

**RESIDENCIA EN LA CONSTRUCCIÓN DE LOS BLOQUES DE LA FACULTAD
DE ARTES DE LA UNIVERSIDAD DE NARIÑO**

EDUARDO ENRIQUE OBANDO MARTÍNEZ

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
SAN JUAN DE PASTO
2004**

**RESIDENCIA EN LA CONSTRUCCIÓN DE LOS BLOQUES DE LA FACULTAD
DE ARTES DE LA UNIVERSIDAD DE NARIÑO**

EDUARDO ENRIQUE OBANDO MARTÍNEZ

**Trabajo Presentado Como Requisito Para Optar
al Título de Ingeniero Civil**

**DIRECTOR
ARMANDO MUÑOZ DAVID
Ingeniero Civil**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
SAN JUAN DE PASTO
2004**

Nota de aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

San Juan de Pasto, Agosto 20 de 2004

AGRADECIMIENTOS

Ofrezco mis agradecimientos a la Ingeniera Ana Stella Mesías, Directora de la construcción de la Facultad de Artes, por confiar en mi para trabajar en este proyecto, por brindarme su orientación en el momento necesario.

Al Decano de la Facultad de Ingeniería, Ingeniero Jairo Guerrero, por darme la oportunidad de realizar mi trabajo de grado en la Universidad de Nariño.

Al Ingeniero Armando Muñoz por sus consejos como Director de Pasantía.

A todos los profesores que durante el transcurso de la carrera compartieron sus conocimientos y experiencias para formarnos.

A mis compañeros de estudios, por su apoyo en las situaciones difíciles y por su amistad.

A los maestros de la obra, Nelson Burbano, José Andrade, Alfredo Rosero, Pablo Criollo, Jorge Ávila y Jaime Chaña, por su buen desempeño en las labores asignadas y además por brindarme su amistad.

Y a todas las personas que de una u otra forma ayudaron para el desarrollo de mi pasantía.

*A Dios, ser supremo que guía mi vida y me da la
fortaleza para seguir adelante a pesar de las
adversidades*

*A la memoria de mi Padre Luís Elías, que gracias a su
constante apoyo y enseñanzas hizo posible cumplir esta
meta y que aunque físicamente no está conmigo, vive
siempre en mi corazón.*

*A mi madre Teresa, quien me protege siempre con su
bendición, gracias por darme valor en los momentos
difíciles, gracias por su dedicación , sacrificio, gracias
por ayudarme a conseguir esta meta.*

*A mis hermanos José Luis, Diego Fernando y German
Dario, por su incondicional e inquebrantable apoyo para
ayudarme a cumplir mis sueños.*

CONTENIDO

	pág.
GLOSARIO	12
INTRODUCCIÓN	16
1. OBJETIVOS	17
1.1 OBJETIVO PRINCIPAL.....	17
1.2 OBJETIVOS SECUNDARIOS	17
2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO	18
3. RESIDENCIA EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA FACULTAD DE ARTES ..	20
3.1 PLACA DE PISO	20
3.1.1 Nivelación del terreno.....	20
3.1.2 Instalación de casetex.	20
3.1.3 Armado de refuerzo.....	20
3.1.4 Colocación tubería para instalación eléctrica.	22
3.1.5 Fundición de placa de piso.....	22
3.1.6 Curado del concreto.	23
3.2 INSTALACIONES HIDROSANITARIAS.....	23
3.2.1 Instalación hidrosanitaria.....	23
3.2.2 Tubería sanitaria de aguas negras.....	24
3.2.3 Tubería sanitaria de aguas lluvias.....	24
3.2.4 Instalaciones hidráulicas.....	25
3.2.5 Red contra incendios.....	26
3.3 ELEMENTOS ESTRUCTURALES	26
3.3.1 Vigas.	26
3.3.2 Armado del refuerzo.....	26
3.3.3 Encofrado.	30
3.3.4 Producción del concreto.....	34
3.3.5 Fundición de vigas.....	35
3.3.6 Mensulas.....	37

3.3.7	Instalación de platinas.	37
3.3.8	Curado del concreto.	38
3.3.9	Columnas.	39
3.3.10	Armado del refuerzo.	39
3.3.11	Armado de refuerzo de columnas cilíndricas.....	39
3.3.12	Encofrado.	40
3.3.13	Fundición de columnas.....	41
3.3.14	Fundición de columnas cilíndricas.....	41
3.3.15	Curado del concreto.	41
3.3.16	Pantallas.....	41
3.3.17	Armado de refuerzo pantallas.....	41
3.3.18	Encofrado de pantallas.....	43
3.3.19	Fundición de pantallas.....	44
3.3.20	Columnas zona de acceso bloque 5.....	44
3.3.21	Fundición de cabezales.....	45
3.4	LOSAS DE ENTREPISO.....	46
3.4.1	Losa aligerada bloques 1, 2, 3.....	46
3.4.2	Armado de formaleta.	46
3.4.3	Armado de vigas.....	46
3.4.4	Fabricación de casetones.....	47
3.4.5	Colocación de la malla de gallinero.	49
3.4.6	Armado de nervios.	50
3.4.7	Ductos para instalación eléctrica.	51
3.4.8	Fundición de loseta de cielo raso.	52
3.4.9	Colocación de casetones.....	53
3.4.10	Colocación malla electrosoldada.	53
3.4.11	Fundición de vigas, nervios y placa superior.....	54
3.4.12	Fundición losa aligerada bloque 3.....	55
3.4.13	Fundición losa aligerada bloque 2.....	55
3.4.14	Fundición losa aligerada bloque 1.....	56

3.4.15 Fundición losa aligerada bloque 4 cuarto piso.....	56
3.4.16 Curado de las losas.....	58
3.4.17 Desencofrado.	59
3.4.18 Instalación sanitaria losa aligerada.....	59
3.4.19 Losa maciza.	62
3.4.20 Armado de formaleta.	63
3.4.21 Armado de refuerzo.....	63
3.4.22 Fundición de losa maciza.	63
3.4.23 Pañete de losa maciza.	64
3.4.24 Curado del concreto.	64
3.5 ESCALERAS.....	64
3.5.1 Escaleras de acceso bloque 4.....	64
3.5.2 Escaleras de acceso segundo piso bloque 4.....	65
3.5.3 Escaleras acceso a tercer y cuarto piso bloque 4.	66
3.5.4 Escaleras acceso principal bloque 5.	66
3.5.5 Rampa de acceso bloque 5.....	68
3.6 ELEMENTOS DE MAMPOSTERIA.....	68
3.6.1 Mampostería.....	68
3.6.2 Columnetas.	69
3.6.3 Viguetas.....	69
3.6.4 Pañete de muros.	70
3.6.5 Aplicación de espuma Hilti.....	70
CONCLUSIONES	71
BIBLIOGRAFÍA	72

