en el vano de la sala y la otra en el de la alcoba principal. Se debía tener en todo momento cuidado para que los pañetadores o los pintores no las mancharan en el transcurso de sus actividades.

Durante la instalación de las ventanas se presentaron inconvenientes con la instalación de los marcos puesto que los vanos no quedaban con las medidas exactas, suficientes para que éstos entraran, o algunas veces no quedaban a escuadra, de manera que para dar solución a esto, se mando a hacer un marco metálico patrón con que se recibió cada vano antes de ordenar la instalación de las ventanas.



Foto 91. Instalación de ventanas



Foto 92. Ventanas instaladas en la fachada



Las puertas principales instaladas se elaboraron en lámina metálica y se protegieron con pintura anticorrosiva. Sus dimensiones fueron 2,10m de alto por 1,0m de ancho. Las hojas fueron elaboradas en lámina de acero figurada, tipo Cold Roll, laminada en frío calibre N°18, con espesor de 40mm y marcos hechos en lámina doblada Calibre N°18, del mismo espesor de la hoja, con refuerzos en los sitios donde se instalaron las bisagras y las cerraduras, cada una contaba con dos bisagras y con pernos de 3½".²⁰



Foto 93. Instalación de puerta principal

²⁰ Manual de calidad y especificaciones técnicas para la construcción de viviendas de interés prioritario en la urbanización San Jorge II Etapa. Instalación de puertas y ventanas.



Las puerta-reja, o puertas de patio instaladas se componían de un marco metálico lateral en ángulo de $1\frac{1}{2}$ " x $1\frac{1}{2}$ " anclados a la mampostería y una hoja enmarcada en ángulo de $1\frac{1}{2}$ " x $1\frac{1}{2}$ " que llevaba reja tipo bancario en tubo cuadrado de $\frac{1}{2}$ ". Contaban con pasador y fallebas e iban pintadas en anticorrosivo. Se instalaron puertas de 2.15m de alto por 0,8m de ancho.



Foto 94. Puerta-reja instalada

La instalación de todas las puertas se hizo ubicando primero los marcos en su sitio, de manera que quedaran plomados y a hilo con el pañete, luego se aseguraron con tacos de madera para que no se fueran a desplazar y posteriormente eran cargados con pasta de cemento para fijarlos al muro. Finalmente solo quedaba ensamblar las hojas.



4.19 PISOS

Se construyeron placas de contrapiso en concreto simple de 2.500PSI de 7cm de espesor, para el área interna de la casa, que constituía un área aproximada de 32m²; es decir, se entregó con pisos el área de la cocina, baño, sala y habitación principal en el caso de las viviendas Tipo I y en las casas Tipo II se fundió además el piso de la alcoba adicional.

El proceso constructivo de estas placas de contrapiso se inició con la limpieza del terreno, se hizo necesario hacer cortes de material para dejar el alistado al nivel requerido. Se verificó siempre que el suelo de fundación estuviera bien compactado, para esto se emplearon pisonos y ranas vibratorias, además, que estuviera libre de materia orgánica, gravas naturales o material suelto resultante de trituración o escombros.

Se presentaron inconvenientes sobre todo para los alistados de las casas de la Manzana 6, en un principio se observó mucha humedad por lo que se dio espera para observar si el nivel freático disminuía y el suelo empezaba a secar puesto que en los días previos se habían presentado bastantes lloviznas, en vista de que no fue así y que el material se secó un poco pero no del todo, se hizo necesario solicitar unos viajes de recebo para hacer los reemplazos del suelo de fundación; se excavaron aproximadamente 40cm y se compactó con el material recién traído; de ésta forma se pudo dar paso a la nivelación de los pisos para poder programar la fundición.



Foto 95. Paso de Tubería Conduit y apisonado del terreno



Foto 96. Afiración del terreno con rana vibradora



Para la nivelación de los pisos se utilizó el nivel de manguera, se inició marcando el nivel en la puerta principal de las casas; como el nivel del alistado se dejó por lo general 3cm por debajo de la corona de la viga de cimentación, la placa de contrapiso debía subir entonces 4cm por encima de ésta para completar los 7cm de su espesor requerido, de tal manera que se marcó el nivel en la puerta a 1.04m por encima de la viga de cimentación; se trasladó este nivel con el nivel de manguera a todas las esquinas y demás puntos necesarios de la casa para que al momento de fundir, la placa quedara a exactamente 1,0m de los niveles.

