

**SEGUIMIENTO Y CONTROL DE OBRAS INTERNAS Y RESIDENCIA EN LA
CONSTRUCCION DE LOS BLOQUES DE LA FACULTAD DE ARTES**

MARIO FERNANDO ERASO ADARME

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

**SEGUIMIENTO Y CONTROL DE OBRAS INTERNAS Y RESIDENCIA EN LA
CONSTRUCCION DE LOS BLOQUES DE LA FACULTAD DE ARTES**

MARIO FERNANDO ERASO ADARME

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

**DIRECTOR
MARIO ARIAS BUSTOS
Arquitecto**

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

*A Dios, ser omnipotente que día a día ilumina mi vida
y me da la fortaleza para seguir a delante.*

*A la memoria de mi Padre Carlos Eduardo
, que su alma desde el cielo
hizo que esta meta se hiciera realidad
y que aunque no esté al lado mío
nuestros corazones estarán unidos para siempre.*

*A mi Mamá Leonor, la gordita que con su bendición
me protege día tras día, gracias por su bondad y sacrificio
para ayudarme a cumplir mis sueños.*

*A mi familia , a mis tíos y primos, por su confianza,
su hermandad, la unión y su apoyo constante e incondicional
con los que poco a poco he podido llevar a cabo
mis metas trazadas.*

*A María Fernanda, mi novia y madre de mi hija,
gracias por ser una excelente mujer y madre ,
por ofrecerme tu ternura y amor de manera incondicional,
Gracias por estar a mi lado.*

*A la chiquita que con su presencia y llegada a este mundo,
hizo que mi vida se llene de alegría y felicidad,
a la fuente de mi inspiración y motivo para seguir viviendo,
este pequeño triunfo te lo dedico a ti:
Catalina*

AGRADECIMIENTOS

Ofrecer mis más sinceros agradecimientos a la Ing. Ana Stella Mesías, Directora de la obra de la Facultad de Artes, por su calidad de persona y por haber depositado en mí la confianza para llevar a cabo este proyecto.

Al Decano de la Facultad de Ingeniería, Dr Jairo Guerrero, por haberme ofrecido la grandiosa oportunidad de realizar mi pasantía en la Universidad de Nariño; al Arq. Mario Arias, por haber aceptado la dirección de este proyecto y por sus buenos consejos en bs momentos de dificultad; a los profesores que durante toda mi carrera universitaria, trataron de ofrecer sus conocimientos de la mejor manera y sus consejos para la formación de profesionales íntegros; al Ing. William Castillo por ofrecernos su orientación en el momento necesario; a Herney Laso por su colaboración permanente y ser una excelente persona.

A mis compañeros de estudios y de pasantía, con quienes pasamos una experiencia muy grata e inolvidable, por su constante apoyo en el trabajo y por su buena amistad.

A los maestros de la obra, Nelson Burbano, Jaime Chañá, Alfredo Rosero y José Andrade, por realizar un excelente trabajo y ofrecerme su amistad.

Y a todas las personas que creyeron en mí y de una u otra forma intervinieron para el desarrollo satisfactorio de mi pasantía.

CONTENIDO

	Pág
INTRODUCCION	18
1. SEGUIIMIENTO Y CONTROL DE OBRAS VARIAS INTERNAS	19
1.1 CONSTRUCCION TANQUE RESERVORIO EN EL LABORATORIO DE HIDRAULACA DE LA FACULTAD DE INGENIERIA	19
1.2 PRECIOS UNITARIOS DE MESONES LABORATORIOS DE LA FACULTAD DE INGENIERIA	23
1.3 ENSAYOS DE PROCTOR MODIFICADO	23
1.3.1 Muestra 1	23
1.3.2 Muestra 2	24
1.4 MEZCLAS DE PRUEBA PARA CONCRETO	25
1.4.1 Mezclas con dosificaciones tradicionales	25
1.4.2 Diseño de mezclas	33
2. RESIDENCIA EN LA COSNTRUCCION DE LOS BLOQUES DE LA FACULTAD DE ARTES	39
2.1 DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO	39
2.2 PRELIMINARES	40
2.2.1 Cimentación	40
2.2.1.1 Mejoramiento y nivelación del suelo de cimentación	40
2.2.1.2 Colocación de refuerzo a flexión de zapatas	41
2.2.1.3 Fundición de zapatas	42
2.2.1.4 Vigas de cimentación	43
2.2.2 Muro sobrecimiento	44

