

**RESIDENCIA EN LA OBRA BIBLIOTECAS, AULAS Y OBSERVATORIO VIPRI**

**ELIZABETH ENRIQUEZ DELGADO**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
PROGRAMA INGENIERIA CIVIL  
SAN JUAN DE PASTO  
2005**

**RESIDENCIA EN LA OBRA BIBLIOTECAS, AULAS Y OBSERVATORIO VIPRI**

**ELIZABETH ENRIQUEZ DELGADO**

**Trabajo presentado como requisito para optar  
el título de Ingeniero Civil**

**Director  
MARIO ARIAS BUSTOS  
Arquitecto**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
PROGRAMA INGENIERIA CIVIL  
SAN JUAN DE PASTO  
2005**

Las ideas y conclusiones aportadas en el trabajo de grado son responsabilidad exclusiva del autor.

Artículo 1° del acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966, emanado del honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

A mis padres por sus enseñanzas,  
por hacer de mí la persona que soy,

por todos los esfuerzos y sacrificios que han realizado durante el transcurso de mi carrera para ser una profesional.

A mis hermanos,  
por estar conmigo cuando los necesite.

Padre Lucio gracias por su apoyo sus consejos y su amistad.

Andrés a ti por ser incondicional, por brindarme tu mano cuando realmente la necesite.

## **AGRADECIMIENTOS**

Mario Arias, arquitecto y Director de Obra, Gracias por sus enseñanzas, por la confianza, por transmitirnos sus conocimientos y ante todo gracias por su amistad.

Ana Stella Mesías, Ingeniera Civil y asesora de la oficina de planeación de la Universidad de Nariño, gracias por su amable colaboración durante el desarrollo del proyecto.

Armando Muñoz, Ingeniero Civil, por su asesoría en la realización del proyecto.

Jaime Insuasty, Ingeniero Civil y especialista en estructuras, gracias por sus asesorías y por aclarar mis dudas respecto al proyecto.

Tomas Rosero, Luis Criollo, Efraín Ramos, Trabajadores de la Obra, gracias porque de ustedes aprendí cosas muy valiosas.

## CONTENIDO

	<b>pág.</b>
INTRODUCCION	20
1. PRELIMINARES	21
1.1 JUSTIFICACIÓN	21
1.2 OBJETIVOS	22
1.2.1 Objetivo General	22
1.2.2 Objetivos Específicos	22
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	23
2.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO	23
3. RESIDENCIA EN LA OBRA BIBLIOTECAS, AULAS Y OBSERVATORIO VIPRI	24
3.1 COLUMNAS TERCER, CUARTO Y QUINTO PISO	25
3.1.1 Corte y Figurado de Hierro	25
3.1.2 Armado de Refuerzo De Columnas	29
3.1.3 Formaleta de Columnas	32
3.1.4 Fundición de Columnas	37
3.1.5 Pantalla	46
3.2 VIGAS DE ENTREPISO DEL CUARTO Y QUINTO PISO	50
3.2.1 Corte y Figurado de Hierro	51
3.2.2 Formaleta de Vigas	54
3.2.3 Armado de Vigas	56

3.2.4	Fundición de Vigas	58
3.3	LOSA DE ENTREPISO DEL CUARTO Y QUINTO PISO	62
3.3.1	Corte y Figurado de Hierro de Nervaduras	63
3.3.2	Formaleta de Losa de Entrepiso	65
3.3.3	Armado de Refuerzo de Nervadura	68
3.3.4	Fabricación de Casetones	71
3.3.5	Loleta Inferior	73
3.3.6	Andamios	74
3.3.7	Fundición de Losa de Entrepiso	75
3.4	ESCALERA	81
3.4.1	Corte, Figurado y Armado de Hierro	82
3.4.2	Formaleta de Escalera y Vigas del Bloque 3	83
3.4.3	Fundición de Escalera, Vigas y Losa Trapezoidal del Bloque 3	84
3.5	MAMPOSTERIA DE SEGUNDO Y TERCER PISO	87
3.5.1	Pega de Muros	88
3.5.2	Fundición de Dados	90
3.5.3	Fundición de Columnetas	91
3.6	PAÑETES DE SEGUNDO Y TERCER PISO	92
3.6.1	Pañete de Muros	92
3.6.2	Pañete de Cielo Raso	93
3.6.3	Pañete de Vigas y Columnas	93
3.7	INSTALACIONES SANITARIAS	94
3.7.1	Cambio de Tubería Sanitaria Existente	94

3.7.2	Cajas de Inspección	95
3.7.3	Cámaras Sanitarias	95
3.7.4	Instalación de Puntos Sanitarios	96
3.8	INSTALACIONES HIDRAULICAS	97
3.9	INSTALACIONES ELECTRICAS	98
3.10	OBRAS COMPLEMENTARIAS	99
3.11	MANO DE OBRA	100
4.	OBRAS VARIAS	101
4.1	FONDO DE JUBILADOS	101
4.1.1	Residencia de Obra Fondo de Jubilados	101
4.2	LABORATORIO EMPRESARIAL	102
4.2.1	Residencia Laboratorio Empresarial	102
4.3	UNIDAD SANITARIA DE LA PLANTA PILOTO DE AGROINDUSTRIA	103
4.3.1	Residencia en la Obra Unidad Sanitaria de la Planta Piloto de Agroindustria	103
4.4	BAÑOS DE PROFESORES DE PREUNIVERSITARIOS	103
4.4.1	Residencia de Obra Baños de Profesores y Preuniversitarios	103
4.5	CASETA DE GAS Y BASURAS	104
4.5.1	Residencia de Obra Caseta de Gas y Basuras	104
4.6	OFICINA DE SISMOLOGIA	104
4.6.1	Residencia de Obra en la Oficina de Sismología	104
4.7	OFICINA DEL BLOQUE DE IDIOMAS	105
4.7.1	Residencia de Obra en la Oficina del Bloque de Idiomas	105

4.8 OFICINAS EN LABORATORIO DE FISIOLOGIA	105
4.8.1 Residencia en la Obra Oficinas en Laboratorio de Fisiología	105
5. CONCLUSIONES	106
BIBLIOGRAFIA	107

## LISTA DE FIGURAS

		<b>pág</b>
Figura 1.	Corte de varilla No. 7 para armado de columnas	25
Figura 2.	Corte de hierro con cizalla	26
Figura 3.	Hierro No. 3 cortado para refuerzo transversal de columnas	26
Figura 4.	Figurado de hierro No. 3 para armado de columnas	27
Figura 5.	Verificación de medidas de flejes	28
Figura 6.	Flejes para columnas	28
Figura 7.	Amarrado de flejes columna H6 B2 piso 5	29
Figura 8.	Armado de refuerzo para columna C3 B1 piso 5	29
Figura 9.	Refuerzo longitudinal de columna antes del traslapo	30
Figura 10.	Traslapo de refuerzo longitudinal de columna N12 B3 piso 4	30
Figura 11.	Flejes de columnas	31
Figura 12.	Formaleta columnas B2 piso 4	32
Figura 13.	Madera de achapo para formaleta de columnas	33
Figura 14.	Colocación de tableros para formaleta de columna	33
Figura 15.	Apuntalamiento de columna E3 B1 piso 3	34
Figura 16.	Verificación de verticalidad columna C2 B1 piso 3	35
Figura 17.	Verificación de horizontalidad columna I10 B2 piso 4	35
Figura 18.	Aseguramiento de formaleta	36
Figura 19.	Recepción de material	37
Figura 20.	Disposición de los agregados en obra	38

Figura 21.	Mezclado de concreto	39
Figura 22.	Vaciado de concreto	40
Figura 23.	Prueba de Abrams	40
Figura 24.	Elevación de concreto por medio de pluma grúa	41
Figura 25.	Vaciado de concreto columna L10 B2 piso 4	41
Figura 26.	Vibrado de concreto en columna K8 B2 piso 4	42
Figura 27.	Rectificación de alineamiento de columna fundida	43
Figura 28.	Descimbrado de columna I10 B2 piso 4	43
Figura 29.	Columna I10 B2 piso 4	44
Figura 30.	Curado de columnas	44
Figura 31.	Vista panorámica de columnas B1 piso 5	45
Figura 32.	Vista panorámica de columnas B2 piso 5	45
Figura 33.	Armado de pantalla	46
Figura 34.	Formaleta de pantalla	47
Figura 35.	Andamios para la fundición de pantalla	47
Figura 36.	Formaleta lista para fundición	48
Figura 37.	Chequeo de alineamiento de la formaleta después de fundición	48
Figura 38.	Verificación de alineamiento vertical	49
Figura 39.	Aspecto final de pantalla	49
Figura 40.	Vigas cargueras descolgadas ubicadas en la dilatación de los bloques 1 y 2 en el tercer piso	50
Figura 41.	Panorámica de la vigas de B1 y B2 piso 4	50
Figura 42.	Corte de hierro No. 3 con cizalla	51