Para chequear los niveles y garantizar un espesor uniforme de la placa se revisaban estos, templando hilos en diagonales justo por los niveles, de tal manera que la distancia entre éstos y el alistado fuera la misma en cualquier punto donde se tomara.

Estando bien compactados los alistados y revisados los niveles se daba paso a la fundición de los pisos, se hizo con concreto premezclado, tipo bombeo, se solicitó a la planta de concreto suministrar el material de la misma resistencia pero con menos gravilla para facilitar la llanada puesto que en un principio estaba llegando muy "gravilludo".

En el momento de fundición se regaba el concreto en los pisos y se distribuía con codales además para garantizar los niveles.

Finalmente se le daba un terminado rústico con llana de madera con el fin de conseguir una buena adherencia para el acabado posterior que le quiera dar el usuario al piso. Se tuvo en cuenta en el momento de la fundición de los pisos dejar las pendientes necesarias para los sifones y desagües, de manera que el agua fluya hacia ellos y no se encharquen los pisos.



Se hizo necesario hacer un buen curado, sobre todo en las casas donde aún no estaba instalada la cubierta ya que el sol pegaba directamente y en un principio la alta temperatura tendió a agrietar algunos pisos, de manera que se presentó mayor atención a esto para evitar que siguiera ocurriendo y la corrección de éstas grietas se hizo aplicando lechadas de agua-cemento con Sikadur



Foto 97. Revisión de niveles para placa de contrapiso



Foto 98. Fundición de placas de contrapiso



Foto 99. Acabado rústico de las placas con llana



4.20 MESONES

Se elaboraron para las cocinas, mesones en concreto reforzado de 2.500PSI con una parrilla de acero de 3/8" cada 15cm, dejando el hueco necesario para la incrustación del lavaplatos.

Los mesones se empezaron a elaborar una vez fundida la placa de contrapiso en las casas; se levantaron para la base de los mismos, 2 pequeños muros: 4 hiladas con 2 ladrillos cada una, por mesón; se empleó el mismo ladrillo utilizado en toda la mampostería: ladrillo hueco N°5 de cara lisa, pegado con mortero 1:4 con un espesor de 1.0cm. Sobre estos muros, se soportaron los mesones.



Foto 101. Refuerzo de los mesones



Para la instalación de la parrilla se utilizó formaleta en madera, además que se regateó o perforó el muro para empotrar la parrilla a él y dar una mayor resistencia al conjunto.

La placa del mesón se dejó con un espesor de 7cm x 65cm de ancho, su terminado se hizo con llana metálica para garantizar un acabado liso y nivelado. Finalmente eran esmaltados y se añadía una capa de silicona entre el pegue del mesón y la pared contigua a éste.



Foto 100. Mesones fundidos en el área de la cocina

Se dejó el espacio para el lavaplatos retirado del muro 10cm, puesto que adosado al codo hg se instalaría un niple de 20cm, suficientemente largo para acercarse a la mitad del mesón.



La altura final de los mesones en concreto fue de 90cm a partir de la placa de contrapiso y a una distancia de 65cm de la pared de la cocina, dejando el espacio suficiente para la instalación de la estufa por parte del usuario. Se recibieron los mesones con codal y nivel de mano.

4.21 HUELLAS

Las placas para pisos exteriores o huellas consistían en una pequeña placa de dimensiones 0.07m x 4.62m, dilatadas cada 0.7m que comunicaban la entrada principal de la casa con los andenes; se construyeron in situ, con concreto simple de 2500 PSI tipo bombeo, para dar mayor facilidad a su acabado además de una mejor apariencia. Se construyó 2cm por debajo del nivel de la placa de contrapiso de las casas y se le dio una pendiente de alrededor del 2% de tal manera que se encontrara al final a la misma altura del andén.

Para la fundición de estos elementos se alistaba previamente el piso, compactado de tal manera que diera una buena consistencia, sin fallos y sin humedades. Se utilizó formaletería en perfil metálico, para dar un acabado completamente liso.

El proceso constructivo de las huellas fue prácticamente de la siguiente manera: se descargaba el concreto dentro de las formaletas y se distribuía uniformemente con el codal para que quedara todo al mismo nivel, luego se pasaba una escoba o cepillo para dejar la superficie rugosa y finalmente se pasaba por los bordes una herramienta semejante a una llana de madera pequeña llamada “ratona”, de un ancho de aproximadamente 7cm y que tenía en uno de sus extremos laterales un filo con el que se alisaban los



bordes de las huellas, quedando estos completamente parejos y lisos; este último paso se hacía solo perimetralmente en cada paso de la huella.