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Vista general de la obra al inicio de la pasantía	19
Figura 2. Nivelación del terreno con suelo – cemento fluido	20
Figura 3. Colocación de casetex.....	21
Figura 4. Armado de refuerzo placa de piso	21
Figura 5. Revisión de amarre y espaciamiento refuerzo placa de piso	22
Figura 6. Tubería para instalación eléctrica, telefónica, voz y datos	22
Figura 7. Fundición de la placa de piso bloque 3.....	23
Figura 8. Caja de inspeccion	24
Figura 9. Excavación para tubería sanitaria.....	25
Figura 10. Instalación tubería novafort.....	25
Figura 11. Armado de refuerzo de vigas bloque 1	27
Figura 12. Refuerzo de vigas n + 3.20 m bloque 2	27
Figura 13. Viga v 10 y vigas inclinadas bloque 1 y 3.....	28
Figura 14. Viga v9 y vigas inclinadas bloque 3	28
Figura 15. Armado de refuerzo vigas bloque 4	29
Figura 16. Armado de refuerzo viga canal cilindro.....	29
Figura 17. Viga canal y mensulas cilindro.....	30
Figura 18. Formaleta metalica	31
Figura 19. Formaleta bloque cilindro	31
Figura 20. Formaleta viga canal bloque cilindro.....	32
Figura 21. Detalle formaleta vigas canal.....	32
Figura 22. Formaleta vigas inclinadas	33
Figura 23. Detalle intersección viga columna.....	33
Figura 24. Producción del concreto en obra	34
Figura 25. Fundición vigas canal bloque 1.....	36
Figura 26. Vigas terminadas bloque 2	36
Figura 27. Fundición vigas canal bloque 2.....	37
Figura 28. Detalle de platinas	38
Figura 29. Proceso de curado de vigas	38

Figura 30. Detalle refuerzo columnas	39
Figura 31. Encofrado de columnas	40
Figura 32. Apuntalado de formaleta para columnas.....	40
Figura 33. Curado del concreto columnas	41
Figura 34. Armado de refuerzo pantallas	42
Figura 35. Apuntalado de formaleta de pantallas.....	43
Figura 36. Encofrado de pantallas	43
Figura 37. Curado de pantallas.....	44
Figura 38. Refuerzo columnas estructura de acceso hall exposiciones	45
Figura 39. Encofrado columnas acceso principal.....	45
Figura 40. Refuerzo principal vigas bloque 1	47
Figura 41. Armado de refuerzo bloque 1	47
Figura 42. Fabricación de casetones	48
Figura 43. Almacenamiento de casetones.....	49
Figura 44. Colocación malla de gallinero	49
Figura 45. Armado de refuerzo nervios.....	50
Figura 46. Ductos para instalación eléctrica nivel inferior	51
Figura 47. Ductos para instalación eléctrica nivel superior	51
Figura 48. Colocación casetones.....	52
Figura 49. Fundición solado	53
Figura 50. Colocación malla electro soldada	54
Figura 51. Fundición losa aligerada bloque 3	55
Figura 52. Vibrado de nervios.....	56
Figura 53. Ubicación pluma fundición losa bloque 3.....	57
Figura 54. Fundición losa aligerada bloque 4 cuarto piso	57
Figura 55. Ubicación pluma 1 fundición losa aligerada bloque 4.....	58
Figura 56. Losa terminada.....	58
Figura 57. Desencofrado losa bloque 1	59
Figura 58. Tubería sanitaria losa aligerada.....	60
Figura 59. Fundición losa aligerada para baños cuarto piso	61
Figura 60. Refuerzo losa maciza bloque 3.....	62
Figura 61. Refuerzo losa maciza bloque 2.....	62
Figura 62. Losa maciza terminada.....	63

Figura 63. Encofrado escaleras en concreto ciclopeo.....	64
Figura 64. Encofrado escaleras concreto reforzado.....	65
Figura 65. Fundicion escaleras.....	65
Figura 66. Muro de contencion	66
Figura 67. Relleno suelo cemento para conformacion de escaleras	67
Figura 68. Escaleras acceso hall exposiciones.....	67
Figura 69. Pega de muros bloque 1.....	68
Figura 70. Columneta	69
Figura 71. Vigueta	70

GLOSARIO

AGREGADO: material inerte, controla los cambios volumétricos. En unión con la pasta proporcionan la resistencia mecánica.

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

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.

CIMENTACIÓN: constituye una transición entre la estructura y el terreno en el cual se apoya. Es todo aquello que el Ingeniero estudia con el fin de proporcionar un apoyo satisfactorio y económico a la estructura.

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.

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

CONCRETO CICLÓPEO: mezcla constituida por concreto y piedras de un tamaño aproximado de 10 a 20 cm, que se emplea en la construcción de muros de gravedad.

CONCRETO REFORZADO: 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.

CORREAS: estructura metálica compuesta de miembros sometidos a compresión – tracción por acción de la carga.

CUBIERTA: parte de la edificación cuya finalidad es proteger a sus ocupantes de factores climáticos como la lluvia, permite desalojar el agua que se recoge debido al mismo fenómeno.

DOSIFICACIÓN: determinación de las cantidades de materiales en proporción para ser combinados.

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.

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

ESTRUCTURA: serie de partes conectadas con el fin de soportar una carga.

FORMALETA: elemento de madera simplificado para dar forma al concreto.

MORTERO DE PEGA: mezcla de un material aglutinante (cemento Pórtland), un material de relleno (arena) y agua.

NIVEL FREÁTICO: posición alcanzada por el agua dentro de la capa terrestre.

NSR-98: normas colombianas de diseño y construcción sismo resistente.

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

RESIDENTE: es el profesional cuya función primaria es la supervisión técnica y la coordinación de los recursos de la interventoría.

PAÑETE: mortero de acabado para la superficie de un muro, recibe el nombre de mortero de alisado o revoque.

RESUMEN

FACULTAD: INGENIERÍA

PROGRAMA: INGENIERÍA CIVIL

TITULO:

“ RESIDENCIA EN LA CONSTRUCCIÓN DE LOS BLOQUES DE LA FACULTAD DE ARTES DE LA UNIVERSIDAD DE NARIÑO “

AUTOR: EDUARDO ENRIQUE OBANDO MARTINEZ

DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO:

Mediante el presente informe se describen de manera ágil las actividades llevadas a cabo durante el transcurso de la pasantía. Se inicia con la residencia de los bloques 1, 2, 3 y cilindro, se asume la responsabilidad de verificar el armado de refuerzo, encofrado y posterior fundición de placas de piso, vigas, columnas, así como también el armado de refuerzo y posterior fundición de la losa de entrepiso aligerada en los bloques 1, 2 y 3. Seguidamente se desarrolla la residencia de los bloques 4, 5 y bloque de Talleres en donde se verifica el armado de refuerzo y fundición de la losa aligerada del cuarto nivel así como el armado, encofrado y posterior fundición de columnas, pantallas y vigas de cubierta en cuarto nivel del bloque 4. de igual manera, en el bloque 5 se realiza la conformación de escaleras en concreto ciclópeo y los andenes de acceso. Una vez realizada la construcción de los elementos antes mencionados, se ejecuto labores de mampostería, pañetes e instalaciones hidráulicas en todos los bloques.

SUMMARY

ABILITY: ENGINEERING

IT PROGRAMS: CIVIL ENGINEERING

TITLE:

“RESIDENCE IN THE CONSTRUCTION OF THE BLOCKS OF THE ABILITY OF ARTS OF THE UNIVERSITY OF NARIÑO”

AUTHOR: EDUARDO ENRIQUE OBANDO MARTÍNEZ

DESCRIPTION OF THE WORK:

By means of the formless present I am described in an agile way the activities carried out during the course of the internship. It begins with the residence of the blocks 1, 2, 3 and cylinder, the responsibility is assumed of verifying the armed of reinforcement, and later foundry of floor badges, beams, columns, as well as the armed of reinforcement and later foundry of the floor flagstone unloaded in the blocks 1, 2 and 3. Subsequently the residence of the blocks is developed 4, 5 and block of Shops where the armed of reinforcement and foundry of the unloaded flagstone of the fourth level is verified as well as the armed one, and later foundry of columns, screens and cover beams in fourth level of the block 4. In a same way, in the block 5 are carried out the conformation of stairways in short cyclopean and the access platforms. Once carried out the construction of the elements before mentioned, it executes masonry works, and hydraulic facilities in all the blocks.