2.2.3	Columnas	48
2.2.3.1	Encofrado	49
2.2.3.2	Fundición	51
2.2.3.3	Curado del concreto	52
2.2.4	Muro de contención en concreto reforzado	54
2.2.5	Relleno con suelo cemento fluido	59
2.2.6	Instalación hidrosanitaria	63
2.2.6.1	Tubería sanitaria de aguas negras y caja de inspección	64
2.2.6.2	Tubería sanitaria de aguas lluvias	65
2.2.6.3	Tubería hidráulica y red contra incendios	69
2.2.7	Placa de piso	69
2.2.7.1	Nivelación del terreno	69
2.2.7.2	Instalación de polisec	70
2.2.7.3	Armado de parrilla	70
2.2.7.4	Instalación eléctrica	71
2.2.7.5	Fundición de placa de piso	72
2.2.8	Estructura aérea	74
2.2.8.1	Vigas aéreas de Talleres	74
2.2.8.2	Losa aligerada bloque 4 N + 2.78 mt	82
2.2.9	Colocación de letrero "UNIVERSIDAD DE NARIÑO 100 AÑOS"	93
3	CONCLUSIONES	96
	BIBLIOGRAFÍA	97
	ANEXOS	98

LISTA DE ANEXOS

	Pág
Anexo A. DIMENSIONES TANQUE RESERVORIO SUBTERRÁNEO	99
Anexo B. RESUPUESTO CONSTRUCCION DE MESONES PARA LABORATORIOS DE FACULTAD DE INGENIRIA	100
Anexo C. ENSAYO DE COMPACTACION MUESTRA 1	101
Anexo D. ENSAYO DE COMPACTACION MUESTRA 2	102
Anexo E. RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CILINDROS DE CONCRETO CON DOSIFICACIONES COMUNES	103
Anexo F. GRANULOMETRIA AGREGADO TAMAÑO MAX 1 ½"	104
Anexo G. GRANULOMETRIA ARENA DEL ESPINO	105
Anexo H. GRANULOMETRIA ARENA NEGRA LAVADA DE TERRAZAS	106
Anexo I. GRANULOMETRIA GRAVILLA TAMAÑO MAX ¾"	107
Anexo J. RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CILINDROS DE CONCRETO CON ADITIVOS	108
Anexo K. ANEXO . GRADACION IDEAL SEGÚN WEIMOUTH	109
Anexo L. DOSIFICAICON DE AGREGADOS POR EL METODO GRAFICO	110
Anexo M. DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO	111
Anexo N. RESULTADO DE LABORTARIO DE MUESTRAS DE SUELO	113
Anexo O. ELEMENTOS ESTRUCTURALES BLOQUE 4	114
Anexo P. ELEMENTOS ESTRUCTURALES BLOQUE 5	115
Anexo Q. ELEMENTOS ESTRUCTURALES TALLERES	116
Anexo R. DETALLE GENERAL VIGA CANAL – TALLERES	117
Anexo S. DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO MAS ADITIVO PLASTIMENT TM - 10	118

LISTA DE FIGURAS

	Pág
Figura 1. ARMADO DE REFUERZO D= 3/8"	20
Figura 2. COLOCACION DE FORMALETA – TABLEROS	20
Figura 3. LOSA DE PISO Y PAREDES FUNDIDAS	21
Figura 4. REPELLO DE PAREDES CON MORTERO IMPERMEABILIZADO 1:4	22
Figura 5. ENCHAPE DE PAREDES INTERNAS DEL TANQUE	22
Figura 6. TANQUE RESERVORIO SUBTERRANEO EN FUNCIONAMIENTO	23
Figura 7. EQUIPO PARA ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO	24
Figura 8. CHEQUEO DE DENSIDAD ALCANZADA EN OBRA	25
Figura 9. DETERMINACION DEL ASENTAMIENTO Y MANEJABILIDAD DE LA MEZCLA	26
Figura 10. LAVADO DE AGRADO FINO PARA ELIMINACION DE PARTÍCULAS PASANTES POR EL TAMIZ No 200	27
Figura 11. TAMIZADOR MECANICO	27
Figura 12. PESO UNITARIO COMPACTO	28
Figura 13. PESO UNITARIO SUELTO	28
Figura 14. ENSAYO PARA DETERMINAR LA CONDICION SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA DEL AGREGADO FINO	29
Figura 15. PESO ESPECIFICO DE AGREGADO FINO	29
Figura 16. PESO ESPECIFICO DE AGREGADO GRUESO	30
Figura 17. SIKA FUME – MICROSILICE	31
Figura 18. SIKA MINT N-100, SUPERPLASTIFICANTE	32
Figura 19. DOSIFICACION DE ADITIVOS	32
Figura 20. CONTROL DE ASENTAMIENTO MEZCLA CON ADITIVO	32
Figura 21. FUNDICION DE SOLADO EN CONCRETO CICLOPEO MAS ADITIVOS	33
Figura 22. MANEJABILIDAD EN CAMPO DE MEZCLAS DISEÑADAS EN EL LABORATORIO	34