Finalmente se dejaba fraguar el concreto y se procedía a hacer el curado. De éste concreto no se tomaron cilindros para pruebas de resistencia.



Foto 102. Fundición de huellas



Foto 103. Dibujo de las huellas



Foto 104. Huellas desencofradas



4.22 PINTURAS

Se aplicó pintura en graniplast sobre las superficies pañetadas en muros exteriores de fachada principal y culatas. Los colores empleados para el graniplast fueron determinados por COMFAMILIAR, de manera que la Interventoría se encargó de chequear y dar el visto bueno en obra.

Previamente a la aplicación del graniplast se revisaron que las dilataciones de los pañetes estuvieran bien hechas, de ancho uniforme, libre de obstrucciones, así mismo se revisaron los filos de los pañetes, puertas y ventanas librando de desperfectos, resanando huecos y desportilladuras, se tuvo también especial cuidado con la pata de las fachadas, desplazando el material contiguo a éstas para que el graniplast pudiera bajar bien hasta la corona de la viga de cimentación y resanando las mismas donde fuera necesario.

Limpios los muros se aplicó el graniplast, la primera mano se regó con llana metálica para extender el material y en la segunda mano se empleó una llana acrílica para proceder al rayado y terminado del graniplast.

La buena calidad del material que se empleó en obra permitió que no fuera necesaria la aplicación del pegante PVA seguida del fondeo antes de la aplicación del graniplast.

Dado a que el graniplast elaborado era hidrofugado, la Interventoría no exigió la impermeabilización de los pañetes de fachadas y culatas puesto que éste graniplast cumple con la función de impermeabilizante para los muros.



Foto 104. Aplicación de graniplast en fachadas



Foto 105. Aplicación de graniplast



Foto 106. Fachadas terminadas



Foto 107. Graniplast en las culatas



4.23 CANALETA Y BAJANTE PARA AGUAS LLUVIAS

Sobre la zona del porche de cada vivienda se instaló en forma continua una canaleta en PVC marca CELTA tipo Amazona, para recoger las aguas lluvias que caigan sobre ésta área; las canaletas se suspendieron cada una sobre un par de soportes fijados al muro con chazos y tornillos de $\frac{1}{4} \times 1\frac{1}{2}$ "; en cada extremo de la canaleta se instalaron tapas y se cuidó de dejar una pendiente de alrededor del 1% hacia el centro que garantizara el escurrimiento del agua hacia el bajante.



Foto 108. Canaleta y bajante para aguas lluvias



En el centro de la pareja de casas y sobre la dilatación se instaló la tubería bajante, conectada a las canaletas mediante una unión. La bajante también se instaló en tubería PVC, de diámetro 2" de sección cuadrada, suficiente para desalojar el caudal de aguas lluvias proveniente de la cubierta, fijada al muro mediante abrazaderas plásticas separadas adecuadamente y ancladas a los mismos con chazos y tornillos; en el extremo inferior de la bajante se instaló un codo para hacer el desagüe sobre la grama.



Foto 109. Terminado de las fachadas

4.24 PRADIZACIÓN

Finalizando la obra se dió paso a la instalación de zonas verdes en antejardines frontales y laterales en las Manzanas.



En primer lugar se hizo una limpieza general del sitio, se utilizó una Retroexcavadora 416E Caterpillar y en otras ocasiones un cargador Bobcat cuando fue necesario, para retirar todo material sobrante de la obra, tanto escombros como material de corte y todo material extraño que pudiera interferir en la instalación y crecimiento de la grama.



Foto 110. Extendido de la grama

Se niveló dejando una pendiente de 13cm verticales entre el nivel de la puerta principal de las casas y el andén, para garantizar el desagüe y se procedió a la instalación de la grama que se hizo de la siguiente manera: se regaron los paños sobre el terreno preparado, verificando previamente que fuese terreno fértil, propio para ésta labor, y se empezó a apisonar para que el césped agarrara con la tierra y penetraran las raíces, luego de apisonar se procedió a empapar la capa vegetal, humedeciéndola constantemente y



finalmente, se revisaba constantemente que el personal de la obra no fuese a pisar la grama recién sembrada para que con el paso no se levantara y se muriera el césped por este motivo.