Figura 43.	Hierro No. 3 para flejes de vigas	51
Figura 44.	Figurado de hierro para flejes de vigas	52
Figura 45.	Fleje de viga de entrepiso	52
Figura 46.	Almacenamiento de flejes de vigas	53
Figura 47.	Corte de varilla para refuerzo longitudinal	53
Figura 48.	Formaleta metálica para vigas B1 piso 5	54
Figura 49.	Colocación de formaleta lateral para vigas B1 piso 5	55
Figura 50.	Formaleta lateral de vigas armadas	55
Figura 51.	Armado de refuerzo longitudinal y flejes de viga 10 B2 piso 4	56
Figura 52.	Amarre de vigas de B2 piso 5	57
Figura 53.	Vista de la viga 3	57
Figura 54.	Elaboración de concreto en mezcladora	58
Figura 55.	Control de asentamiento por cono de Abrams	59
Figura 56.	Transporte de concreto por medio de pluma grúa	59
Figura 57.	Vaciado de concreto en la viga A B1 piso 4	60
Figura 58.	Vibrado de viga C B1 piso 4	60
Figura 59.	Desencofrado de viga C B1 piso 4	61
Figura 60.	Desencofrado de viga C B1 piso 5 a 21 días	61
Figura 61.	Losa de entrepiso B2 piso 4	62
Figura 62.	Hierro para nervadura de losa	63
Figura 63.	Método para desdoblar hierro No. 2 y No. 3	63
Figura 64.	Corte de hierro No. 2 para flejes de nervaduras	64
Figura 65.	Almacenamiento de flejes de nervaduras	64

Figura 66.	Tableros y teleras para la formaleta de losa de entrepiso	65
Figura 67.	Colocación de tacos para el armado de formaleta	66
Figura 68.	Colocación de vigas y tablero para el armado de formaleta	66
Figura 69.	Formaleta completamente armada	67
Figura 70.	Parcheo con tabla ordinaria de zonas irregulares	67
Figura 71.	Armado de varillas del nervio 2 B2 piso 4	68
Figura 72.	Colocación de estribos del nervio 6 B2 piso 4	68
Figura 73.	Vista de nervaduras de B2 piso 4	69
Figura 74.	Vista panorámica armado de refuerzo vigas de entrepiso y nervaduras	69
Figura 75.	Nervaduras riostras	70
Figura 76.	Colocación del refuerzo por retracción de fraguado y temperatura	70
Figura 77.	Casetones de madera de 70 cm.	71
Figura 78.	Recubrimiento de casetón con tela aligflex	71
Figura 79.	Casetón de losa de entrepiso terminado	72
Figura 80.	Colocación de casetones en losa de entrepiso B2 piso 4	72
Figura 81.	Colocación de malla de gallinero para loseta inferior	73
Figura 82.	Solado inferior	73
Figura 83.	Vista de andamios del tercer al quinto piso	74
Figura 84.	Prueba de cono de Abrams, al inicio de la fundición	75
Figura 85.	Elaboración de concreto en mezcladora	76
Figura 86.	Vaciado de concreto de la pluma a la carretilla	76
Figura 87.	Transporte de concreto en buggys	77

Figura 88.	Vibrado de concreto en nervaduras	77
Figura 89.	Vaciado de concreto para loseta superior	78
Figura 90.	Guías de tallado de loseta superior	79
Figura 91.	Aspecto del recubrimiento luego de tallar	79
Figura 92.	Curado de concreto de losa	80
Figura 93.	Desencoframiento de losa	80
Figura 94.	Bloque 3, escalera	81
Figura 95.	Armado de parrillas tramo 1 de escalera	82
Figura 96.	Refuerzo de escalera	82
Figura 97.	Formaleta para tramo 2 y descanso de escalera	83
Figura 98.	Formaleta de peldaños en madera	83
Figura 99.	Vaciado de concreto en la Escalera	84
Figura 100.	Vibrado y tallado en descanso de escalera	84
Figura 101.	Vaciado de concreto en peldaños de escalera	85
Figura 102.	Vibrado de concreto en peldaños de escalera	85
Figura 103.	Aspecto de escalera después de la fundición	86
Figura 104.	Aspecto final de escalera	86
Figura 105.	Vista de la mampostería de fachada pisos 2 y 3	87
Figura 106.	Mezcla de arena con cemento en proporción 1:4	88
Figura 107.	Saturación de bloques No. 5	89
Figura 108.	Pega de muros en B2 piso 2	89
Figura 109.	Dados fundidos	90
Figura 110.	Dilatación entre muro y columna	91

Figura 111. Columneta fundida con formaleta	91
Figura 112. Elaboración de mortero y humedecimiento de muro	92
Figura 113. Pañete de cielo raso B1 piso 2	93
Figura 114. Pañete de vigas	93
Figura 115. Instalación de tubería Nova fort 8"	94
Figura 116. Caja de inspección de 1 x 1 m	95
Figura 117. Cámara sanitaria de 1.2 x 1.8 m	95
Figura 118. Puntos sanitarios y armado de sobrelosa	96
Figura 119. Vista de puntos hidráulicos	97
Figura 120. Instalación de ductos eléctricos	98
Figura 121. Jardinera B1	99
Figura 122. Escalera de acceso a cafetería	99
Figura 123. Vista frontal fondo de jubilados	102

## GLOSARIO

**ADITIVO:** material químico que se le agrega a la mezcla para cambiar sus propiedades.

**AGREGADO:** conjunto de partículas inertes, naturales o artificiales, tales como arena, grava, limo, etc., que al mezclarse con el material cementante y el agua producen el concreto.

**ASENTAMIENTO:** mide la consistencia o fluidez de una muestra fresca de concreto.

**B1:** bloque 1

**B2:** bloque 2

**BITÁCORA:** es el libro de manejo interno de obra que lleva un control escrito y permanente del desarrollo de los trabajos ejecutados.

**CICLOPEO:** mezcla de hormigón con piedras de un diámetro aproximado de 20 a 25 cm. llamadas rajón o piedra bola.

**CILINDROS DE ENSAYO:** son muestras de concreto fundidas de forma cilíndrica, donde la longitud es el doble del diámetro. Se utilizan para realizar ensayos de compresión. Los procedimientos de ensayo se establecen por norma.

**CONCRETO:** mezcla homogénea de material cementado, agregados y agua con o sin aditivos.

**CONCRETO REFORZADO U HORMIGÓN ARMADO:** constituido por concreto simple y acero de refuerzo que mejora su resistencia y su ductilidad, además ayuda a soportar las tracciones que el concreto no puede absorber.

**CONO DE ABRAMS:** cono con especificaciones establecidas en longitud y diámetros (Superior o Inferior), donde para realizar el ensayo se tiene en cuenta las normas técnicas, permite determinar el asentamiento de las mezclas de concreto.

**DESENCOFRAR:** quitar formaleta después que el hormigón ha fraguado.

**DOSIFICACION:** dosis, cantidades que se toman para preparar algo.

**ENCOFRADO:** revestimiento aplicado en obra para lograr que el hormigón adquiriera determinada forma manteniéndolo fijo.

**ESTRIBO:** estructuralmente se considera como un amarre de hierro que sostiene la armadura principal de un elemento, se ubica a una distancia calculada y será el elemento que asuma los esfuerzos cortantes.

**FLEJES:** figura en forma rectangular o circular que se coloca en vigas y columnas, comúnmente llamadas estribos pero que estos son en forma de U.

**FORMALETA:** armazón de madera que sirve de molde al hormigón hasta que endurezca.

**FRAGUADO:** endurecido.

**HORMIGÓN:** concreto, mezcla de arena cemento, triturado y en algunos casos un aditivo.

**NSR-98:** norma colombiana de diseño y construcción sismo resistente de 1998

**PSI:** significa libras por pulgada cuadrada, sistema Americano de medida utilizado anteriormente en nuestro país.

**PUNTAL:** cualquier miembro estructural externo que se usa para mantener alineadas las formaletas o para resistir fuerzas horizontales ejercidas sobre las formaletas, como las cargas de viento, o para ambas cosas.

**RECUBRIMIENTO:** protección del acero de refuerzo contra óxidos y sustancias que desmejoren la adherencia entre el concreto y el acero.

**REFORZADO:** que lleva acero en varillas.

**SEGREGACIÓN:** separación de los materiales en un concreto por movimientos bruscos.

**SOLADO:** primera capa de hormigón pobre que se coloca en una zanja para luego fundir el cemento de 5 a 10 cm. de espesor.

**TABLERO:** material de entarimado para la formaleta de una columna o losa

## **RESUMEN**

El proyecto ejecutado corresponde a la construcción del BLOQUE DE BIBLIOTECAS, AULAS Y OBSERVATORIO VIPRI, ubicada en la Avenida Panamericana, contigua a las edificaciones del Fondo de Salud, Fondo de Jubilados y Cafetería VIPRI.

La construcción es una edificación de cinco pisos, con un área de aproximadamente de 3000 metros cuadrados, que busca poner en funcionamiento las bibliotecas General, De Educación y La Biblioteca del centro de Idiomas, además aulas para Postgrados, y en la cubierta funcionará el Observatorio Astronómico.

El Bloque es una estructura diseñada en hormigón armado, aporticada, con zapatas individuales, vigas de cimentación, columnas de sección cuadrada, en el diseño se incluye una pantalla ubicada en el bloque 2, losas aligeradas, vigas estructurales y vigas canal. Los cálculos y diseños de este proyecto fueron realizados por la Ingeniera Viviana Lima Mesías.

## ABSTRACT

The executed project corresponds to the construction of the **BLOCK OF LIBRARIES, CLASSROOMS AND OBSERVATORY VIPRI**, located in the Panamerican Avenue, contiguous to the constructions of the Fund of Health, Fund of Pensioners and Cafeteria VIPRI.

The construction is a construction of five floors, with an area of approximately of 3000 square meters that it looks for to put into operation the Libraries General, of Education and The Library of the center or Languages, also classrooms for Graduate degrees, and in the cover the Astronomical Observatory will work.

The block is a structure designed in armed concrete, porch, with individual half boots, foundation beams, columns of square section, in the design a screen is included located in the block 2, unloaded flagstones, structural beams and beams channel. The calculations and designs of this project were carried out by the Engineer Viviana Lima Mesias.