INTRODUCCIÓN

Es de gran importancia para una institución educativa como lo es la Universidad de Nariño tener una infraestructura que permita tanto a los estudiantes como a los docentes desarrollar sus actividades en un ambiente adecuado y acorde a las necesidades. Pensando en este bienestar y por medio de la oficina de Planeación se materializan proyectos de construcción, en los cuales existe la necesidad de llevar un registro, así como una dirección y un control, generando así mismo un medio para que los estudiantes a la vez que realizan su trabajo de grado, adquieran experiencia y presten un servicio a la Universidad.

En el continuo proceso de modernización que se lleva a cabo actualmente esta incluida la construcción de los bloques de la Facultad de Artes en la zona de Torobajo, con el propósito de cambiar sus antiguas instalaciones ubicadas en el centro de la ciudad.

Dado que en nuestra Universidad existe la Facultad de Ingeniería, y dentro de la misma el programa de Ingeniería Civil, la oficina de Planeación vincula a los estudiantes de este programa para que pongan en practica los conocimientos obtenidos durante su formación universitaria, creando de esta manera la posibilidad de formar parte en este tipo de proyectos y al tiempo realizar su trabajo de grado modalidad pasantía.

Es necesaria la presencia de una persona preparada en todo tipo de construcción para que ejerza una función de seguimiento y asesoría. El Ingeniero Residente realiza una supervisión constante a las labores que diariamente se realizan en la obra, aportando de esta forma sus conocimientos, para garantizar así que se cumplan las especificaciones y normativas técnicas, logrando una construcción que cumple los requisitos de calidad, funcionalidad y economía.

El presente documento contiene un informe minucioso de la pasantía titulada “RESIDENCIA EN LA CONSTRUCCIÓN DE LOS BLOQUES DE LA FACULTAD DE ARTES DE LA UNIVERSIDAD DE NARIÑO”. Este informe explica la ejecución de las actividades que se llevaron a cabo en la obra durante el transcurso de la pasantía.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO PRINCIPAL

Afianzar los conocimientos teóricos aprendidos a lo largo de la carrera mediante la aplicación práctica de los mismos en una obra de infraestructura de la Universidad de Nariño.

1.2 OBJETIVOS SECUNDARIOS

- ✓ Desempeñar el cargo de Residente de Obra según los lineamientos profesionales, técnicos y éticos adquiridos durante la formación universitaria.
- ✓ Adquirir algunos conocimientos prácticos necesarios para el ejercicio Profesional de la Ingeniería Civil.
- ✓ Colaborar con las actividades tendientes a mejorar la Planta Física de la Universidad de Nariño.

2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

Para el desarrollo de esta construcción se cuenta terreno de 5027.4 m².

A continuación se detalla el área de construcción de los bloques:

Bloque de Talleres

Primer piso 827.80 m²

Bloques 1, 2, 3 y Cilindro

Primer piso 1.097 m²

Segundo piso 778.5 m²

Total 1875.5 m²

Bloques 4 y 5

Primer piso 770.40 m²

Segundo piso 616.50 m²

Tercer piso 468.60 m²

Cuarto piso 468.60 m²

Total 2324.10 m²

La Dirección de la construcción de los bloques para la Facultad de Artes esta a cargo de la Ingeniera Ana Stella Mesías Directora del Fondo de Construcciones de la Universidad de Nariño.

El diseño arquitectónico de la edificación estuvo a cargo del Arquitecto Oscar Rosero de la Rosa; el Ingeniero William Castillo Valencia se encargo del diseño estructural, el cual consta de un sistema de pórticos en concreto reforzado con zapatas aisladas y combinadas, vigas de cimentación, columnas y pantallas estructurales.

Una vez hecha una descripción general del proyecto en construcción, es importante realizar una descripción de la etapa en que se encontraba la

construcción en el momento en que se me asignó para la residencia de los bloques 1, 2, 3 y Cilindro:

Se encontraba terminada la etapa de cimentación de la edificación, de igual forma se encontraban fundidas las columnas hasta el primer nivel y estaban pendiente por fundirse en algunos sectores la placa de piso. En cuanto a las instalaciones hidrosanitarias, se requerían algunas tuberías en la parte externa.

Figura 1. Vista general de la obra al inicio de la pasantía



3. RESIDENCIA EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA FACULTAD DE ARTES

3.1 PLACA DE PISO

3.1.1 Nivelación del terreno. Para lograr la nivelación del terreno se distribuye una capa de suelo - cemento fluido con una dosificación de 1:22, que constituye el soporte sobre el cual se funde la placa de piso; esta capa se encuentra 0.10 m por debajo del nivel de la placa para permitir su posterior fundición.

Figura 2. Nivelación del terreno con suelo – cemento fluido



3.1.2 Instalación de casetex. Una vez el terreno se encuentra nivelado se procede a instalar el casetex, que permite que el concreto de la placa de piso no se mezcle con el suelo. Se instala cubriendo hasta los bordes de la placa y si es necesario traslapar se deja 30 cm.

3.1.3 Armado de refuerzo. Se utiliza refuerzo de ¼” para conformar la parrilla de la placa, el cual se amarra a una distancia de 0.20 m en ambos sentidos, con el propósito de controlar los esfuerzos de retracción y temperatura producidos por el concreto y así evitar que se produzcan fisuras. Para lograr que el refuerzo quede

situado a la mitad de la altura de la placa se colocan soportes de material granular que ayudan a levantar la parrilla y así se logra uniformidad.

Figura 3. Colocación de casetex



Figura 4. Armado de refuerzo placa de piso



Se debe verificar que la parrilla quede correctamente armada y que el espaciamiento entre varillas sea el adecuado.

Figura 5. Revisión de amarre y espaciamiento refuerzo placa de piso



3.1.4 Colocación tubería para instalación eléctrica. Una vez esta colocado el casetex y armado el refuerzo se procede a instalar la tubería; guiados por planos se ubican los diferentes puntos y se tiende la tubería para conducir los cables que formaran los circuitos correspondientes: eléctricos, telefónicos, voz, datos e imagen. Estos ductos tienen un diámetro por lo general de $\frac{1}{2}$ " y $\frac{3}{4}$ ".

Figura 6. Tubería para instalación eléctrica, telefónica, voz y datos



3.1.5 Fundición de placa de piso. En conjunto con interventoría se realiza una revisión final y se procede a dar la orden de fundir. Se utiliza en este caso una mezcla de concreto con una dosificación 1:2:3, con arena negra y triturado de

aproximadamente $\frac{1}{2}$ " – 1" . La placa tiene un espesor de 0.10 m., por lo cual se chequea en el momento del vaciado del concreto que la parrilla quede situada aproximadamente un tanto superior a la mitad de la altura.

Figura 7. Fundición de la placa de piso bloque 3



Cabe destacar una situación que se presentó al momento de realizar la fundición de esta placa de piso. Debido a que la noche anterior estuvo lloviendo, la superficie en donde se va a vaciar el concreto se encuentra completamente inundada, por lo cual se hace retirar el agua depositada para que no perjudique al concreto.

3.1.6 Curado del concreto. Uno de los factores determinantes en el buen terminado de una placa de piso es el correcto curado del concreto, ya que en un área fundida el concreto esta sometido a condiciones atmosféricas como sol, viento, que pueden disminuir la cantidad de agua de hidratación generando fisuras o grietas. Para evitar esta situación, constantemente se verifica que la placa de piso esté sometida a un riego que permita mantener el agua necesaria para un correcto curado.

3.2 INSTALACIONES HIDROSANITARIAS

3.2.1 Instalación hidrosanitaria. El sistema de evacuación de aguas negras y aguas lluvias funcionan de forma independiente. Cada uno de estos sistemas dirige sus aguas a las cajas de inspección correspondientes y finalmente las

depositan por medio de tuberías de desagüe en la cámara principal que hace parte del sistema urbano de alcantarillado.