Foto 111. Apisonado y siembra de la grama

4.25 INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Se instaló tubería eléctrica en PVC tipo Conduit de diámetros $\frac{1}{2}$ y $\frac{3}{4}$ " y curvas Conduit de los mismos diámetros; esta tubería a nivel de cimentación quedó incrustada dentro de las vigas de cimentación y se subieron a los diferentes puntos por dentro de los muros y fueron conectados a las cajas con terminales en PVC tipo Conduit.



Las instalaciones eléctricas se hicieron de acuerdo a las normas del RETIE²¹, cumpliendo con los requisitos exigidos por la Electrificadora del Huila y por ende por el Contratista COMFAMILIAR del Huila.

Los planos de la disposición eléctrica no mostraron detalles precisos y completos en las viviendas sino una aproximación de su ubicación, de manera que los detalles de los accesorios y la ubicación exacta de los conductos y de las salidas fueron determinadas en obra por la Interventoría.



Foto 112. Tubería Conduit embebida en las vigas de cimentación

²¹ RETIE: Reglamento técnico para instalaciones eléctricas. Contempla las obligaciones y responsabilidades de todos los actores involucrados en los procesos de generación, transmisión, transformación, distribución y uso final de la energía eléctrica. Véase <http://www.aciem.org/bancoconocimiento/R/RETIENuevoOficial/RETIENuevoOficial.asp>



Foto 113. Tubería eléctrica atravesando la mampostería

La localización de las cajas de salida y su agrupación en los circuitos a que van conectados, se establecieron en obra, de acuerdo a las aproximaciones de los planos. Se instalaron cajas plásticas con perforaciones para ductos en todos los lados; las salidas para luminarias se hicieron en cajas octogonales de 4"x1½", en las salidas para tomas dobles de corriente, teléfono, interruptores sencillos y en general todas las cajas a donde llegaba un solo ducto se instalaron cajas rectangulares 5800 de 2" x 4" x 1½" y en las salidas a donde llegaban dos o más ductos se instalaron cajas cuadradas 2400 de 4" x 1½", provistas del suplemento correspondiente. Todas las cajas de salida empotradas en los muros quedaron tapadas al mismo nivel del pañete.



La altura de montaje de aparatos fue la siguiente:

Interruptores de pared	1.20 metros
Tomas de corriente de pared	0.30 metros
Tomas de teléfono y T.V.	0.30 metros



Foto 114. Caja de salida eléctrica 2400



Foto 115. Instalaciones eléctricas a nivel de vigas de amarre



Foto 116. Salidas eléctricas en sala-comedor



Las tomas dobles para corriente monofásica eran de 15 amperios a 110 voltios, del tipo ranura para clavija con polo a tierra, con tapa. La salida para teléfono se instaló con tapa para clavija redonda. Se instalaron adicionalmente dos tomas dobles especiales GFCI²² para áreas húmedas, los cuales se ubicaron uno en la cocina y el otro en el patio para conectar la lavadora.

Para el control del alumbrado se emplearon interruptores tipo de incrustar, de uno, dos, o tres polos, conmutable sencillo o doble según indicaban los planos, con tapa bakelita. Su capacidad era de 10 amperios a 110 voltios.

La línea de baja tensión se instaló con conductores calibre N^o12 en alambre, se dejaron longitudes adicionales dentro de los tableros y las cajas para permitir un arreglo práctico y bien hecho de las conexiones, cada conductor se identificó en ambos extremos y en las cajas de acceso mediante etiquetas de fibra con los números asignados en los cuadros de conductores.

Se instalaron y conectaron todos los materiales necesarios para puesta a tierra, incluyendo las conexiones a las estructuras, tableros, equipo, conductos y demás; estas conexiones a tierra se hicieron por medio de conectores en cobre con partes metálicas no ferrosas. La malla de puesta a tierra se instaló en forma adecuada a lo largo del avance de los dos circuitos internos de las casas. Las varillas a tierra se hicieron en cobre de 5/8" de diámetro y de 8 pies de longitud y se enterraron en toda su longitud, de tal manera que el extremo superior quedó al nivel del terreno.