## INTRODUCCION

La Universidad de Nariño ha logrado un desarrollo físico que ha contribuido con el aspecto urbanístico de la ciudad, siendo la infraestructura de la Universidad de Nariño, la más notoria y moderna entre todas las universidades de Pasto. Los cambios presentados en los últimos años han dado paso a que se amplié la cobertura en subprogramas existentes y ha permitido la diversificación de nuevos programas académicos.

El bloque de Bibliotecas, Aulas y Observatorio VIPRI, es una de las edificaciones que hacen parte de este cambio, sus instalaciones abrirán las puertas a profesionales con ambición de superación, que al ingresar a nuevas alternativas de postgrado, encuentren conocimientos que los hagan altamente competitivos en el desarrollo de sus carreras profesionales.

A los estudiantes de Ingeniería Civil, se ha dado la oportunidad de ser parte de este proceso de cambio, como residentes en las construcciones que adelanta la Universidad. Esto es beneficioso para los estudiantes que realizan la práctica que permite complementar los conocimientos adquiridos en el transcurso de la carrera. De esta manera la Universidad de Nariño entrega profesionales con una formación integral capacitados para la toma de decisiones y la solución de problemas en el ámbito laboral.

## **1. PRELIMINARES**

### **1.1 JUSTIFICACION**

La Universidad de Nariño, busca mejorar su planta física, y con el BLOQUE DE BIBLIOTECAS, AULAS Y OBSERVATORIO VIPRI, pretende brindar espacios de consulta e investigación, para todos aquellos profesionales que ingresan a los programas de Postgrado en busca de alcanzar un mayor nivel competitivo en el campo laboral.

La Participación de los Estudiantes de Ingeniería Civil, dentro de las construcciones, obedece a la necesidad de realizar un seguimiento a las obras que se adelantan en la Universidad, EL BLOQUE DE BIBLIOTECAS, AULAS Y OBSERVATORIO VIPRI, es una obra de gran magnitud que requiere la coordinación y dirección de las actividades constructivas para garantizar la ejecución de la obra con calidad.

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 Objetivo General**

- Ejecutar la Residencia de Obra en la construcción BLOQUE DE BIBLIOTECAS, AULAS Y OBSERVATORIO VIRPI.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Programar las actividades constructivas según la disponibilidad de presupuesto.
- Analizar y resolver problemas que se presenten en el desarrollo de la Obra.
- Planear el alquiler de los equipos utilizados en la producción de concretos.
- Anotar diariamente en la bitácora, las actividades que se ejecutan en la obra
- Presentar un informe final de las actividades que se desarrollaron durante la residencia de Obra.

## **2. DESCRIPCION DEL PROYECTO**

El Bloque de bibliotecas, Aulas y Observatorio VIPRI, corresponde a n edificio de cinco pisos, dividido en tres bloques, el bloque 1 y bloque 2 tienen una distribución arquitectónica en la que se han diseñado espacios para albergar bibliotecas en su primer piso; 32 aulas distribuidas en los cuatro pisos siguientes; una sala de conferencias para su sede postgrados. El bloque 3 es un sistema aporticado que resiste una escalera autoportante.

En la cubierta del bloque 1 se ha designado un espacio para la construcción del Observatorio Astronómico que cuenta con un área de 62.57 m<sup>2</sup> y una cúpula de rotación horizontal en 360° y apertura vertical a los 100°. La unidad sanitaria del edificio se encuentra situada en el bloque 2 a partir del segundo piso.

Los diseños arquitectónicos cumplen con las especificaciones de espacio y funcionalidad que la sede de postgrados requiere en la actualidad, estos fueron realizados por el arquitecto Mario Arias los diseños estructurales por la Ingeniera Viviana Lima Mesías.

### **2.1 LOCALIZACION DEL PROYECTO**

El bloque de Bibliotecas, Aulas y Observatorio VIPRI, se encuentra ubicada en la Avenida Panamericana, en el barrio las Acacias frente al Liceo de la Universidad de Nariño. se ubica dentro de las instalaciones de la sede VIPRI, entre las edificaciones de Vicerrectoría de Postgrados e Investigaciones, la Cafetería, el Fondo de Jubilados y el Fondo de Salud.

### 3. RESIDENCIA EN LA OBRA BIBLIOTECAS, AULAS Y OBSERVATORIO VIPRI

Las actividades que se realizaron durante la ejecución de la pasantía principalmente son las que tienen que ver con la construcción de la estructura e concreto, entre estas se encuentra: losas aligeradas con casetón,  $e = 25$  cm y vigas de  $0,3 \times 0,5$  m en los piso cuarto y quinto, columnas de  $0,5 \times 0,5$  m de los bloques 1 y 2 del tercer al quinto piso, y los elementos estructurales que conforman el bloque 3. Simultáneamente se realizaron actividades como: instalaciones sanitarias, hidráulicas, mampostería y pañetes en los pisos segundo y tercero.



Vista panorámica lateral del edificio

### 3.1 COLUMNAS DEL TERCER, CUARTO Y QUINTO PISO

**3.1.1 Corte y Figurado de Hierro.** Las actividades de corte y figurado de refuerzo, se realizaron de acuerdo a las especificaciones suministradas por el diseño estructural. Para el refuerzo longitudinal de columnas se utilizaron las varillas en las denominaciones No.7 y No.8 corrugadas de 60 000 psi. El corte del refuerzo longitudinal se realizó con la utilización de seguetas.



Figura 1. Corte de varilla No. 7 para armado de columnas.

Para el refuerzo transversal de columnas se utilizó hierro No. 3 de 60 000 psi de acuerdo al diseño estructural. El corte de refuerzo transversal se realizó con cizalla.



**Figura 2. Corte de hierro con cizalla**



**Figura 3. Hierro No. 3 cortado para refuerzo transversal de columnas**

Cuando se tiene las chipas de hierro No. 3 cortadas en la medida que indican los planos para los flejes de columnas, se realiza el figurado de cada uno de los flejes con las medidas especificadas. En su armado las columnas requerían dos tipos de flejes uno exterior con una medida de 2 m y el interior con medida de 1,50 m . Para la figuración del refuerzo transversal se utiliza un madero en el que se instalan guías (pedazos de varillas) distanciadas con las medidas de los flejes y una figuradora sencilla que consta de un tubo que sirve como palanca para figurar el estribo. Periódicamente se verificaron las dimensiones de flejes, de igual manera los dobleces o esquinas de los mismos con el fin de observar que en estos no se presenten fisuras o grietas (ver figura 4).



**Figura 4. Figurado de hierro No. 3 para armado de columnas**



**Figura 5. Verificación de medidas de flejes**



**Figura 6. Flejes para columnas**

**3.1.2 Armado de Refuerzo de Columnas.** El armado de acero de refuerzo se realizó de acuerdo a los datos entregados por el diseño estructural. Cuando se coloca el acero de refuerzo este debe sostenerse con firmeza en la posición adecuada como se indican en los planos de diseño, asegurándolo con alambre de amarre calibre 18 que es lo suficientemente dúctil y económico para usarse en obra, utilizando como herramienta un amarrador, hecho en obra comúnmente llamado vichiroque.



Figura 7. Amarrado de flejes Columna H6 B2 piso 5



Figura 8. Armado de refuerzo para Columna C3 B1 piso 5

Para armar el refuerzo longitudinal se utilizo el tipo de empalme llamado empalme montado en el que se une una varilla con otra, la longitud de este es de 80 cm atándolas con alambre, esta es la manera más fácil de asegurarlas para que no haya desplazamiento durante el vaciado del concreto.



**Figura 9. Refuerzo longitudinal de columna antes del traslapo**



**Figura 10. Traslado de refuerzo longitudinal de Columna N12 B3 piso 4**

El Refuerzo transversal en columnas, como se menciono anteriormente se realizado con hierro No. 3, que fue armado como lo indican los planos estructurales. Para las columnas de los pisos tercero, cuarto y quinto, Bloque 1 y 2, se realizaron dos clases de flejes uno de longitud 2 m y forma cuadrada; el segundo de longitud 1,5 m en forma cuadrada que se localiza en la parte interna de las columnas formando un rombo.



**Figura 11. Flejes de columnas**

**.1.3 Formaleta De Columnas.** Para la elaboración de la formaleta de columnas se utilizó: tajillos de achapo de 15 y 20 cm con un espesor de 3 cm para tableros, listones de achapo de 4x8 cm para los tornapuntas, amarras de hierro No. 3 y alambre de amarre para la sujeción de los tableros y guaduas para el apuntalamiento.



**Figura 12. Formaleta columnas B2 piso**

La madera que se utilizó en la construcción de los tableros fue tajillo de achapo que formo piezas sólidas que evitaron que al fundir la columna aparezcan barrigas. Cuando se realizo la formaleta se tuvo especial cuidado con las esquinas para que en el momento de desenconfrar las columnas no queden desportilladas.



**Figura 13. Madera de achapo para formaleta de columnas.**



**Figura 14. Colocación de Tableros para formaleta de columna.**

Los puntales deben colocarse una vez se haya montado la formaleta, se debe tener la seguridad de que la formaleta se apuntala y se estabiliza adecuadamente. Es muy importante tener en cuenta que los puntales solo son dispositivos de alineamiento, que estos no soportan presión del concreto o cualquier parte de esta. Los puntales, en este caso guaduas, se situaron en la parte superior e inferior de la formaleta, en las cuatro caras de la columna.