Figura 23. MATERIALES UTILIZADOS PARA LA ELABORACION DE MEZCLAS DE CONCRETO	34
Figura 24. TOMA DE CILINDROS DE CONCRETO	35
Figura 25. CURADO DE CILINDROS	36
Figura 26. REFRENTADO DE CILINDROS	36
Figura 27. ENSAYO DE RESISTENCIA Y COMPRESION DE CILINDROS	36
Figura 28. FUNDICION DE ZAPATAS CON NUEVA MEZCLA	37
Figura 29. TOMA DE MUESTRAS DE SUELO PARA LA DETERMINACION DE CONTENIDO DE SULFATO	38
Figura 30. MEJORAMIENTO DE SUELO DE CIMENTACION	40
Figura 31. RELLENO CON SUELO CEMENTO FLUIDO MAS RAJON	41
Figura 32. REFUERZO DE ZAPATAS Y ANCLAJE DE CASTILLOS	42
Figura 33. FUNDICION DE ZAPATAS	42
Figura 34. REFUERZO DE PEDESTALES	43
Figura 35. PEDESTAL FUNDIDO	44
Figura 36. MURO EN CONCRETO CICLOPEO PARA APOYO DE VIGA	44
Figura 37. ARMADO DE REFUERZO A FLEXION Y CORTANTE	45
Figura 38. PRODUCCION DE MEZCLA DE CONCRETO	45
Figura 39. FUNDICION, VIBRADO Y TERMINADO DE VIGAS	46
Figura 40. MURO SOBRECIMIENTO Y COLUMNETAS DE CONFINAMIENTO	47
Figura 41. MURO DE SOBRECIMIENTO REPELLADO Y ESMALTADO	47
Figura 42. CASTILLOS LEVANTADOS Y ANCLADOS AL REFUERZO DE ZAPATAS	48
Figura 43. DETALLE DE FLEJES DE COLUMNAS Y PANTALLAS	48
Figura 44. APUNTALAMIENTO DE FORMALETA PARA COLUMNAS	49
Figura 45. APUNTALAMIENTO DE FORMALETA PARA PANTALLAS	50
Figura 46. CHEQUEO DEL PLOMO DE LA FORMALETA	50

Figura 47. FUNDICION DE PANTALLA ESTRUCTURAL	51
Figura 48. VENTANA PARA VIBRAR EL CONCRETO EN LA BASE	52
Figura 49. RETIRO DE FORMALETA DE PANTALLA	52
Figura 50. CURADO DEL CONCRETO	53
Figura 51. CURADO DEL CONCRETO FORRADO CON PAPEL MOJADO	53
Figura 52. ARMADO DEL REFUERZO DE ZARPA Y CUERPO DE MURO DE CONTECION	55
Figura 53. FUNDICION DE ZARPA DE MURO DE CONTENCION	56
Figura 54. APUNTALAMIENTO CARA VERTICAL DE MURO DE CONTENCION	57
Figura 55. FUNDICION Y VIBRADO DEL CONCRETO	57
Figura 56. MURO DE CONTENCION TERMINADO	58
Figura 57. DILATACION ENTRE COLUMNAS Y MURO DE CONTENCION	58
Figura 58. VIGUETA DE CONFINAMIENTO DE MURO SOBRECIMIENTO	59
Figura 59. RELLENO CON SUELO CEMENTO – TALLERES	60
Figura 60. CONFORMACION DE ESCALERAS CON SUELO CEMENTO BLOQUE 4	60
Figura 61. INICIO DE RELLENO SUELO CEMENTO – BLOQUE 5	61
Figura 62. PRODUCCION Y VIBRADO DE MEZCLA SUELO CEMENTO FLUIDO	62
Figura 63. DIVISION DEL AREA DE RELLENO PARA RENDIMIENTO DEL PROCESO	62
Figura 64. RELLENO DE EXCAVACION PARA TUBERIA SANITARIA	63
Figura 65. CONSTRUCCION DE CAJA DE ISNPECCION	64
Figura 66. INSTALACION DE PUNTOS SANITARIOS – TALLERES	64
Figura 67. TUBERIA SANITARIA DE AGUAS NEGRAS	65
Figura 68. ACABADO INTERNO DE CAJA DE INSPECCION	66
Figura 69. COLOCACION DE TAPAS EN CONCRETO REFORZADO	66
Figura 70. INSTALACION TUBERIA DE AGUAS LLUVIAS – NOVAFORT	67