3.2.2 Tubería sanitaria de aguas negras. Con el fin de evacuar las aguas residuales producidas en la edificación se hace la instalación de las tubería que va a servir para este fin. De acuerdo a planos se realiza la localización y se tienen en cuenta las especificaciones de diseño.

En esta construcción se utiliza tubería PVC sanitaria con diámetros de 2" y 3" y para 4" se utiliza Novafort.

Figura 8. Caja de inspección



3.2.3 Tubería sanitaria de aguas lluvias. Las aguas lluvias de la edificación son captadas en forma inicial por las cubiertas y posteriormente son conducidas por estas a las vigas canal, especialmente diseñadas para recibirlas. Una vez el agua se deposita en las vigas canal, es evacuada por medio de bajantes de aguas lluvias hasta las cámaras de inspección, donde son captadas por tuberías de diámetro progresivo hasta la cámara principal del sistema de alcantarillado urbano. En esta etapa se utilizó tubería Novafort de diámetros de 3" hasta 12" al final de los tramos.

Para realizar la instalación de la tubería sanitaria se hace primero una localización, posteriormente se trazan las líneas de excavación, una vez finalizada la excavación se verifica que los niveles que aparecen en los planos se cumplan con el fin de lograr una pendiente correcta y se procede a instalar la tubería para luego hacer el relleno compactado.

Figura 9. Excavación para tubería sanitaria



Figura 10. Instalación tubería novafort



3.2.4 Instalaciones hidráulicas. Simultáneamente con el avance de la obra se van realizando las instalaciones hidráulicas en los pisos superiores, pues en el primer piso la tubería ya se encontraba instalada.

Para estas instalaciones se tiene en cuenta los planos de diseño hidráulico y se ubican todos los puntos necesarios tanto en los baños como en las pocetas que poseen las aulas de los bloques, teniendo en cuenta el diámetro indicado.

3.2.5 Red contra incendios. Se encuentra instalada parcialmente en el bloque 4 y en el bloque de talleres, faltando por realizar la instalación de la tubería hacia los pisos superiores, así como la colocación de los accesorios requeridos y los acoples con el sistema de bombeo que se ubica en un tanque de reserva en Clínica Veterinaria.

3.3 ELEMENTOS ESTRUCTURALES

3.3.1 Vigas. Estas estructuras requieren de un buen control tanto en el proceso de armado del refuerzo, como en su fundición y un correcto curado. La labor del Ingeniero residente en cuanto al armado de vigas consiste en un repetitivo control de la disposición de los aceros.

3.3.2 Armado del refuerzo. Para realizar una buena revisión se debe consultar los planos estructurales en donde aparece exactamente el despiece necesario para cada viga, de esta forma se revisa tramo por tramo verificando en los nudos un correcto amarre del refuerzo longitudinal, así mismo se verifica que los traslapos estén correctamente ubicados y que estos no coincidan con los nudos. Algunas vigas poseen en su despiece bastones adicionales que deben revisarse en el momento de armar. En cuanto al refuerzo por cortante, se verifica la distancia de separación entre flejes, el buen amarre de ellos y la apropiada ubicación. En muchos casos se deben corregir algunas inconsistencias que se presentan en cuanto a la separación de flejes y en cuanto a la longitud de traslapo, ya que se detectó que no se estaba cumpliendo con las especificaciones de los planos. Para este caso en particular se utiliza acero de diámetro 5/8" como refuerzo longitudinal y para el refuerzo transversal se utiliza acero de 3/8".

El armado del refuerzo de las vigas del bloque 1, 2, 3 a Nivel + 2.60 m, así como el de las vigas inclinadas y vigas del nivel + 3.80 m se hace sin colocar la formaleta mediante la utilización de andamios. En este caso se asegura las vigas a la mitad de la luz mediante un puntal para que no se vea afectado el amarre del refuerzo.

Las vigas V1 y V10 nivel + 2.60 m son vigas canal, por lo cual requieren de un refuerzo que permita conformar la estructura de las aletas.

Figura 11. Armado de refuerzo de vigas bloque 1



Figura 12. Refuerzo de vigas n + 3.20 m bloque 2



Figura 13. Viga v 10 y vigas inclinadas bloque 1 y 3



Figura 14. Viga v9 y vigas inclinadas bloque 3



Figura 15. Armado de refuerzo vigas bloque 4



El bloque cilíndrico ofrece un nivel de dificultad un poco mayor en el momento de armar el refuerzo, ya que se requiere dar la forma circular al mismo y a la vez conservar las especificaciones de diseño en cuanto a separación de flejes, traslapes e intersección en los nudos.

Figura 16. Armado de refuerzo viga canal cilindro



Figura 17. Viga canal y mensulas cilindro



3.3.3 Encofrado. Una vez se encuentra armado el refuerzo de las vigas se realiza una ultima inspección en conjunto con interventoría para dar vía libre al siguiente paso ,armar la formaleta que va a servir de soporte para la fundición de las vigas. Se realiza un calculo del material necesario como son cerchas, tacos, diagonales y tableros para posteriormente realizar el pedido.

Con estos elementos se arman andamios sobre los cuales se fijan los tableros horizontales y se procede a armar los tableros verticales, los cuales son fabricados en tabla ordinaria directamente en obra.

A medida que avanza este proceso se debe revisar que la formaleta este firme para que ofrezca un buen soporte y brinde la seguridad necesaria al personal, especialmente, se debe verificar que los tableros laterales estén bien apuntalados, además se revisa que se cumplan las dimensiones de los elementos especificadas en los planos.

En cuanto a las vigas canal es necesario armar tableros que conformen las aletas en el centro de la viga, estos van apoyados por medio de varengas a los tableros laterales.

Figura 18. Formaleta metálica



Figura 19. Formaleta bloque cilindro



La formaleta para la viga del cilindro se fabricó utilizando tablilla, ya que este material permite pandearse para lograr la forma que este elemento requiere.

Figura 20. Formaleta viga canal bloque cilindro



Figura 21. Detalle formaleta vigas canal



Figura 22. Formaleta vigas inclinadas



Figura 23. Detalle intersección viga columna



3.3.4 Producción del concreto. El concreto que se utiliza para las fundiciones se fabrica en el sitio, utilizando materiales previamente analizados y que cumplen con las características de calidad para el diseño de mezcla. Se utiliza un concreto en proporción 1:3:2.25 junto con un aditivo plastificante Plastiment TM - 10, al cual se le realiza las pruebas respectivas por parte de interventoría con el propósito de verificar la resistencia que se obtiene y así mismo autorizar el desencofrado de los elementos.

El concreto se fabrica directamente en la obra utilizando una mezcladora a gasolina con capacidad para 1 bulto de cemento y es transportado por medio de carretillas hasta el lugar de vaciado. Fue necesario también utilizar en algunas ocasiones una pluma para elevar el concreto a los pisos superiores.

Para lograr un buen concreto el Ingeniero Residente debe controlar que las cantidades de material a mezclar sean las apropiadas y que la cantidad de agua que se agrega a la mezcla sea la que se ha calculado previamente en diseño, así como la cantidad de aditivo. También es importante un buen mezclado con el propósito de lograr un concreto de características uniformes. Este control se realiza mediante el ensayo del slump, el cual debe arrojar un asentamiento máximo de 2”

Figura 24. Producción del concreto en obra



3.3.5 Fundición de vigas. Una vez se ha realizado la revisión final de formaletas y de refuerzo, interventoría da el visto bueno para realizar la correspondiente fundición, proceso que debe ser realizado en una sola etapa puesto que no deben existir interrupciones en la fundición de los elementos.