**Figura 15. Apuntalamiento de Columna E3 Bloque 1 piso 3**

El chequeo de los alineamientos se realiza con hilos ubicados sobre puntos de referencia y su verticalidad mediante el uso de pesas. Este proceso se realiza antes y después de la fundición de la columna, para chequear que su posición sea correcta tanto en su alineación vertical como horizontal, porque de no cumplirse con estas se haría necesaria la demolición de la columna. Estos alineamientos se consiguen con el uso de puntales (guadua), que se disponen de tal forma que consigan los alineamientos requeridos.

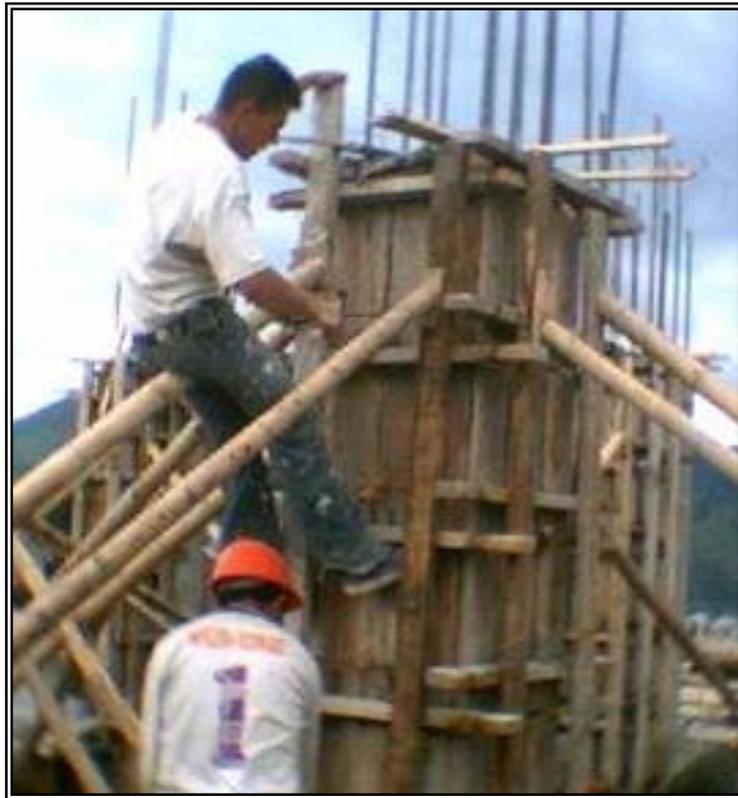


**Figura 16. Verificación de verticalidad Columna C2 B1 Piso 3**



**Figura 17. Verificación de la alineación de la columna L10 B2 piso 4**

Una vez colocada y alineada la formaleta, se deben asegurar los puntales de tal forma que al vaciar el concreto o por fuerzas horizontales como el viento, la formaleta no pierda su alineamiento y verticalidad, ya que después de fundida la columna, lograr que nuevamente regrese a su posición correcta es una tarea muy dispendiosa debido al peso adquirido por el concreto



**Figura 18. Aseguramiento de formaleta**

**3.1.4 Fundición De Columnas.** La mezcla de concreto utilizada en la fundición de columnas se realizó con una dosificación 1:2.5:2.5 con los siguientes materiales: arena negra de Minas las Terrazas, triturado fino de Cantera Briceño, cemento Diamante en los pisos tercero y cuarto, cemento Conquistador en columnas del quinto piso.



**Figura 19. Recepción de material**

La disposición de los agregados utilizados para la mezcla de concreto se hizo de manera que no obstruya el transporte de los materiales que hacían falta, además se situaron de tal forma que cada uno de los maestros disponga del agregado necesario en el momento de la fundición. Las empresas que suministraron los materiales fueron bastante serias con los tiempos de entrega, a pesar de esto los pedidos del material se realizaron con suficiente anterioridad para evitar contratiempos los días de la fundición.



**Figura 20. Disposición de los agregados en obra**

La mezcla 1:2.5:2.5 se caracterizó por su trabajabilidad que se define como la facilidad con la que puede mezclarse, manejarse, transportarse y colocarse en su posición final. Esta dosificación fue diseñada para cumplir la resistencia exigida de 3 000 psi; en pruebas de laboratorio realizadas por la interventoría se observó que esta dosificación logró sobrepasar los 3 000 psi realizando la prueba a los 28 días.



**Figura 21. Mezclado de concreto**



**Figura 22. Vaciado de concreto del trompo de mezcladora al balde de pluma grúa**

Los días de fundición de columnas se realizaron pruebas con el cono de Abrams para determinar la cantidad de agua que se necesita en la mezcla, los asentamientos que se obtuvieron en todos los casos fueron de 4 cm.



**Figura 23. Prueba de Abrams**

Para las columnas de los pisos tercero, cuarto y quinto se necesita una pluma grúa para transportar el concreto hasta el nivel deseado y después se lo transporta mediante carretillas hasta el sitio del vaciado.



**Figura 24. Elevación de concreto por medio de una Pluma Grúa**

Minutos previos al vaciado del concreto, la formaleta de columna es humedecida para evitar que absorba el agua de la mezcla. Además se vació una pequeña cantidad de mortero 1:4, para evitar que en la parte inferior de la columna se produzcan agrietamientos.



**Figura 25. Vaciado de concreto Columna L10 B2 piso 4**

El vibrado del concreto es muy importante en la fundición de las columnas porque de este depende la consolidación del concreto, se debe tener cuidado de que el concreto, rodee completamente el refuerzo y que llegue a todos los sitios especialmente a las esquinas. Si se realiza un buen vibrado, se tiene la seguridad de que no se produzca hormiguo en las columnas; además se debe evitar que el vibrado no se realice directamente sobre el refuerzo, porque se puede destruir la adherencia del concreto que ha empezado a fraguar.



**Figura 26. Vibrado de concreto en la columna k8 B2 piso 4**



**Figura 27. Rectificación de alineamientos y verticalidad de la columna fundida.**

Las columnas se descimbran 24 horas después de haberse fundido, porque se tiene la certeza de que el concreto, ha fraguado lo suficiente como para soportar su propio peso. En el momento de descimbrar se tuvo especial cuidado con las formaletas, esto contribuyo a que sus usos fueran más de los que inicialmente se pensaron. En esta obra las formaletas de columnas alcanzaron 12 usos, reduciendo enormemente los costos de formaleta.



**Figura 28. Descimbrado de Columnas I10 B2 piso 4**



**Figura 29. Columna I10 B2 piso**

Luego de desencofrar las columnas, se procedió a realizar el curado durante 7 días, evitando la pérdida de humedad del concreto para que no se afecte su resistencia y no se presenten agrietamientos en la superficie de la columna.



**Figura 30. Curado de columnas.**



**Figura 31. Vista Panorámica de Columnas B1 piso 5**



**Figura 32. Vista Panorámica de columnas B2 Piso 5**

**3.1.5 Pantalla.** En el diseño estructural del edificio se encontró una pantalla de dimensiones de 1,3 x 0,3m, con nomenclatura J10. Se tuvo especial cuidado con esta, por sus dimensiones, los flejes de que se figuraron fueron de 3,30 m de longitud y un fleje interno de 0.45 m. La formaleta que se utilizó alcanzó 4 usos. El proceso de cimbrado de la pantalla demandó más tiempo que el de las otras columnas. En cuanto a la fundición se tuvieron en cuenta todos los aspectos que se mencionó anteriormente.

El proceso descrito anteriormente se siguió para la elaboración de la pantalla en los pisos 3°, 4° y 5°.



**Figura 33. Armado de Pantalla**



**Figura 34. Formaleta de Pantalla**



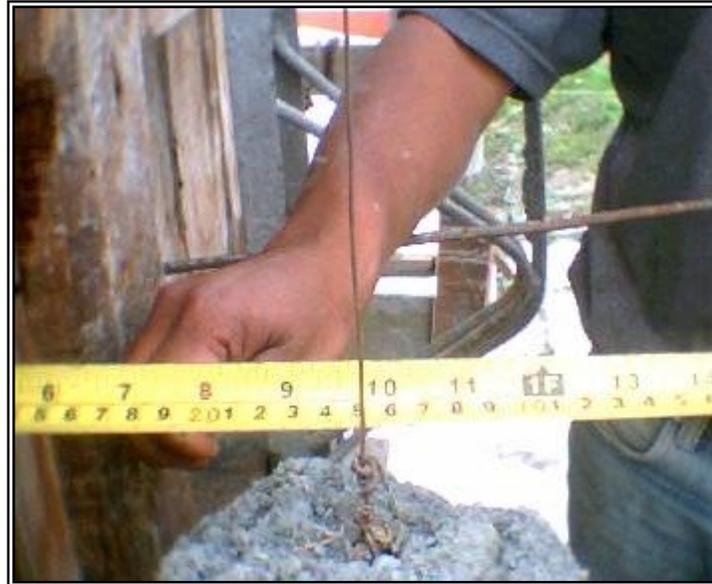
**Figura 35. Andamios para la fundición de la Pantalla**



**Figura 36. Formaleta lista para la fundición**



**Figura 37. Chequeo de los alineamientos de la Formaleta después de la fundición**



**Figura 38. Verificación del plomo de las pesas**



**Figura 39. Aspecto final de la pantalla**

### 3.2 VIGAS DE ENTREPISO DEL TERCERO, CUARTO Y QUINTO PISO

Según Los cálculos estructurales, las vigas cargueras y riostras de losas, tienen dimensiones de 0,3 x 0,25 m. Por ser la losa aligerada de 25 cm las vigas quedan descolgadas la mitad de su peralte. Las vigas de borde tienen una dimensión de 0,25 x 0,25 m, las cuales quedan embebidas en la losa.