Figura 71. ENSAMBLE DE TUBERIA NOVAFORT PARA ALCANTARILLADO	68
Figura 72. COMPACTACION MANUAL DE EXCAVACIONES PARA LA INSTALACION DE TUBERIA	68
Figura 73. NIVELACION DEL TERRENO CON RELLENO SUELO CEMENTO FLUIDO	69
Figura 74. TENDIDO DE POLISEC	70
Figura 75. ARMADO DE PARRILLA PARA PLACA DE PISO	71
Figura 76. DUCTOS ELECTRICOS INSTALADOS	72
Figura 77. VACIADO DE CONCRETO	72
Figura 78. DISTRIBUCION Y NIVELACION DEL CONCRETO	73
Figura 79. PLACA DE PISO TERMINADA	73
Figura 80. ARMADO DE VIGAS AEREAS	74
Figura 81. REFUERZO ADICIONAL PARA VIGA CANAL	75
Figura 82. REFUERZO DE MENSULAS	75
Figura 83. ARMADO DE FORMALETA BASE	76
Figura 84. COLOCACION Y APUNTALAMIENTO DE TABLEROS LATERALES	77
Figura 85. CHEQUEO DE VERTICALIDAD DE TABLEROS LATERALES	77
Figura 86. ENCOFRADO DE VIGA CANAL	78
Figura 87. FUNDICION DE VIGAS N + 3.80 MT	79
Figura 88. FUNDICION DE INTERCEPCION VIGA COLUMNA	80
Figura 89. DETALLE DE PLATINA Y PERNOS	81
Figura 90. INSTALACION DE PLATINAS Y PERNOS EN MENSULAS	81
Figura 91. VIGA CANAL DESENCOFRADA	82
Figura 92. ARMADO DE VIGAS N + 2.78 MT	83
Figura 93. INSTALACION DE ESTRUCTURA METALICA DE FORMALETA	84
Figura 94. FORMALETA BASE INSTALADA TOTALMENTE	84

Figura 95. FORMALETA DE VIGAS LATERALES	85
Figura 96. ARMADO DE ESTRUCTURA DE CASETON	85
Figura 97. CASETON TERMINADO	86
Figura 98. TENDIDO DE MALLA DE GALLINERO	86
Figura 99. ARMADO DE NERVIOS	87
Figura 100. ARMADO COMPLETO DE LOSA ALIGERADA	87
Figura 101. INSTALACION DE DUCTOS PARA ALUMBRADO DE PRIMER PISO	88
Figura 102. DOSIFICACION SIKAFIBER AD	89
Figura 103. FUNDICION PLACA DE MORTERO E = 0.03 MT	89
Figura 104. COLOCACION DE CASETONES	90
Figura 105. COLOCACION DE MALLA ELECTROSOLDADA	91
Figura 106. INSTALACION DE DUCTOS ELECTRICOS SEGUNDO PISO	91
Figura 107. FUNDICION DE VIGAS Y NERVIOS	92
Figura 108. FUNDICION DE PLACA SUPERIOR E = 0.05 MT	92
Figura 109. VISTA GENERAL DE LOSA FUNDIDA E = 0.40 MT	93
Figura 110. ASCENSO DE MODULOS HASTA TALUD	94
Figura 111. FUNDICION EN SITIO DE MODULOS FALTANTES	95
Figura 112. VISTA GENERAL LETRERO TERMINADO.	95

LISTA DE TABLAS

	Pág
Tabla 1. Cuadro resumen de las características de los materiales Presentes en obra.	26
Tabla 2. Características del muro de contención	54
Tabla 3. Características del muro de contención	54
Tabla 4. resultados promedios a 3, 7 y 28 días	79

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 mezcla fresca de concreto.