A medida que se comienza a vaciar el concreto se revisa que sea vibrado de una forma adecuada para que permita el acomodo de los agregados, se evacuen las burbujas de aire atrapado y que la mezcla se distribuya de manera uniforme hasta llegar a la formaleta, lo cual evita que se formen hormigueros.

Se tiene especial cuidado cuando se esta vaciando y vibrando el concreto en los nudos, ya que el refuerzo impide en algunas ocasiones el acceso del vibrador; para esto se utiliza una varilla que permite penetrar por el medio del refuerzo y garantiza que el concreto se distribuya por toda la sección del nudo.

En el caso de las vigas canal se dificulta la vibración en las aletas, ya que su sección es estrecha y casi no permite la entrada del vibrador, así que se utiliza también una varilla para llenarlas.

En estas aletas se deja un varilla de 3/8" cada 3 metros con el fin de levantar un muro sobre ellas, este refuerzo brinda sujeción al muro que va a conformar el parapeto.

La fundición de las vigas se realizó por bloques, en cada bloque se requiere de un día de trabajo y además, la formaleta lateral es retirada de las vigas al día siguiente de la fundición pues se reutiliza para armar nuevas secciones.

Las vigas canal son esmaltadas al día siguiente de la fundición para que se logre una buena adherencia entre mortero y concreto y al mismo tiempo conformar la pendiente necesaria para la evacuación del agua.

Figura 25. Fundición vigas canal bloque 1



Figura 26. Vigas terminadas bloque 2



Figura 27. Fundición vigas canal bloque 2



3.3.6 Mensulas. Son estructuras que en este caso se ubican en el extremo de la columna y sirven de soporte a la estructura metálica de cubierta. El armado de las mensuras se realiza de acuerdo con las especificaciones de los planos, estas requieren de un refuerzo especialmente Figurado. Así mismo el encofrado se hace con madera dando la forma de la ménsula y garantizando el adecuado recubrimiento en todas las caras.

En el bloque cilíndrico la fundición de vigas canal se hace en conjunto con la fundición de las mensulas debido a que estos elementos deben ser monolíticos

Una vez se haya vaciado y vibrado el concreto se procede a la colocación de las platinas, las cuales van embebidas en el concreto de la ménsula. Estas platinas poseen pernos que penetran en el concreto fresco y sirven de sujeción a las estructuras metálicas.

3.3.7 Instalación de platinas. Estas platinas se instalaron paralelas con fundición de las vigas y losa maciza en el bloque 1, una vez se ha vaciado el concreto se procedió a colocar las platinas en el concreto fresco, logrando por medio de un nivel que todas queden uniformes. Estas platinas tiene la función de recibir la estructura metálica de cubierta para este bloque.

Figura 28. Detalle de platinas



3.3.8 Curado del concreto. Al día siguiente de la fundición de las vigas se verifica que estas sean mojadas repetidamente durante todo el día con el fin de lograr el correcto curado, este proceso se hace durante varios días.

Figura 29. Proceso de curado de vigas



3.3.9 Columnas. Estos elementos estructurales poseen despieces que deben realizarse estrictamente y que son revisados por el Ingeniero Residente con el fin de garantizar un correcto armado del refuerzo para una adecuada fundición.

3.3.10 Armado del refuerzo. Consultando los planos estructurales en donde aparece el despiece se revisa cada una de las columnas, tramo por tramo se verifica un correcto amarre del refuerzo longitudinal, así mismo se observa que los traslapos estén correctamente ubicados y que estos no coincidan con los nudos. En cuanto al refuerzo por cortante se utiliza acero de diámetro 3/8" y además se utilizan flejes de confinamiento del mismo diámetro. Se revisa además la distancia de separación entre flejes y el buen amarre de ellos.

Figura 30. Detalle refuerzo columnas



3.3.11 Armado de refuerzo de columnas cilíndricas. Se realiza la Figuración de flejes en forma circular y se procede a su colocación en el nivel superior después de la viga de amarre, en donde se debe fundir otro tramo de columna hasta llegar a la base de la ménsula.

3.3.12 Encofrado. Una vez se haya revisado el refuerzo se procede a la colocación de la formaleta, en este caso los tableros están hechos con madera ordinaria canteada y cepillada. La formaleta se apuntala por medio de guaduas y una vez se encuentre firme se procede a comprobar su verticalidad por medio de plomadas, las cuales son suspendidas a los lados con alambre.

Figura 31. Encofrado de columnas



Figura 32. Apuntalado de formaleta para columnas



3.3.13 Fundición de columnas. Antes de comenzar la fundición se realiza una revisión de la verticalidad y se autoriza la fundición. Es necesario que la base donde se va a vaciar el concreto este húmeda. A medida que se hace el vaciado del concreto en la formaleta se realiza la vibración para el buen acomodo de la mezcla.

3.3.14 Fundición de columnas cilíndricas. Una vez el refuerzo esta chequeado se coloca la formaleta y se procede a la fundición con una dosificación de 1 : 3 : 2.25 y la adición de Plastiment TM -10.

3.3.15 Curado del concreto. Al día siguiente de la fundición de las columnas se retira la formaleta y se comienza el proceso de curado, se verifica que estas sean mojadas repetidamente durante el día con el fin de lograr el correcto curado, esto se hace durante varios días.

Figura 33. Curado del concreto columnas



3.3.16 Pantallas. Son elementos estructurales que complementan el funcionamiento de las columnas al servir de soporte a las losas, pero además responden como elementos que influyen en el comportamiento estructural total de la edificación ante sismos, modificando el centro de rigidez de la edificación.

3.3.17 Armado de refuerzo pantallas. El armado del refuerzo de pantallas requiere una supervisión constante, ya que estas poseen un despiece que a veces

confunde a los maestros, por esto se hacen repetidas revisiones en el transcurso del armado de estas pantallas para conservar las especificaciones de los planos. Están conformadas básicamente por los aceros principales, que nacen en las zapatas, y su refuerzo en el sentido transversal esta formado por flejes del tamaño que se especifica en planos, los cuales amarran el refuerzo principal por la parte exterior, además poseen flejes adicionales que amarran al refuerzo principal en los extremos laterales.

Figura 34. Armado de refuerzo pantallas



3.3.18 Encofrado de pantallas. Al ser unas estructuras que poseen unas secciones de tamaño considerable, se requiere de una formaleta que ofrezca una superficie uniforme y que a la vez resista las condiciones a las que va a estar sometida. Esta formaleta se fabrica en madera cepillada formando tableros. Para lograr firmeza de la formaleta se amarran sus caras con acero de $\frac{1}{4}$ " que impide la deformación. Así mismo se revisa la verticalidad, después de que la formaleta esta apuntalada con guaduas. También se tiene en cuenta la correcta alineación con respecto a los ejes de la estructura.

Figura 35. Apuntalado de formaleta de pantallas



Figura 36. Encofrado de pantallas



3.3.19 Fundición de pantallas. Para la fundición de pantallas se utilizó una mezcla con una dosificación 1 : 3 : 2.25 y una adición de Plastiment TM – 10. Para este proceso al igual que para todos los demás de fundición es importante tener en cuenta el correcto vaciado y vibrado del concreto para que no exista segregación del material.

Figura 37. Curado de pantallas



3.3.20 Columnas zona de acceso bloque 5. El diseño arquitectónico plantea una Figura cúbica en la entrada del bloque 5. Para dar forma a esta estructura se construyen de acuerdo a los planos estructurales columnas que posteriormente y en conjunto con la mampostería van a conformar la entrada. Son cuatro columnas de 0.30 m * 0.35 m, en la parte superior reposa una losa maciza.