Figura 40. Vigas cargueras descolgadas ubicadas en la dilatación de los bloques 1 y 2 en el 3º piso.

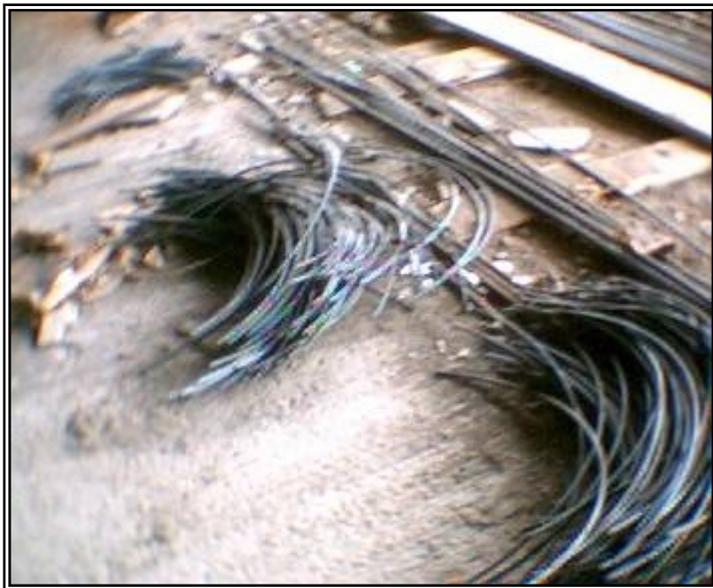


Figura 41. Panorámica de las vigas de los bloques 1 y 2 piso 4.

**3.2.1 Corte Y Figurado De Hierro.** Teniendo en cuenta la disposición de hierro en los planos se corto y figuró el refuerzo para las vigas. Las barras utilizadas para el refuerzo estructural fueron No. 4, No. 5, No. 6, No. 7, No. 8 corrugadas de 60 000 psi Todos los flejes de las vigas se realizaron en hierro No. 3 que se corto con cizalla y se figuró de manera artesanal con una Figuradora sencilla.



**Figura 42. Corte de hierro No. 3 con cizalla**



**Figura 43. Hierro No. 3 para flejes de Vigas**



Figura 44. Figurado de hierro para flejes de vigas.



Figura 45. Fleje de viga de entrepiso



Figura 46. Almacenamiento de Flejes de vigas



Figura 47. Corte de varilla para refuerzo por flexión de vigas

**3.2.2 Formaleta Para Vigas.** Como se mencionó anteriormente las vigas tienen un peralte de 50 cm, de los cuales 25 cm quedan descolgados, por esta razón, se hizo necesario alquilar formaleta adicional para vigas, entre la que se cuenta tacos cortos, diagonales cortas, cerchas metálicas y tableros; cabe anotar que los costos se incrementan porque no se puede utilizar la misma formaleta losa.



**Figura 48. Formaleta metálica para vigas B1 piso 5**

Para cubrir lateralmente los 25 cm de vigas, se utilizó tabla ordinaria, tiras de 3 cm y varengas; esta formaleta se arma una vez la viga está completamente armada y amarrada. Esta madera solo alcanzó un uso porque se adhiere al concreto y en el momento de descimbrar, queda totalmente arruinada.



**Figura 49. Colocación de formaleta lateral para vigas B1 piso 5**



**Figura 50. Formaleta lateral de vigas armadas**

**3.2.3 Armado de Hierro de Vigas.** El armado de vigas se realizo, de acuerdo a los datos suministrados por el cálculo estructural. Se armo las varillas en cada viga respetando las longitudes de desarrollo y de empalme que en los planos se indican. Los ejes de las vigas cargueras se enumeraron de 1 a 5 en el bloque 1 y de 6 a 11 en el bloque 2. Las vigas Riostras se numeraron desde el eje A hasta G en el bloque 1 y de H hasta L' en el bloque 2. Los flejes por cortante se distribuyeron a 10 cm. en las zonas de confinamiento y a 20 cm. donde el calculo estructural indico que llevaba menos refuerzo por cortante.



**Figura 51. Armado de refuerzo longitudinal y flejes de viga 10 B2 piso 4**

El refuerzo longitudinal se empalma por medio de alambre de calibre 18, al igual que los estribos. La distancia entre los flejes y la disposición de la varillas se revisan una vez que la viga armada.



**Figura 52. Amarre de vigas de B2 Piso 5**



**Figura 53. Vista de la viga 3 Terminada**

**3.2.4 Fundición de Vigas de Entrepiso.** La mezcla utilizada para la fundición de vigas tiene una dosificación 1:2.5:2.5 que alcanzó una resistencia mayor a los 3 000 psi Se tuvo especial cuidado en la dosificación de agua, la cual se determino realizando la prueba del cono de Abrams, Esta prueba se realiza varias veces durante la fundición, ya que en el transcurso del día cambian las condiciones como la Temperatura ambiente y la humedad de los agregados. Para realizar una mezcla uniforme se utilizó mezcladoras eléctricas y a gasolina, El transporte del concreto se realiza mediante pluma grúa para alcanzar el nivel de fundición, este es uno de los equipos al que se le debe prestar mayor atención, porque implica un riesgo para los obreros si no esta bien asegurada y si el operario no es una persona con experiencia en su manejo. Se utilizó vibrador para distribuir uniformemente el concreto dentro de la viga, evitando que esta presente hormigueos.



**Figura 54. Elaboración de concreto en mezcladora**



**Figura 55. Control de asentamiento por cono de Abrams, asentamiento 4 cm.**



**Figura 56. Transporte de concreto por medio de pluma grúa.**



**Figura 57. Vaciado de concreto en la viga A B1 Piso 4**



**Figura 58. Vibrado de viga C B1 Piso 4**

Después de realizar pruebas de laboratorio, por parte de la interventoría, se obtuvieron resultados satisfactorios en cuanto a la resistencia del concreto, con esta autorización a los 21 días después de la fundición se retira la formaleta. Se revisa que las vigas cumplan con la sección especificada por el diseñador y que no presenten hormigueos.



**Figura 59. Desencofrado de viga C piso 4 a los 21 días.**



**Figura 60. Desencofrado de viga C piso 5 a los 21 días.**

### 3.3 LOSA DE ENTREPISO 4º Y 5º PISO

La losa diseñada es una losa aligerada en una dirección este sistema consiste en la combinación de nervaduras o viguetas espaciadas regularmente y una loseta superior. El espesor de la losa es de 25 cm y para lograr el aligeramiento se realizó casetones en obra con madera y tela aligflex.

La construcción de la losa se hace de manera independiente, por la extensión de cada uno de los bloques era muy difícil realizar las dos fundiciones el mismo día.

En la losa del bloque 1 se presentaron dos tipos de nervios (nervio 7 y nervio 9) y en la losa del bloque 2 cinco tipos de nervios (nervios 1, 2, 3,4 y 6)



Figura 61. Losa de entrepiso B2 piso 4

**3.3.1 Corte y Figurado de Hierro de Nervaduras.** Se utilizó acero de refuerzo de 60 000 psi al igual que en columnas y vigas se respetaron los planos de diseño. Para el armado se utilizaron Hierro No. 3, Varilla No. 4, Varilla No. 5 y flejes en Hierro No. 2.



**Figura 62. Hierro para nervaduras de losa**



**Figura 63. Método para desdoblar hierro No. 2 y No.3 para nervios de losa**

Se cortó pedazos de hierro No. 2 de 0,55 m para flejes de nervaduras en forma rectangular. Para las viguetas riostras se cortaron pedazos 0,3 m en forma de s.



**Figura 64. Corte de hierro No. 2 para flejes de nervaduras**



**Figura 65. Almacenamiento de flejes de nervaduras.**

**3.3.2 Formaleta de Losa de Entrepiso.** Para el encoframiento de losa se alquiló formaleta metálica, compuesta por tacos largos, vigas, tijeras Largas, tableros en madera y teleras. Con los tableros y teleras se conforma una plataforma que previamente está sostenida por un armazón de tacos y vigas sobre la cual se fundirá la losa de entrepiso. Cabe destacar que el armado de las losas fue más dispendioso de lo común, por el diseño de vigas descolgadas como se ha mencionado anteriormente, ya que primero se armó la formaleta de vigas interfiriendo con la formaleta de losa. Además se utilizó tabla ordinaria y varengas para el parcheo de pequeñas zonas que presentan formas irregulares en donde no se podía ubicar tableros ni teleras.



**Figura 66. Tableros y teleras para formaleta de losa de entrepiso**



Figura 67. Colocación de tacos para armado de formaleta.



Figura 68. Colocación de vigas y tableros para armado de formaleta.



**Figura 69. Formaleta completamente armada.**



**Figura 70. Parcheo con tabla ordinaria y varengas de zonas irregulares**

**3.3.3 Armado de Refuerzo de Nervadura.** Se realizó de acuerdo a las especificaciones del diseño estructural, respetando longitudes de desarrollo, longitudes de empalme, ganchos y la disposición de flejes tal cual se encuentran en los planos estructurales. Las denominaciones del acero de refuerzo es el mencionado en el corte y figurado.