CILINDROS DE ENSAYO: se utilizan para realizar ensayos de compresión cilíndrica, donde la longitud es el doble del diámetro. 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) en formas técnicas para realizar el ensayo y determinar el asentamiento de las mezclas de concreto.

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

CONCRETO CICLÓPEO: constituido por concreto y piedras de un tamaño aproximado de 10 a 20cm, que se emplean 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, tensión por la acción de carga.

CUBICACIÓN: calculo de los volúmenes de tierra por transportar y remover o compactar.

CUBIERTA: parte de una edificación cuya finalidad es desalojar lo más rápido posible el agua lluvia, creando puntos de descarga en sitios aislados de la parte central de la placa.

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 Interventoría.

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

RESUMEN

FACULTAD: INGENIERÍA

PROGRAMA: INGENIERIA CIVIL

TITULO:

“ SEGUIMIENTO Y CONTROL DE OBRAS INTERNAS Y RESIDENCIA EN LA CONSTRUCCION DE LOS BLOQUE DE LA FACULTAD DE ARTES “

AUTOR : MARIO FERNANO ERASO ADARME

DESCRIPCION DEL TRABAJO:

El presente informe trata de plasmar de manera sintética todas las actividades realizadas durante el transcurso de la pasantía en la Universidad de Nariño. En primer lugar el seguimiento y control de obras internas en el que se llevaron a cabo actividades como la construcción del tanque reservorio subterráneo en el laboratorio de hidráulica de 6.95 mt de largo, 1.20 mt de ancho y 1.10 mt de profundidad ; entrega de presupuestos, diseño y elaboración de mezclas de concreto. Luego, después de dos meses, la residencia definitiva en la construcción de los bloques de la Facultad de Artes, estando bajo mi responsabilidad los bloques 4 , 5 y Talleres. En el bloque 4 se continuó con el armado y fundición de muro de contención en concreto reforzado, la fundición de columnas, pantallas, placa de piso y el armado y fundición de losa de entrepiso aligerada N + 2.78 mt de 0.40 mt de espesor ; en el bloque 5 se inició desde la cimentación, armado y fundición de muro de contención en concreto reforzado, armado y fundición columnas, placa de piso y el armado y fundición de vigas N + 2.78 mt ; en Talleres se continuó con las fundición de columnas, placa de piso y el armado y fundición de ménsulas y vigas N + 3.80 mt.

SUMMARY

FACULTY: ENGINEERING

PROGRAMS: CIVIL ENGINEERING

TITLE:

"CONTROL AND TRACKING OF INTERNAL WORKS AND RESIDENCE IN ARTS FACULTY BUILDING CONSTRUCCION"

AUTHOR: MARIO FERNANDO ERASO ADARME

DESCRIPTION OF THE WORK:

The next information is trying to show by a short way, all the activities made during the passant in the university of Nariño. First: the control and tracking of internal works in wich transacted activities like the construction of underground reserve tank in the hydraulic laboratories of 6.95 m. long, 120 m. width, and 1.10 m. depth; giving budgets, designs and concrete mixes made; then, after two months the definitive residence in the arts faculty building construction, being under my responsibility, the building number four and five and the workshops. In the building number four continuing with the elaboration and fundition of mid floors light plaque N + 2.78 m. of 0.40 m. width in the building number five started from the fundation, elaboration and fundition of the contention wall in reinforced concrete, columns elaboration and fundition, floors and beams N + 2.78 m. in workshops continued with columns and floors fundition and brackets and beams N + 3.80 m. elaboration and fundition.

INTRODUCCION

La Universidad de Nariño, con el objetivo fundamental de acoger de la mejor manera a sus estudiantes y demás visitantes, se ha propuesto desde hace algún tiempo atrás un programa para la optimización de su planta física, gracias a una excelente gestión de sus administrativos y al constante apoyo de la Oficina de Planeación representada por el Fondo de Construcciones.