²² GFCI: Interruptores con detección de falla a tierra (GFCI, Ground Fault Circuit Interrupters). Dispositivos diseñados para evitar choques eléctricos accidentales o electrocución evitando el paso de la corriente a tierra. Véase <http://www.scif.com/safety/safetymeeting/Article.asp?ArticleID=340>



Se montaron y conectaron interruptores, cajas de distribución, ductos, plafones y demás accesorios para luminarias, excepto las incandescentes; los empalmes y derivaciones para alumbrado se hicieron sin soldadura; los portalámparas para las bombillas incandescentes se instalaron de 100 Vatios, de casquillo en porcelana blanca, todas quedaron a la misma altura, por encima de la corona de la viga de amarre. Los interruptores automáticos instalados contaban con mecanismos térmicos y metálicos para protección contra sobrecargas y mecanismos magnéticos para protección instantánea contra corto circuito.



Foto 117. Contador eléctrico

Las cajas de los tableros para el contador eléctrico monofásico se instalaron metálicas con tapa en pasta transparente resistente y quedaron empotrados en los muros de la fachada a una altura de 1,50m, se les instaló un taco de



1x 30Amp para la recepción de la energía externa; la acometida se hizo en ductos galvanizados de 1" con capicete y abrazadera, de longitud 1,50m o 3,0m (dependiendo de la ubicación de la casa respecto al cableado público), por el que se condujo el cable concéntrico desde el tablero del contador a cubierta.

4.26 APARATOS SANITARIOS

Dentro de los aparatos sanitarios instalados, se contó por casa, con un lavaplatos en acero inoxidable, sanitario, lavamanos, incrustaciones de porcelana, ducha para baño, rejillas para piso, llave de paso y llaves terminales, además de los tanques elevados y los lavaderos prefabricados de los cuales ya se ha hablado en el presente documento.

Se instalaron aparatos sanitarios Imperial Ecuatoriano color blanco, económicos de 6 Litros, con mueble y grifería completa, éstos fueron suministrados por COMFAMILIAR Huila. El desagüe del sanitario se hizo en tubería de 4" con codo de 4" en lugar de sifón, que descargaba directamente a la caja de inspección. Las coordenadas de ubicación del desagüe fueron 0,30m con 1,10m respecto a la pared de la ducha. El tanque del sanitario es abastecido por una salida de ½" ubicada contigua a éste, a una altura de 0,15m. Se preparó una mezcla de mortero 1:3 que se colocó dentro de la huella de la base marcada en el piso y sobre él se asentó el sanitario. Se hicieron todos los ajustes necesarios para acoplar tanto la tubería de abastecimiento como la de desagüe y se chequeó finalmente que no hubiese filtraciones.

Los lavamanos instalados se incluyeron dentro de los combos sanitarios suministrados por COMFAMILIAR del Huila, marca Imperial Ecuatoriano, de



colgar, color blanco, con sus accesorios y grifería. Se anclaron a los muros con 6 chazos de 2" x 3/8" y sus respectivos tornillos; se abastecieron con salidas hidráulicas de 1/2" y el desagüe se hizo con tubería sanitaria de 2".



Foto 118. Lavamanos y sanitario instalados

Las incrustaciones de porcelana se empotraron en los muros con pasta de cemento gris puro, en los sitios y a las alturas correspondientes, especificadas por la Interventoría, las incrustaciones también son de la línea Imperial Ecuatoriana, de color blanco; se instalaron un total de 3 incrustaciones por casa: papelera, jabonera y gancho para toallas.

Se instalaron duchas para baño marca Grival tipo económica, con regadera corriente y su respectivo registro, se colocó en la terminal de la regadera un codo galvanizado de 1/2"; se instaló por debajo del nivel de base de las vigas de amarre, es decir a unos 2,10m de la placa de piso, aproximadamente.



Foto 119. Área de ducha

Se instalaron los lavaplatos en acero inoxidable incrustados en el mesón de la cocina, se tomaron sus medidas, previo a la fundición del mesón, para dejar la formaletería con el espacio exacto que ocuparía el lavaplatos, de manera que quedara justamente incrustado. Las dimensiones de estos lavaplatos fueron de 0.40m x 0.50m, se colocó su respectiva grifería de lavado incluida la rejilla y una llave terminal de 1/2" sin rosca, adosada al muro con un niple galvanizado de 20cm de longitud. Se dejaron retirados 10cm del muro y se les aplicó silicona en todo el perímetro para evitar filtraciones.