**Figura 71. Armado de varillas del nervio 2 B2 piso 4**



**Figura 72. Colocación de estribos del nervio 6 B2 piso 4**

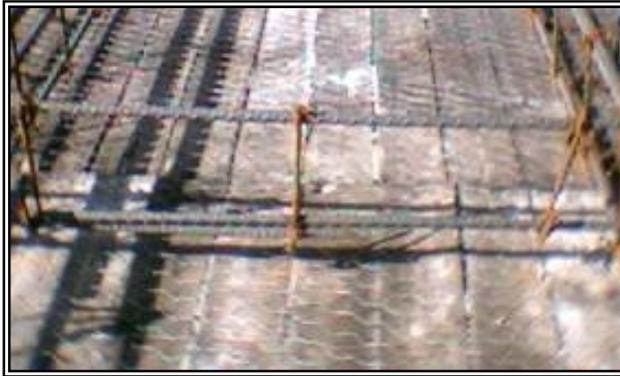


**Figura 73. Vista de nervaduras del B2 piso 4**



**Figura 74. Vista panorámica armado de refuerzo vigas de entrepiso y nervaduras**

Además de las nervaduras, se debieron colocar nervaduras transversales de repartición en sentido ortogonal a las primeras, convenientemente distribuidas para el arriostamiento de la losa en ese sentido. El refuerzo utilizado para nervaduras de arriostamiento fue de desperdicios de varilla No. 4 y flejes en forma de S de hierro No. 2.



**Figura 75. Nervaduras riostras**

Para la loseta superior o de recubrimiento se colocó refuerzo por retracción de fraguado y temperatura, para evitar su agrietamiento. Según disposiciones del diseño se armó con Hierro No. 2 cada 40 cm en los dos sentidos de la losa, que se amarra a las vigas con alambre de amarre.



**Figura 76. Colocación de refuerzo por retracción de fraguado y temperatura.**

**3.3.4 Fabricación de casetones.** Los casetones son elementos que sirven para aligerar las losas de entpiso, eliminando buena parte del concreto a tracción que no se considera estáticamente útil. Los materiales que se utilizaron en la fabricación de los casetones fueron: grapas, clavos 2", varengas de 4x2, pedazos de tabla con un ancho de 13 cm de longitudes de 70, 68, 65, 60, 50 cm para formar 5 tipos diferentes de casetones de las dimensiones ya mencionadas y tela aligflex para recubrir el armazón de madera. Antes de la fundición el residente revisó que todos los casetones estuvieran en el lugar que disponen los planos estructurales.



**Figuras 77. Casetones de madera 70 cm.**



**Figura 78. Recubrimiento de casetón con tela aligflex.**



**Figura 79. Casetón de losa de entrepiso terminado.**



**Figura 80. Colocación de casetones en losa de entrepiso B2 piso 4**

**3.3.5 Loseta Inferior.** Se realizó con cemento y arena negra en una proporción 1:4 con un espesor de 2 cm un día antes de la fundición de la losa de entrepiso. Previamente se coloca una malla de gallinero con abertura de 3 cm sujeta con alambre de amarre a vigas y nervios para que soporte la capa de 2 cm de la loseta inferior.



**Figura 81. Colocación de malla de gallinero para loseta inferior.**



**Figura 82. Vaciado de mortero de loseta inferior.**

**3.3.6 Andamios.** Cuando se recibió la obra, se habían elaborado andamios en guadua, para subir el concreto al segundo y al tercer piso, pero se observó que estos no brindaban la seguridad necesaria para los obreros que manipulaban equipos como la mezcladora en la parte baja, y la pluma sobre el andamio, por esta razón se decidió comprar madera de Eucalipto para armar andamios que queden estables cuando se opera la pluma, porque la fuerza que genera el motor de este equipo es lo suficientemente grande como para mover el andamio. Además se utilizaron listones, Hierro No.2 y alambre para asegurarlos, y tablonés para formar una plataforma sobre el andamio. Cabe mencionar que estos andamios se utilizaron también en la fundición de Columnas y vigas. Además fueron de gran utilidad para el transporte de elementos como varillas, formaleta, casetones, bloques de mampostería, todos elevados por medio de pluma.



**Figura 83. Palos rollizos para elaboración de andamios.**

**3.3.7 Fundición de Losa de Entrepiso.** Con la misma dosificación de la mezcla utilizada en columnas, 1:2.5:2.5, se trabajó la fundición de la losa, en la que se incluye fundición de vigas, nervaduras y loseta superior. El control de la producción de la mezcla se hace de manera rigurosa, en cuanto a la cantidad de agregados, cemento, y agua principalmente. La primera parte del proceso de fundición se refiere al llenado de concreto en vigas; esto se describió anteriormente en el ítem de fundición de vigas de entrepiso. Para iniciar la fundición se hace una prueba de cono de Abrams y se determina la cantidad de agua que se le adiciona a la mezcla.



**Figura 84. Prueba de cono de Abrams, al inicio de la fundición**



**Figura 85. Elaboración de concreto en mezcladora**

La mezcla es transportada hasta el piso de fundición por medio de una pluma y después se transporta en carretas hasta el lugar del vaciado de concreto



**Figura 86. Vaciado de concreto de la pluma a la carretillas que lo distribuyen**

El vaciado de concreto se realiza primero en vigas, nervaduras riostras y nervaduras, las dimensiones de los nervios son de 0,15 x 0,25 cm Para distribuir el concreto de manera uniforme se utiliza varios vibradores.



Figura 87. Transporte de concreto en buggys



Figura 88. Vibrado de concreto de nervaduras

La loseta superior tiene un espesor de 5cm, esta loseta hace parte del recubrimiento superior de diseño de vigas y nervios, de igual forma esta loseta se funde sobre los casetones, es por eso que se debe tener especial cuidado con la altura de los casetones para que el recubrimiento de la losa sea el que se pide en los diseños estructurales. En algunas zonas el recubrimiento se incrementa en un centímetro para cubrir los conductos de las instalaciones eléctricas ya que estos se instalaron en su totalidad sobre las vigas.



**Figura 89. Vaciado de concreto para loseta superior.**

Para obtener el espesor de cinco centímetros se toman niveles a partir de puntos guías y se elaboran caminos de concreto sobre las vigas, al mismo nivel, en la parte central se vacía el concreto, se esparce y con un codal se talla tomando como guía los caminos elaborados. Se revisaron los niveles en varios puntos para que se mantenga un solo nivel en toda la losa, de esta manera se garantiza que cuando se realice el repello de pisos el consumo de cemento no sea exagerado y la losa quede completamente nivelada.



**Figura 90. Guías de tallado de loseta superior.**



**Figura 91. aspecto del recubrimiento luego de tallar.**

El curado de la losa se realizó durante los siete siguientes días a la fundición, este proceso se realizo varias veces al día, para que la losa permanezca siempre húmeda y de esta manera se evite que se pierda humedad, que se presenten agrietamientos, se evite la permeabilidad en el futuro y sobre todo se garantiza la resistencia de diseño del concreto.



**Figura92. Curado de concreto de losa**

Cuando los cilindros de prueba ensayados en laboratorio, por la interventoría, adquirieron el 90 % de la resistencia de diseño, se procedió a desformaletear. Para esto primero se retiran las tijeras, los tacos metálicos y las vigas, los tableros inicialmente quedan apretados unos con otros, estos caen después con ayuda de barras.



**Figura 93. Desencoframiento de losa**

### 3.4 ESCALERA

Inicialmente los diseños estructurales presentan una escalera clásica, por el reducido espacio del bloque 3, se cambio el diseño por una escalera autoportante, diseñada por el Ingeniero Jairo Erazo, revisada por la Interventora Betty Benavides y el Arquitecto Mario Arias Director de Obra. Con este diseño entregado por los residentes anteriores se comenzó la construcción de la escalera. La escalera está constituida por 18 peldaños, de 17cm huella, 30 cm de contrahuella y 1,55 m de ancho. Su descanso mide 1,25 m por 3,26 m con un espesor de 20 cm. La escalera en su primer tramo arranca en una viga de 1,55 x 0,40 m con 0,85 m de altura y se apoya en su parte superior en la viga N.



Figura 94. B3 Escalera.

**3.4.1 Corte, Figurado y Armado.** El corte y figurado de hierro de la escalera fue muy dispendioso, Para su refuerzo se utilizaron hierro No.3 y Varilla No. 5. de 60 000 psi. Al mismo tiempo se cortó y figuró el hierro para las vigas N, M, 12, 13, el nervio 13 y la viga de borde que conforman la losa de cada uno de los pisos del bloque 3. Cuando se realizo el armado de hierro, se tuvo especial cuidado con la ubicación de las parrillas (arriba o abajo) ya que las dimensiones de los hierros eran similares. (Ver figuras 95-96)



**Figura 95. Armado de Parrillas tramo 1 de Escalera**



**Figura 96. Parrilla de refuerzo tramo 2 de escalera**

**3.4.2 Formaleta de Escalera y Vigas del Bloque 3.** Se podría decir que la formaleta de escalera se divide en dos partes, la primera se realiza previamente al armado del hierro y esta incluye tableros, guaudas y vigas metálicas y se localiza en cada uno de los tramos de escalera y el descanso.



**Figura 97. Formaleta para tramo 2 y descanso de escalera**

La segunda parte se coloca cuando los hierros se encuentran en el lugar correcto, esta formaleta se arma completamente con madera, tajillos, tablas cortadas en tiras, varengas y listones, de esta manera se arman los laterales y los peldaños. Simultáneamente se arma la formaleta para las vigas y la losa del bloque 3.