Figura 38. Refuerzo columnas estructura de acceso hall exposiciones



Figura 39. Encofrado columnas acceso principal



3.3.21 Fundición de cabezales. Para lograr el nivel de la losa en los bloques 1, 2, 3 se deben fundir 80 cm. de columna, para esto se completa el refuerzo, se hace un encofrado a esta sección y se procede a fundir hasta llegar al nivel deseado, donde se encuentra la losa. Hay que tener en cuenta que en el eje B, del

bloque 1 la viga principal posee una altura de 0.60 m por lo cual los cabezales que van en este eje se dejan 20 cm. mas bajos que los demás.

3.4 LOSAS DE ENTREPISO

3.4.1 Losa aligerada bloques 1, 2, 3. En estos bloques la losa de entrepiso se encuentra a un nivel de 4.5 m. Las losas son de tipo aligeradas, con un peralte de 0.40 m.

3.4.2 Armado de formaleta. Dado el nivel al cual debe fundirse esta losa, la formaleta que debía utilizarse tenía que ser acorde a la altura por lo que se solicitó la inspección por parte del personal que alquila la formaleta y así se determinó que se debía utilizar a parte de los tacos normales un complemento que permita la altura deseada y que a la vez brinde las condiciones de seguridad que se necesitan. Una vez se encuentra fija la formaleta metálica se colocan los tableros. El armado de esta formaleta doble requiere de especial cuidado haciéndose necesaria la realización de revisiones periódicas donde se verifica que se encuentre en perfectas condiciones. Los tableros laterales se colocan después de armar y revisar el refuerzo tanto de vigas como de nervios.

3.4.3 Armado de vigas. Se utiliza acero corrugado de 60000 PSI, que cumple con las especificaciones de diseño estructural. El refuerzo longitudinal que se utiliza varía en su diámetro desde 5/8", hasta 7/8" en algunas secciones. Las vigas cargueras poseen bastones en los nudos con una longitud que varía entre 2 y 3 metros. En cuanto al refuerzo transversal, los flejes están conformados por varillas de acero de 3/8" y en las vigas cargueras se coloca un refuerzo adicional de confinamiento en forma de S. Para comprobar que el refuerzo sea el que se especifica en planos, se realiza una inspección detallada.

Figura 40. Refuerzo principal vigas bloque 1



Figura 41. Armado de refuerzo bloque 1



3.4.4 Fabricación de casetones. La fabricación de casetones se hace en forma paralela al armado del refuerzo de vigas y nervios, para ello se designa un personal dedicado únicamente a esta labor. Los casetones se fabrican con

varengas de diferentes secciones; para los marcos principales se utilizaron de 4 * 4 cm., y para unir los marcos se utilizaron de 4 * 2 cm. Los marcos se ubican cada 0.5 m hasta conformar el casetón de la dimensión requerida. Una vez esta lista la estructura de madera se procede a forrar los casetones con Casetex dejando una de las caras sin ser forrada. En este proceso de fabricación la labor del Ingeniero Residente es verificar que los casetones queden bien templados para evitar inconvenientes al momento de fundir.

Figura 42. Fabricación de casetones



Figura 43. Almacenamiento de casetones



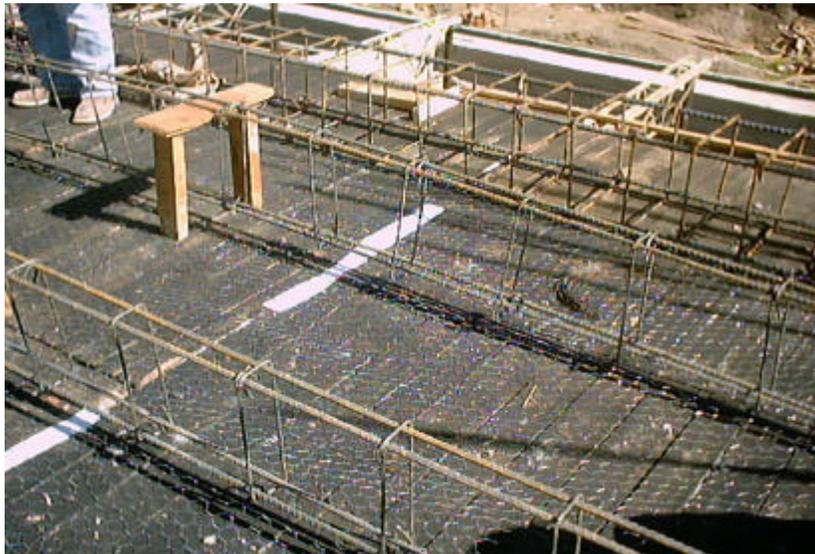
3.4.5 Colocación de la malla de gallinero. Como refuerzo para la loseta de cielo raso se coloca una malla tejida en alambre de 2 ½". Esta malla sirve de soporte y evita que se produzcan grietas en el mortero, quedando de esta forma como cielo raso del piso inferior. Esta malla se sujeta de las vigas con alambre de amarre.

Figura 44. Colocación malla de gallinero



3.4.6 Armado de nervios. El armado del refuerzo de nervios se realiza después de tender la malla de gallinero. Se distinguen dos tipos de nervio en este proyecto, los nervios principales con un refuerzo longitudinal de 4 varillas de diámetro $\frac{1}{2}$ " , en algunos casos se complementa con varillas de diámetro $\frac{5}{8}$ " en el centro, los flejes consisten de varilla de diámetro $\frac{1}{4}$ " y se ubican con una separación de 0.15 m cerca de los nudos del nervio y 0.30 m en el centro de la luz. Otro tipo de nervio es el nervio de arriostamiento y nervios de borde los cuales están conformados por un refuerzo longitudinal de 2 varillas de diámetros $\frac{3}{8}$ " y flejes en forma de "S" separados cada 0.20 m.

Figura 45. Armado de refuerzo nervios



3.4.7 Ductos para instalación eléctrica. En conjunto con el armado de nervios se puede realizar la colocación de tubería para la instalación eléctrica, voz y datos. Se instalan cajas para el alumbrado de los pisos inferiores y de estas se derivan las tuberías conformando así los circuitos tal como los planos lo indican. Posteriormente después de fundir el solado y amarrar la malla electrosoldada se coloca la tubería para instalación de puntos eléctricos, de teléfono y de datos del piso inmediatamente superior.

Figura 46. Ductos para instalación eléctrica nivel inferior



Figura 47. Ductos para instalación eléctrica nivel superior



3.4.8 Fundición de loseta de cielo raso. Antes de proceder a la fundición de esta loseta se colocan los casetones con el fin de verificar que no queden espacios. Una vez hecho esto se retiran y se procede a fundir la placa de mortero que servirá como cielo raso del piso inferior. Se utiliza una mezcla de mortero con una dosificación 1:4. Además de los materiales que conforman el mortero se adiciona a la mezcla una fibra de polipropileno denominada Sikafiber AD en una proporción de 1kg/m³, que actúa como refuerzo del mortero evitando de esta forma el agrietamiento por retracción y temperatura.

El mortero forma una capa inferior en la losa con espesor de 0.03 m. Esta capa de mortero no debe penetrar en la sección de las vigas o nervios, debido a que estos elementos deben estar conformados estrictamente por concreto y se debe garantizar que su recubrimiento inferior sea el especificado en planos.

Figura 48. Colocación casetones



Figura 49. Fundición solado



3.4.9 Colocación de casetones. A medida que se va colocando la capa de mortero se colocan los casetones previamente verificada su correspondiente sección.