Foto 120. Lavaplatos y llave terminal

Las rejillas para piso instaladas fueron 4 por cada casa: una rejilla con sosco, de diámetro 3", el mismo diámetro del sifón del piso de patio donde iban instaladas; y 3 rejillas anticucarachas de 3" también, que iban instaladas en la ducha, cocina y baño. Se le dejó a los pisos una pequeña pendiente de desagüe hacia estos sifones, las rejillas fueron pegadas con pasta de cemento gris y se dejaron a ras del nivel de la placa de piso.



CONCLUSIONES

Durante los procesos de planeación y ejecución de obra, la pasante pudo verificar y acrecentar los conocimientos adquiridos durante la formación profesional en la Universidad del Cauca, de manera que concluye lo siguiente:

- Los procesos constructivos llevados a cabo en la construcción de las 114 Unidades de Vivienda VIP, se ciñeron a los procesos descritos por la empresa para ejecución de obras y cumplieron en la mayoría de los casos con los requisitos de calidad y especificaciones técnicas, exigidos por la Interventoría.
- Se presentaron atrasos de obra debido a múltiples factores; en primer lugar afectó muchas veces el clima de los primeros meses, el cual fue bastante lluvioso y por la naturaleza del material del suelo, el cual era arcilloso, se formaban fangos lentos para drenar, lo cual complicó el trabajo en obra. Además de esto, se presentaron atrasos debido al suministro de material por parte de la empresa ya fuese por motivos propios o ajenos a ella, las mulas de cemento tardaban en llegar con éste material, o la planta de concreto despachaba primero la mezcla para otras obras de la misma empresa, lo que por el volumen de obra de San Jorge II, en donde se fundía diariamente un mínimo de 14m³ de concreto en promedio, era totalmente perjudicial porque representaba un considerable atraso de obra respecto al cronograma de actividades por cada día que no se fundía.

Finalmente no se pudo cumplir a cabalidad con el plazo contractual para entrega de obra, pero se procuró entregar a fecha del 6 de Junio de 2009, fecha en la cual se daba termino al plazo, todo lo correspondiente a obra gruesa, incluido graniplast y pradización, de tal



manera que solamente quedaron pendientes a esa fecha detalles de resanes y acabados. Para el logro de lo anterior y salir del atraso de la obra se tomaron medidas trascendentales como la contratación de personal extra, el trabajo de horas extras, es decir en horario de 6:00am a 6:00pm y trabajo en días dominicales y festivos hasta las 3:00pm, esto permitió que la obra salieran adelante respecto al cronograma pero significó un costo adicional significativo para la empresa.

- Se contó con una gran ventaja en obra y fue la disponibilidad prácticamente a tiempo completo de la maquinaria de la empresa, que se hizo necesaria para el desarrollo de la obra, para actividades como transporte de material tanto externa como internamente, además para corte, acarreo y limpieza de material de excavaciones y material de escombros, se contó con una cortadora de ladrillo que funcionó además con una motobomba para el reciclaje del agua, se dispuso también de equipo de construcción como retroexcavadora, cargador, volquetas y una camioneta turbo, además de la mixer para el transporte del concreto.
- Fue importante la labor de la Interventoría que estuvo todo el tiempo pendiente del control de los procesos constructivos, lo que comprometió a los ingenieros residentes a enfatizar en la calidad de los procesos; Fué muy exigente y radical en algunos aspectos, de los cuales se debatía con argumentos ingenieriles para poder llegar a un acuerdo entre las partes y no permitir la suspensión y el atraso posterior de la obra.
- Se llevó también durante todo el proceso de la obra, el libro de la Bitácora, en el cual se plasmó todo el avance de obra y los



pormenores de ésta, para dar fe de los procesos que se llevaban a cabo, de las determinaciones tomadas y las acciones ejecutadas en obra, lo cual favoreció posteriores análisis de tiempos, de rendimientos, además que sirvió como respaldo a los ingenieros residentes de sus planteamientos y ejecuciones.