**Figura 98. Formaleta en madera de peldaños**

**3.4.3 Fundición de Escalera, Vigas y losa trapezoidal del Bloque 3.** La fundición de escalera, se realiza simultáneamente con las vigas del bloque 3 y su losa. La mezcla utilizada en la fundición fue 1:2.5:2.5, se controló de igual manera que en las fundiciones de columnas y losas. El concreto fue vibrado para dar uniformidad a la mezcla.



**Figura 99. Vaciado de concreto en la escalera**



**Figura 100. Tallado en descanso de escalera**



**Figura 101. Vaciado de concreto en peldaños de escalera**



**Figura 102. Vibrado de concreto en peldaños de escalera**



**Figura 103. Aspecto de la escalera después de la fundición**



**Figura104. Aspecto final de la escalera**

### **3.5 MAMPOSTERIA DE SEGUNDO Y TERCER PISO.**

Los diseños arquitectónicos presentan dos clases de muros, todos los muros divisorios se pegan en forma de papelillo y los muros de fachada en su mayoría en soga.



**Figura 105. Vista de la mampostería de fachada pisos 2 y 3**

**3.5.1 Pega de Muros.** Los materiales utilizados fueron, Bloque No. 5, Bloque No. 5 en mitades y mortero 1:4. Antes de empezar el proceso de pega se deben humedecer los ladrillos hasta saturarlos, para iniciar la pega se extiende hilos a nivel que le sirven como guía al albañil, para la pega de cada hilada. Las capas de morteros que extienden sobre cada hilada son muy delgadas van desde los 0.6 hasta 2 cm. Para verificar que los muros queden verticalmente alineados se utiliza una plomada de punto que debe situarse a una altura mayor de 1m, cuando la plomada, queda apoyada sobre la parte inferior del muro, es señal de que el muro esta vencido, y en el caso contrario si la plomada queda muy lejos del bloque en la parte inferior quiere decir que se están formando bombeos en el muro. Para saber que se esta pegando el muro en forma correcta, la plomada debe alcanzar a girar libremente, esta práctica se realiza sobre una de las caras del muro y es del lado que el obrero se encuentre realizando la pega, el otro lado del muro presenta imperfecciones porque el bloque no es completamente uniforme.



**Figura 106.** Mezcla de arena con cemento, en proporción 1: 4



**Figura 107. Saturación de Bloque No. 5.**



**Figura 108. Pega de muros en Bloque 2 Piso 2.**

**5.2 Fundición de Dados.** Los dados son bloques rellenos de concreto, y sus medidas son 0,35 x 0,25 x 0,12 m estos hacen parte del muro y se funden cuando se realiza la pega. Estos dados se ubican donde se han realizado los anclajes que son varillas No. 2 de 1m de longitud, colocados en las columnas los días de fundición.

En los primeros pisos algunos de los anclajes se habían olvidado, por esta razón se hicieron posteriormente, perforando el concreto ya endurecido con taladro y para lograr que la varilla quede sujeta al concreto se utilizó un aditamento de Sika.

Entre el muro y la columna, queda una dilatación de 2 cm aproximadamente que posteriormente se rellanará con espuma.



**Figura 109. Dados fundidos.**



**Figura 110. Dilatación entre muro y columna.**

**3.5.3 Fundición de Columnetas.** Para la instalación de puertas se fundieron columnetas que van en los extremos de los muros. Los hierros se colocaron en los lugares indicados para conformar la columneta desde la fundición de la losa.



**Figura111. Columneta fundida, con formaleta.**

### 3.6 PAÑETES DE SEGUNDO Y TERCER PISO.

Los materiales utilizados fueron, cemento y arena blanca en proporción 1:5 respectivamente. Se realizaron pañetes en muros, cielo raso, vigas y columnas.

#### 3.6.1 Pañete de Muros.

Los espesores de pañetes de muros variaron entre 1 y 2.5cm. El proceso comienza con el humedecimiento de los muros, se aplica el mortero con palustre y se le da un acabado con llana y codal. Una vez terminado el paño de repellos se verificó con un codal que este sea uniforme en todo el muro.



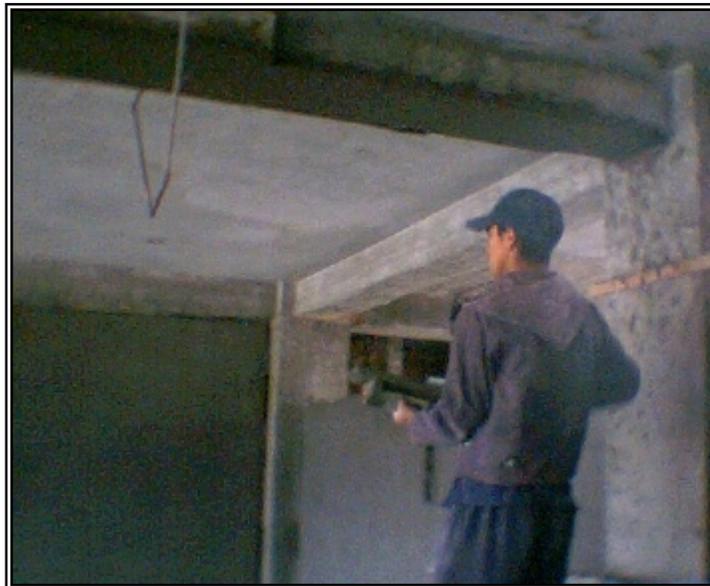
Figura 112. Elaboración de mortero y humedecimiento de muro

**3.6.2 Pañete de Cielo Raso.** Para su realización se armaron andamios con guadaña, tablonces y alambre de amarre. Se usaron hilos como guía par que el espesor de 2 cm fuera uniforme en toda su superficie.



**Figura 113. Pañete de cielo raso del B1 piso 2.**

**3.6.3 Pañete de vigas y columnas.** Este tipo de pañete es más dispendioso que los anteriores por que se deben sacar sus fillos a 90°; para conseguir este resultado se utilizan rieles de pandala sujetos con amarras hechas de hierro 3/8”.



**Figura 114. Pañete de vigas.**

### 3.7. INSTALACIONES SANITARIAS

Hacen parte de las instalaciones sanitarias: cambio de tubería externa existente, construcción de cajas de inspección, cámaras y la instalación de puntos sanitarios en el segundo y tercer piso.

**3.7.1 Cambio de Tubería Sanitaria existente.** Se realizó un cambio de tubería sanitaria en la parte exterior del edificio. Se reemplazó tubería de asbesto cemento de 6" en mal estado y muy cercana a la superficie, por tubería Novafort de 8". Para la instalación de la nueva tubería se excavó a mayor profundidad para darle la pendiente necesaria, esta actividad se volvió un tanto dispendiosa por la gran cantidad de roca que se encontró, retardando el cronograma de actividades.



Figura 115. Instalación de tubería Novafort 8"

**3.7.2 Cajas de Inspección.** Se construyeron 4 cajas de inspección, en ladrillo tolete pega en soga, con cañuelas y muros esmaltados, estas cajas se sellan con una tapa de concreto de 7 cm de espesor.



**Figura 116. Caja de inspección 1x1m.**

**3.7.3 Cámaras Sanitarias.** Las cámaras construidas son del tipo de cono de reducción. Para iniciar su construcción se fundió una base en concreto ciclópeo. Se elaboran con ladrillo tolete pega en tizón, se esmaltaron las cañuelas y los muros hasta la cota clave más alta. Para poder realizar inspecciones después de puestas en funcionamiento, se hicieron escalones cada 20 cm en hierro No. 3.



**Figura 117. Cámara sanitaria de 1.20x1.80m**

**3.7.4 Instalación de Puntos Sanitarios.** La unidad sanitaria del edificio se localiza en el bloque 2 entre los ejes J, K, 8 y 10. La Instalación se realizó conforme al diseño sanitario realizado por la Ingeniera Viviana Lima Mesías. Hasta la finalización de la pasantía se instalaron 28 puntos sanitarios en los pisos segundo y tercero, 14 en cada uno de estos, Para verificar el funcionamiento de las tuberías durante su vida útil, se construyó un buitrón con una escalera de acceso en hierro No. 3. Por el buitrón baja la tubería principal que recoge las aguas negras en cada uno de los pisos; es importante comentar que las instalaciones sanitarias no atraviesan el primer piso, porque en el van a funcionar Bibliotecas. Las tuberías sanitarias son de 4" y 2", por ser de gran tamaño se decidió instalarse sobre la losa para que no interfieran con ningún elemento estructural; por esta razón se fundió una sobrelosa que cubra las tuberías con un espesor de 9cm. entre las tuberías se aligero con granzón (residuo de arena Blanca), se amarró una malla con hierro No. 2 cada 40 cm. la mezcla utilizada fue 1:2.5:2.5.



**Figura 118. Punto sanitario y armado de sobrelosa**

### 3.8 INSTALACIONES HIDRAULICAS.

Las instalaciones se realizaron de acuerdo a los planos hidráulicos, se utilizó tubería PVC, de diámetros  $\frac{1}{2}$  y  $\frac{3}{4}$  de pulgada. Se instalaron 14 puntos hidráulicos en el segundo piso y 14 en el tercero.



Figura 119. Vista de puntos hidráulicos.

### 3.9 INSTALACIONES ELECTRICAS.

Las instalaciones eléctricas se realizaron conforme a los planos, del diseño eléctrico, la primera parte de estas instalaciones corresponde a la instalación de ductos en la losa y en muros para la instalación se utilizó tubería Conduit.

Las instalaciones en la losa se realizan cuando ya esta armada la formaleta, los tubos para lámparas se colocan por medio de los tableros, los ductos para tomacorrientes y los de voz y datos se instalan un día antes de la fundición cuando ya están puestos los casetones. Se reviso que ninguno de los tubos atraviese las vigas de la estructura.