3.4.10 Colocación malla electrosoldada. Una vez finalizada la fundición de solado y colocación de casetones, se ubica la malla electrosoldada que va a servir como refuerzo para absorber las tensiones por retracción y temperatura de la placa superior. La malla electrosoldada que se utilizó es de 4 mm de espesor y sus aberturas son de 0.25 * 0.25 m.

Figura 50. Colocación malla electro soldada



3.4.11 Fundición de vigas, nervios y placa superior. Para la fundición de estos elementos estructurales se utiliza una mezcla con una dosificación 1 : 3 : 2.25 con un aditivo Plastiment TM -10. Este aditivo mejora la manejabilidad y además permite alcanzar buenas resistencias debido a que se reduce el agua de mezcla.

El espesor de la losa es de 0.40 m, los nervios son de 0.12 m.

Para la fundición de losa en los bloques 1, 2, 3 fue necesario utilizar un pluma que elevara el concreto desde el lugar de fabricación hasta el nivel donde se realiza la fundición. Así mismo se emplearon carretillas para transportarlo. También se utilizaron vibradores eléctricos y a gasolina para lograr un adecuado acomodo de la mezcla.

Durante la fundición se verifica que el personal realice un correcto vibrado en todas las secciones y con un cuidado especial en los nudos, donde el refuerzo ofrece mayor dificultad. Así mismo durante el proceso de fundición, constantemente se verifica que el personal encargado de la mezcla agregue las cantidades correctas y que se adicione la cantidad exacta de aditivo.

Cabe anotar que los procesos anteriormente descritos se realizan de igual forma en cada uno de los bloques.

Para una mejor descripción de las actividades se da a conocer el orden en el que fueron efectuadas:

3.4.12 Fundición losa aligerada bloque 3. En primer lugar se realizó la fundición de la losa aligerada del bloque 3 el día 3 de febrero de 2004, en donde se utiliza una mezcladora, una pluma, dos vibradores, uno eléctrico y uno a gasolina. La fundición transcurre sin inconvenientes y su magnitud obliga a trabajar durante toda la jornada.

Figura 51. Fundición losa aligerada bloque 3



3.4.13 Fundición losa aligerada bloque 2. Se realiza la fundición de la losa aligerada del bloque 2 el día 12 de febrero de 2004, en donde se utiliza una mezcladora, una pluma, dos vibradores uno eléctrico y uno a gasolina. Por estar este bloque en la parte de atrás es necesario recorrer una mayor distancia con las carretillas hasta llegar al sitio de vaciado. La fundición transcurre sin inconvenientes y se trabaja en ella la jornada completa.

Figura 52. Vibrado de nervios



3.4.14 Fundición losa aligerada bloque 1. Se realiza la fundición de la losa aligerada del bloque 1 el día 22 de febrero de 2004. Se utilizó dos mezcladoras, dos plumas y tres vibradores, dos eléctricos y uno a gasolina. Se presentan inconvenientes debido en primer lugar al mal funcionamiento de un vibrador que retrazaba el normal avance, pero se corrigió y además se decidió utilizar el vibrador de gasolina para logra un mayor rendimiento. Otro inconveniente se produjo debido a que ese día el personal de Empopasto realizaba arreglos en una tubería y el servicio de agua estaba suspendido, por esto fue necesario recurrir a los Bomberos en dos ocasiones para que proporcionen el liquido y así continuar con la fundición.

3.4.15 Fundición losa aligerada bloque 4 cuarto piso. Otra de las actividades que se llevaron a acabo durante el desarrollo de la pasantía fue la fundición de la losa aligerada del cuarto piso del bloque 4 el día 24 de abril de 2004, la fundición se inició a las 6:15 a.m. y concluyo a las 7:15 p.m. Se utilizaron 2 mezcladoras, 2 plumas, 3 vibradores, 1 eléctrico y 2 a gasolina.

Se presentaron algunos inconvenientes que causaron la demora de la fundición, uno de ellos fue la rotura del cable que hala el balde, prontamente se lo reemplazo y continuaron las labores. Otro inconveniente fue el daño de los vibradores, primero se daño el vibrador eléctrico y luego se daño uno de gasolina, fue necesario alquilar uno para continuar con la fundición, pues este proceso debe ser completado en su totalidad y no se puede dejar ningún elemento fundido por partes.

Figura 53. Ubicación pluma fundición losa bloque 3



Figura 54. Fundición losa aligerada bloque 4 cuarto piso



Figura 55. Ubicación pluma 1 fundición losa aligerada bloque 4



Figura 56. Losa terminada



3.4.16 Curado de las losas. Al día siguiente de haber fundido las losas empieza el proceso de curado de las mismas el cual continua durante varios días. Se hace mediante el rociado de agua varias veces al día y algunas veces en la noche con el fin de que permanezca siempre húmedo.

3.4.17 Desencofrado. Después de que se ha comprobado en laboratorio mediante el ensayo de cilindros a compresión que la resistencia de la losa excede del 80% de la requerida, interventoría da la autorización de quitar la formaleta. De esta forma se comienza a desencofrar la losa retirando uno a uno los elementos que hacen parte de la formaleta.

Figura 57. Desencofrado losa bloque 1



3.4.18 Instalación sanitaria losa aligerada. En el bloque 4 las losas de todos los pisos son aligeradas, en este caso ya se hizo la descripción del proceso de armado y fundición de una de ellas, sin embargo a diferencia de las losas de los otros bloques, esta contempla en su diseño baterías sanitarias, para lo cual se debe realizar la instalación de tubería y posteriormente una fundición independiente de la general.

Una vez se encuentra fundida la losa principal y se ha dejado sin fundir el tramo que corresponde a los baños, se hace la instalación de tuberías, se colocan tablas como formaleta lateral y bloques de ladrillo farol en los sectores que quedan vacíos, con esto se logra que esta placa quede liviana, una vez se encuentren listas las tuberías, y estén fijadas y niveladas se produce el concreto, mediante la pluma es elevado hasta la losa y es vaciado en el sitio indicado.

Figura 58. Tubería sanitaria losa aligerada



Figura 59. Fundición losa aligerada para baños cuarto piso



3.4.19 Losa maciza. Otro elemento estructural en la construcción de estos bloques es la losa maciza. El diseño estructural estipula que en algunos sectores de los bloques 1, 2, 3 se utilice este tipo de losa.

Una vez se han armado las vigas perimetrales, se continua el proceso de armado de formaleta y posterior armado del refuerzo de la losa.

Figura 60. Refuerzo losa maciza bloque 3



Figura 61. Refuerzo losa maciza bloque 2



Figura 62. Losa maciza terminada



3.4.20 Armado de formaleta. Determinado el nivel al cual debe fundirse la losa maciza se procede a dar forma a esta mediante la formaleta que a va a servir de soporte para la fundición. Para este caso se arma la estructura metálica y sobre ella se colocan tableros.

3.4.21 Armado de refuerzo. Una vez se encuentra armada la formaleta y se compruebe su seguridad y firmeza se procede a armar el refuerzo de la losa. En este caso el refuerzo que se utilizó fueron varillas de diámetro $\frac{1}{2}$ " en un sentido con una separación de 0.20 m y perpendicularmente varillas de diámetro $\frac{3}{8}$ " con una separación de 0.15 m., este refuerzo se interceptaba con las vigas a ambos lados.

3.4.22 Fundición de losa maciza. Para la fundición de estas losas se utiliza una mezcla con una dosificación 1 : 3 : 2.25 con un aditivo Plastiment TM -10 y además un impermeabilizante Plastocrete DM que ayuda a hacer una mezcla manejable y además permite que la losa no deje filtrar el agua.