- Se llevó un estricto control del personal que laboraba en la obra, no se permitió el ingreso a personas menores de edad, y se hacía el ingreso de los trabajadores con una remisión estricta por parte de los ingenieros residentes hacia la cooperativa encargada para que fueran afiliados a salud, riesgos y pensión antes de empezar a laborar; se hicieron controles diarios del ingreso del personal, para garantizar que no hubiese laborando personal que no estuviera afiliado y así evitar cualquier inconveniente por enfermedades y/o accidentes de trabajo. Esto es totalmente conveniente puesto que garantiza tanto a los trabajadores como a la empresa la seguridad de estar respaldados para cualquiera de éstas eventualidades.
- La calidad de los materiales empleados en obra fue muy buena, se cumplió con todos los requisitos de las especificaciones y muchas veces con calidad por encima de ellos, un ejemplo son los concretos que se emplearon en obra, se tomaron todos los cilindros requeridos para cada etapa de fundiciones, los cuales arrojaron valores de resistencia a la compresión por encima de la requerida, en algunas ocasiones se le envió comunicado a la planta de concreto de PROYECONT LTDA para que tuviera en cuenta la relación de costos en la preparación del concreto y su resistencia de manera que no se llegara a una situación antieconómica.



- Por ser PROYECONT LTDA una empresa certificada en calidad, se contó en la obra con procesos en orden a esto, tal como la presentación de acciones correctivas y/o preventivas en caso de encontrar anomalías o falencias de cualquier tipo dentro de la obra; se llevó a cabo también un estricto control del equipo utilizado en obra, a través de formatos donde se especificaron horarios, tareas, lugares, cantidades, distancias, entre otros. La disposición final de los materiales sobrantes y/o basuras, se hizo de acuerdo a la naturaleza de los mismos, se tenían los respectivos permisos para la incineración de materiales tóxicos en Incihuila²³ y para el desalojo de escombros en la Escombrera PTC.²⁴ Se contó con frecuentes visitas del personal coordinador de calidad de la empresa para hacer el seguimiento a los procesos en obra; esto permitió tener un buen control, además de facilitar un orden de registro y seguimiento a las actividades diarias en la obra.
- En el desarrollo de la obra se llevó a cabo la demolición de una viga canal y la de una placa para tanque, esto debido fundamentalmente a equivocaciones u omisiones estrictamente en el proceso de fundición, demostrado en el caso de la placa tanque, en una columna mal fundida que quedó con menos sección de concreto, a pesar de haberse formaleteado del tamaño adecuado, sucedido por la falta de vibrado, lo que conllevó a la demolición del conjunto puesto que en estas condiciones la columna no estaba preparada para resistir los esfuerzos de compresión a que sería sometida en su vida útil; caso

²³ INCIHUILA S.A. E.S.P. empresa prestadora de servicios públicos dedicada a la gestión integral de los residuos biomédicos, patológicos, especiales e industriales.

²⁴ ESCOMBRERA PTC. Sitio autorizado para la disposición del material de corte y escombros.



similar se presentó con la viga canal, lo que nos lleva a concluir que el proceso de fundición suma una gran importancia en las actividades constructivas y por ende debe ser minuciosamente detallado cada vez que se lleve a cabo.

- Finalmente se puede concluir que la experiencia de la pasantía es realmente importante además de valiosa puesto que aporta al pasante argumentos para ratificar todos los conocimientos adquiridos durante el estudio de la profesión, se adquiere además experiencia importante en procesos constructivos, en manejo de personal, en planeación, ejecución y control de obra y permite tener una perspectiva más real de las actividades constructivas, además de que afianza el criterio ingenieril que viene construyendo el estudiante durante el transcurso de la carrera y le permite también generar aportes en situaciones de la vida real según los conocimientos adquiridos en la carrera.



RECOMENDACIONES

De acuerdo a la experiencia presenciada durante el desarrollo, planeación y ejecución de obra, la pasante, según su criterio de ingeniera, recomienda lo siguiente:

- Llevar en obra una cartilla de materiales, para facilitar la entrega de los mismos con cantidades justas, para garantizar el no desperdicio de los mismos.
- Puesto que el material del suelo no favoreció el trabajo en obra mientras se encontró húmedo, sería recomendable evitar el tránsito del equipo pesado por las vías para que estas no sufran el deterioro al que se llegó en obra.
- Incentivar con jornadas educativas y charlas más frecuentes al personal para el uso de los elementos de protección personal, con los cuales se contaba en obra, pero que los trabajadores, por falta de iniciativa propia no usaban con frecuencia, y para lo cual fue necesario ejercer presión. Es indispensable que ellos asuman que es para su propia salud y bienestar más que por una obligación.
- Disponer con certeza y puntualidad de los materiales imprescindibles de obra, como son el cemento y el concreto, para no generar atrasos adicionales en el cronograma de ejecución y los posteriores sobrecostos que esto genera
- Recibir y rectificar personalmente, toda la obra recibida previo a la ejecución del contrato, para adquirir las responsabilidades necesarias y justas además, de manera que no se tengan problemas durante la ejecución, tales como se evidenciaron con los niveles pasados por el