Figura 120. Instalación de ductos eléctricos

### 3.10 OBRAS COMPLEMENTARIAS.

Además de lo mencionado anteriormente se construyeron obras como las siguientes:

- ♣ Jardinera.
- ♣ Escalera de acceso a cafetería.



**Figura 121. Jardinera Bloque 1.**



**Figura 122. Escalera de accesos a cafetería Bloque 1.**

### **3.11 MANO DE OBRA**

El pago de mano de obra de las diferentes actividades, se realiza mensualmente. Para esto se toman medidas de cantidades de obra verificadas por la interventoria, con estos datos se realizan las planillas que incluyen una acta de recibo, una orden de trabajo, el soporte de obra y un contrato basado en la ley 80 de contratación, diseñado por la oficina de planeación, el valor de cada actividad se toma de la lista de precios establecida para cada año en el fondo de construcciones.

## 4. OBRAS VARIAS

Durante el periodo de pasantía, comprendido entre el 15 de septiembre de 2004 y el 15 de marzo de 2005, el interventor y el residente de la Obra Bibliotecas, Aulas y Observatorio VIPRI, realizamos la residencia de otras obras: Fondo de Jubilados, Laboratorio Empresarial, Baños de Profesores, Preuniversitarios, Unidad sanitaria de la Planta Piloto de Agroindustria, Casetas de Gas y basuras, Oficina de sismología, Oficina en el bloque de Idiomas y Oficinas en laboratorio de Fisiología

### 4.1 FONDO DE JUBILADOS

**4.1.1 Residencia de Obra Fondo de Jubilados.** Las actividades realizadas en la terminación de esta obra fueron:

- ☞ Cubierta con eternit y correas metálicas
- ☞ Instalación y pintura de puertas metálicas
- ☞ Instalación y pintura de ventanas con antepecho
- ☞ Instalación y pintura de pasamanos
- ☞ Instalación y pintura de estructura metálica de escalera
- ☞ Repello filo dos lados
- ☞ Instalación total de vidrios
- ☞ Enchape de piso
- ☞ Enchape de muros de baño con azulejo
- ☞ Enchape de piso con tableta en descansos de escalera
- ☞ Inst. Barrederas de cerámica.
- ☞ Instalación de sanitario
- ☞ Instalación lavamanos
- ☞ Instalación de incrustaciones
- ☞ Construcción de caja de inspección
- ☞ Instalación de rejillas
- ☞ Pintura de muros
- ☞ Estuco de muros, cielo raso y estrías
- ☞ Instalaciones eléctricas de voz y datos
- ☞ Enchape en granito lavado en escaleras
- ☞ Instalación de Cielo Raso en Panel de Yeso
- ☞ Pago de Planillas de Mano de Obra



Figura 123. Vista frontal Fondo de Jubilados

## 4.2 LABORATORIO EMPRESARIAL

**4.2.1 Residencia laboratorio empresarial.** Durante la residencia en esta obra se realizaron las siguientes actividades:

- ♣ Retiro de durita
- ♣ Retiro de baldosa sobre piso
- ♣ Fundición de placa de piso  $e = 0,05m$
- ♣ Repello de piso sin afinar
- ♣ Enchape de piso con cerámica
- ♣ Instalación barredera de cerámica
- ♣ Estuco común
- ♣ Pintura en muros y cielo raso
- ♣ Pintura de ventanas
- ♣ Pintura de puertas
- ♣ instalaron 18 cubículos de trabajo con divisiones en aluminio
- ♣ Instalaciones eléctricas, telefónicas y de voz y datos

### **4.3 UNIDAD SANITARIA DE LA PLANTA PILOTO DE AGROINDUSTRIA**

**4.3.1 Residencia De Obra En La Unidad Sanitaria De La Planta Piloto De Agroindustria.** Durante la residencia en esta obra se realizaron las siguientes actividades:

- ♣ Fundición de alfajía en concreto Reforzado
- ♣ Excavaciones hasta 1 m de profundidad
- ♣ Excavación mayor de 1 m de profundidad
- ♣ Demolición de andén e =0,15m
- ♣ Fundición de piso e =0,10 m.
- ♣ Repello sin afinar en piso
- ♣ Enchape de piso con cerámica
- ♣ Repello afinado en muros
- ♣ Fundición de zapatas (0,55x0,55)m
- ♣ Fundición de vigas de cimentación (0,25x0,25)
- ♣ Fundición de columnas
- ♣ Fundición de vigas aéreas
- ♣ Fundición de losa maciza e =0,15 m

### **4.4 BAÑOS DE PROFESORES Y PREUNIVERSITARIOS**

**4.4.1 Residencia de obra.** Durante la residencia en esta obra se realizaron las siguientes actividades:

- ♣ Retiro de sanitarios
- ♣ Retiro de lavamanos
- ♣ Retiro de puertas ( 2.20 x 1.10)
- ♣ Demolición de muros e = 0.15m.
- ♣ Retiro de azulejo
- ♣ Retiro de pisos
- ♣ Repello de pisos
- ♣ Enchape de piso con cerámica
- ♣ Repellos
- ♣ Repello afinado
- ♣ Pega de muro tolete
- ♣ Enchape de baños con azulejo
- ♣ Lava traperos (0,6x0,4)m
- ♣ Pintura de muros
- ♣ Estuco de muros
- ♣ Pintura en cielo raso
- ♣ Instalación barrederas cerámica

- ♣ Instalación de orinales
- ♣ Instalación de lavamanos
- ♣ Instalación de sanitarios
- ♣ Instalaciones eléctricas

#### **4.5. CASETAS DE GAS Y BASURAS**

**4.5.1 Residencia de obra.** Durante la residencia en esta obra se realizaron las siguientes actividades:

- ♣ Replanteo
- ♣ Descapote
- ♣ Excavaciones hasta un metro de profundidad
- ♣ Relleno de zanjas compactadas
- ♣ Fundición de viga de piso (0,2x0,2)m
- ♣ Fundición de zapatas (0,5x0,5)m e =0,2m
- ♣ Fundición de cinta de amarre (0,2x0,12)m
- ♣ Fundición de columnas (0,2x0,2)m
- ♣ Fundición de losa maciza e =0,10 m
- ♣ Fundición de placa de piso e =0,10m
- ♣ Pega de muro tolete doble
- ♣ Pega de muro tolete
- ♣ Repello de muros
- ♣ Repello de muros afinado
- ♣ Repello de muros esmaltado
- ♣ Repello de columnas dos lados (0,20x0,20)m
- ♣ Repello filo un lado
- ♣ Repello de losa cielo raso
- ♣ Repello de piso
- ♣ Repello esmaltado de losa
- ♣ Enchape con azulejo
- ♣ Instalación de puerta (2,20x1)m incluye revoque
- ♣ Instalación ventana incluye revoque
- ♣ Instalación puntos sanitarios
- ♣ Instalación de tubería sanitaria
- ♣ Fundición de andén en concreto

#### **4.6. OFICINA DE SISMOLOGIA**

**4.6.1 Residencia de obra.** En esta obra se realizaron las siguientes actividades:

- ♣ Demolición de muros
- ♣ Instalación de puerta metálica
- ♣ Pintura muros

- ♣ Pintura filos
- ♣ Estuco de filos
- ♣ Enchape con cerámica

#### **4.7 OFICINA EN EL BLOQUE DE IDIOMAS**

**4.7.1 Residencia de Obra.** En esta obra se realizaron las siguientes actividades

- ♣ Instalación de antepecho
- ♣ Instalación de puerta metálica (1,53x2,64)m
- ♣ Pintura cenefa

#### **4.8 OFICINAS EN LABORATORIO DE FISIOLÓGÍA**

**4.8.1 Residencia de Obra.** Durante la residencia en esta obra se realizaron las siguientes actividades:

- ♣ Retiro de puerta en madera
- ♣ Demolición de muro e =0,15m
- ♣ Demolición de mesón
- ♣ Demolición de base de mesón
- ♣ Pega de muro tolete
- ♣ Retiro de azulejo
- ♣ Repello de muro sin afinar
- ♣ Repello esmaltado de piso
- ♣ Instalación de puertas en madera
- ♣ Estuco común
- ♣ Pintura de muros
- ♣ Instalación de divisiones en aluminio

## **5. CONCLUSIONES**

- Las obras de la Universidad de Nariño, presentan avances de acuerdo a la gestión que por parte de las directivas se adelanten, por esto es de suma importancia planear las actividades que con la disponibilidad de dinero se puedan ejecutar.
- La presencia de un ingeniero residente dentro de una obra es fundamental, para resolver los problemas constructivos que se presentan.
- Es importante planear la ejecución de las fundiciones para que los costos de alquiler de equipo no se incrementen y por ende no se eleve el costo del concreto.

## **BIBLIOGRAFIA**

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS. Normas Colombianas para la presentación de trabajos de investigación. Quinta actualización. Santa Fé de Bogotá D.C.: ICONTEC, 2004. p. 20-25.

LIMA MESIAS, Viviana. Estudio de suelos, diseño estructural y diseño Instalaciones Hidrosanitarias del edificio para aulas, bibliotecas y observatorio astronómico Universidad de Nariño – Postgrados. Pasto: Universidad de Nariño 2004. 19 p.

SEGURA, Jorge, Estructuras de Concreto. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. 2002. p. 20-26.

WADDELL, Joseph y DOBROWOLSKI, Joseph, Manual de la Construcción con Concreto. México: 1996. 125 p.