Para estas fundiciones en los bloques 1, 2, 3 fue necesario utilizar un pluma que elevara el concreto desde el lugar de fabricación hasta el nivel donde se realiza la fundición. Así mismo se emplearon carretillas de mano para llevarlo hasta el lugar de vaciado. También se utilizaron vibradores eléctricos y a gasolina para lograr un buen acomodo de la mezcla.

La losa maciza tiene un espesor de 0.10 m y esta simplemente apoyada en las vigas.

3.4.23 Pañete de losa maciza. Al día siguiente de haber fundido la losa se pañete para dar pendiente y lograr de esta forma una correcta evacuación de las aguas lluvias, este pañete se hace con un mortero 1 : 4. se realiza al día siguiente para lograr una buena adherencia con el concreto fresco.

3.4.24 Curado del concreto. Una vez el pañete haya fraguado se procede al curado de la losa por medio de un rociado varias veces al día hasta lograr la resistencia requerida.

3.5 ESCALERAS

3.5.1 Escaleras de acceso bloque 4. Originalmente el diseño de estas escaleras se planteaba como escaleras en concreto reforzado, para esto era necesario realizar un relleno con suelo cemento y ubicar una viga auxiliar de soporte para la escalera, sin embargo se consulto al Ingeniero William Castillo, quien decide cambiar el diseño y conformar las escaleras en concreto ciclópeo.

Una vez definido el diseño se arma la formaleta de las escaleras, se hace el trazado de las mismas y se procede a realizar la fundición en concreto ciclópeo.

Figura 63. Encofrado escaleras en concreto ciclópeo



3.5.2 Escaleras de acceso segundo piso bloque 4. Surgen algunos inconvenientes en el momento de revisar el diseño de esta estructura, debido a que hacía falta un apoyo que ayude a soportar la escalera. De este modo se hizo un estudio en conjunto con el Ingeniero William Castillo y se determino realizar anclajes en el muro de contención del bloque 5 y en las pantallas diseñadas para soportar la escalera y de esta forma se dio solución a los elementos que hacían falta.

Figura 64. Encofrado escaleras concreto reforzado



Figura 65. Fundición escaleras



3.5.3 Escaleras acceso a tercer y cuarto piso bloque 4. Estas escaleras tienen un diseño en concreto reforzado utilizando varillas de diámetro $\frac{1}{2}$ "", se conforman de 14 escalones con huella de 0.30m y contrahuella 0.17m, el espesor de la losa es 0.15 m.

En primer lugar se arma la formaleta, tanto de la losa como los laterales y las divisiones de los escalones. Una vez la formaleta se encuentre preparada se arma el refuerzo, tanto en forma transversal como longitudinal, haciendo los traslapes correspondientes para unirla con la losa aligerada que ya se a fundido. De esta forma queda armado el refuerzo de la parte superior e inferior y se procede a la fundición que se hizo utilizando un concreto con una dosificación 1 : 3 : 2.25 y con aditivo Plastiment TM - 10. Al igual que las losas se hace el correspondiente curado y se calcula por medio de muestras cuando llega a la resistencia requerida para poder quitar la formaleta.

3.5.4 Escaleras acceso principal bloque 5. Para la construcción de estas escaleras inicialmente se coloco una capa de suelo cemento fluido con el fin de nivelar el terreno, luego se hizo un muro de contención y posteriormente se fundieron los escalones utilizando concreto ciclópeo.

Figura 66. Muro de contención



Figura 67. Relleno suelo cemento para conformación de escaleras



Figura 68. Escaleras acceso hall exposiciones



3.5.5 Rampa de acceso bloque 5. Dado que toda edificación debe poseer un acceso especial para personas discapacitadas se crea la necesidad de hacer, paralelo a las escaleras de acceso, una rampa que permita a estas personas ingresar de manera fácil al hall de exposiciones. Para lograr esto se dio la recomendación de hacer un muro de contención que ayude a soportar la porción de suelo cemento que se requería para formar la rampa. De esta forma se construyó un muro de contención en concreto ciclópeo y luego se hizo el relleno con suelo cemento fluido. Posteriormente se colocó un refuerzo en varillas de diámetro 3/8" formando una cuadrícula con separaciones de 0.30 m, que ayuda a controlar el posible agrietamiento por retracción y temperatura del concreto. Una vez colocado el refuerzo se fundió la placa con una dosificación normal 1 : 2 : 3 por tratarse de una placa de piso.

3.6 ELEMENTOS DE MAMPOSTERIA

3.6.1 Mampostería. En cuanto a la mampostería la labor del Ingeniero Residente consiste en interpretar en los planos la ubicación exacta de los muros y verificar que estos se construyan de acuerdo al diseño arquitectónico y estructural. Con base en los planos se traza la ubicación, se interpreta también la ubicación de las estructuras que ayudan a soportar el muro como son las columnetas y viguetas, las cuales deben estar construidas correctamente y también deben ejercer la función para la cual fueron diseñadas.

Figura 69. Pega de muros bloque 1



3.6.2 Columnetas. Son estructuras verticales que sirven de sujeción al muro, se ubican bien sea a los extremos o formando parte del marco de una ventana o una puerta. Por lo general son de 0.12 * 0.15 m y de la altura que se requiera. Poseen un refuerzo que consiste en cuatro varillas de diámetro 3/8" y flejes en forma de 1/4".

Figura 70. Columneta



3.6.3 Viguetas. Son estructuras horizontales que permiten formar en conjunto con las columnetas un amarre efectivo para el muro. Se ubican en la parte superior rematando los muros o de ser necesario si el muro posee demasiada altura se ubican en la parte central, así mismo forman un marco en las puertas y ventanas, sirviendo en algunas ocasiones de dintel. También están constituidas por dos refuerzos de diámetro 3/8" en el sentido longitudinal y por flejes en forma de "C" en el sentido transversal.

Figura 71. Vigueta



3.6.4 Pañete de muros. Para el pañete de muros se utiliza en primer lugar un mortero normal con el fin de lograr uniformidad, posteriormente se aplica un mortero con arena refinada para lograr un mejor acabado. El pañete de muros se realiza una vez se haya aplicado la espuma de relleno o el icopor con el fin de no dejar espacios vacíos. En este aspecto es importante revisar que los bordes o esquinas queden bien terminados.

3.6.5 Aplicación de espuma Hilti. Una de las especificaciones que debían cumplirse en cuanto a los muros, era que debían estar aislados de la estructura por medio de un material que permitiera independencia en caso de un sismo. Para esto se utilizó en primer lugar un producto denominado espuma Hilti que se aplica en las juntas entre los muros y la estructura. Debido a que este producto es costoso se consulto con el Ingeniero estructural y se decidió utilizar icopor en vez de espuma. Este material cumple la misma función de la espuma y es mas económico.

CONCLUSIONES

- Se complementó los conocimientos teóricos adquiridos en el transcurso de la actividad académica desempeñando el cargo de Residente de Obra.
- Se ejecutó las labores correspondientes al cargo de Residente de Obra de manera profesional y ética.
- Se recibió cantidad de conocimientos prácticos tanto en el aspecto técnico, como en el aspecto de manejo del talento humano necesarios para el desarrollo de la experiencia en la etapa de ejercicio profesional de la Ingeniería Civil.
- Se colaboró de manera diligente en el avance de las labores de construcción de la planta física de la Universidad de Nariño.

BIBLIOGRAFÍA

ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA. Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR – 98 Tomo 1, Título A y C. Santafé de Bogotá D.C. : 3R EDITORES, 2001. 387p.

SANCHEZ DE GUZMAN, Diego. Tecnología del concreto y del mortero. Santafé de Bogotá D.C. : Editorial Pontificia Universidad Javeriana, 1993. 348p.