topógrafo de COMFAMILIAR los cuales quedaron mal trazados e indujeron a una equivocación, en la cual el contratista fue quien tuvo que hacerse responsable, a pesar de haberlos recibido así de la Interventoría; además de los problemas presentados con la red de suministro, la cual cuando en su momento fue instalada no estuvo bien apisonada y al momento del contratista introducir equipo pesado en obra, se deterioró, y sufrió muchos daños, teniendo que el mismo hacerse cargo de la reparación de tubería y collarines de la red de acueducto que no estaban cobijados en el contrato.

- Como en toda obra se presentaron problemas por robos y pérdidas de herramientas y materiales, por lo que se recomienda, instalar más puntos de iluminación para favorecer al guarda nocturno la vigilancia, sobre todo en una obra de esta magnitud y donde solo se contó con un vigilante, apoyado en un solo reflector. Además, es indispensable hacer la construcción de los cambuches en un material menos vulnerable que la lona verde, la cual es fácilmente deteriorada y rasgada, se recomienda emplear para ésta labor tejas, láminas, madera, o cualquier otro material más resistente para no inducir a éstas faltas.
- Se recomienda también que en el caso de una construcción como ésta, en la cual se entregan las viviendas terminadas en ladrillo a la vista, se debe tener en cuenta desde un principio la limpieza de los muros y ser más estrictos tanto con los mamposteros, como con el personal encargado de las fundiciones, de no chorrear, chispear, ni dejar rebabas de concreto o mortero, sobre los muros y evitar que éstos se sequen, puesto que se incurre a un gasto adicional tanto de tiempo como de carácter económico al hacer necesario emplear



posteriormente ACPM, ácidos, vinilo o cualquier otro material con el objetivo de limpiar estas manchas que son realmente difíciles de remover.

- A pesar de que se llevaron a cabo algunas pruebas hidráulicas de presión para la red interna de las casas, la pasante considera que no es suficiente hacer la conexión de las casas con la red de acueducto general para dar la valoración y aprobación de las mismas debido a que ésta presión con que viene el agua del acueducto puede variar, como por ejemplo en horas nocturnas cuando todas las casas tengan sus llaves cerradas, generando mayores presiones que pueden afectar de manera directa las redes internas causando daños, por tanto es recomendable realizar la prueba de presión con manómetro a todas las casas con la presión suficiente para tener la certeza de no tener daños más adelante de éste tipo.
- La Pasante considera también importante que se lleven a cabo las correspondientes impermeabilizaciones, no solo a nivel de cubierta como se hizo en obra, sino además a nivel de la cimentación en la base de los muros, puesto que se puede generar filtración ascendente que genere daños en la mampostería o en los elementos de acabados de la vivienda que se instalen posteriormente.



BIBLIOGRAFÍA

- Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-98. Tomo 2, Título C: Concreto Estructural.
- Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-98. Tomo 2, Título E: Casas de Uno y Dos Pisos.
- Polanco F, Luis Fernando. Programa Construcción I. Universidad del Cauca, Facultad de Ingeniería Civil. Popayán. Editorial Universidad del Cauca.
- Sarria Molina, Alberto. Ingeniería Sísmica. Ediciones Unidas. Universidad de los Andes. Bogotá, Colombia.
- SENA Regional Antioquía. Armando Gómez C. Construcción de Casas Sismo Resistentes de uno y dos pisos. Universidad Nacional de Colombia.
- Documentación obtenida de Internet, entre otros:
 - ✓ Asociación Colombiana de Ingenieros:
<http://www.aciem.org/bancoconocimiento/R/RETIENuevoOficial/RETIENuevoOficial.asp>
 - ✓ Fondo Nacional del Ahorro:
<http://www.fna.gov.co/internas/Cvivienda/CviviendaVIS.htm>
 - ✓ Productos SIKA: <http://www.sika.com.co>



ANEXOS

1. Carta de petición formal de pasantía por parte de Universidad del Cauca.
2. Carta de aprobación por parte de la constructora PROYECONT LTDA.
3. Cuadro de control de horas diarias
4. Resolución de aprobación de pasantía
5. Convenio entre La Universidad del Cauca y PROYECONT LTDA.
6. Planos Planta Tipo I y II
7. Planos Cortes Tipo I y II