Con el propósito de dar cumplimiento a este objetivo, la Facultad de Ingeniería con su Programa de Ingeniería Civil pone a disposición de la Universidad, estudiantes egresados de la misma que pretenden obtener el Título de Ingenieros Civiles, mediante la modalidad de *Pasantía*.

La pasantía es una metodología que le permite al estudiante egresado aplicar los conocimientos que poco a poco fueron adquiridos durante el desarrollo de su carrera, permitiéndole así traducir toda la teoría plasmada en una hoja de papel al lenguaje propio de la construcción de obras civiles, de esta manera con el más mínimo detalle observado el estudiante aprende a formarse un criterio propio y veraz de las experiencias que a diario se viven, que le favorecen en el momento mismo de tomar decisiones fundamentales y trascendentales, no solamente en el desarrollo de su pasantía sino también en el transcurso de su vida como profesional y como ser humano.

Una de las principales funciones del Ingeniero Residente, es la de realizar una supervisión técnica de las actividades que a diario se realizan en la obra, de esta manera garantizar que las especificaciones geométricas y técnicas de cada elemento estructural y no estructural que se plasma sobre un plano, se cumplan satisfactoriamente, teniendo en cuenta que toda obra civil se crea con el objetivo fundamental de mejorar el nivel de vida y de ofrecer un servicio a la comunidad, y de hecho proporcionar seguridad, protección y confianza cuando ésta haga uso de la estructura.

El presente informe trata de ilustrar de manera clara y resumida, todas las actividades que se llevaron a cabo durante el transcurso de la pasantía para lo cual se fue asignado, por un tiempo de 6 meses. Uno de los requisitos necesarios para poder optar al Título de Ingeniero Civil de la Universidad de Nariño.

1. SEGUIMIENTO Y CONTROL DE OBRAS VARIAS INTERNAS

GENERALIDADES

Dando cumplimiento al acuerdo No. 205 de septiembre 3 de 2003, omitido por el Comité Curricular y de investigaciones del programa de Ingeniería Civil, mediante el cual me designan como residente de obras varias internas durante un período aproximado de dos meses, mientras se daba por terminado el tiempo de la pasantía del Ing. Residente en la construcción de los bloques de la Facultad de Artes, inmediatamente después desempeñaría la función como Ing. Residente continuando con la construcción de la misma obra, hasta cumplir con el período otorgado para el desarrollo de la pasantía que es de seis meses.

1.1 CONSTRUCCION DE TANQUE RESERVORIO EN EL LABORATORIO DE HIDRAULICA DE LA FACULTAD DE INGENIERIA

En el momento en el que doy inicio a mi función como residente de obras varias internas, se estaba realizando la construcción de un tanque reservorio subterráneo en el laboratorio de hidráulica, con el objetivo de alimentar a través de sistemas de bombeo, todos los aparatos utilizados en las demostraciones de laboratorios a los estudiantes.

La actividad que se estaba desarrollando era la excavación, de acuerdo con las dimensiones del tanque la excavación del hueco debía tener las siguientes dimensiones: 1.2 mt de ancho, 7.0 mt de largo, 1.10 mt de profundidad en los extremos y 1.20 mt cerca al extremo derecho a lo largo de 0.40 mt de longitud. Ver Anexo 1.

Una vez se terminó la excavación que en total fueron 10.08 m³, se funde un concreto de limpieza, más conocido como solado, de 5 cm de espesor, la dosificación de los materiales para este concreto fue en proporción 1 : 4 : 5 de cemento, arena y triturado respectivamente. Sobre este solado se empieza a armar el emparrillado para la placa de piso y a la vez las paredes laterales del tanque, en varilla No. 3 (3/8") espaciada cada 15 cm en los dos sentidos, el espesor de la placa y las paredes es de 10 cm y el refuerzo será colocado a la mitad. Con el objeto de reforzar las paredes del tanque y contrarrestar el empuje del suelo cuando esté vacío, se programan unas escuadras en varilla No.3 (3/8") de 30 cm de lado espaciadas cada 20 cm, que fueron colocadas en todas las aristas del tanque menos en las de la superficie.

Figura 1. ARMADO DEL REFUERZO D = 3/8"



Así se da inicio a la colocación de la formaleta, para lo cual se alquilan tableros o camillas dando rendimiento al proceso, se chequea la verticalidad de la misma y el recubrimiento del refuerzo; de esta manera se procede a fundir las paredes del tanque con concreto en proporción 1 : 2 : 3, a medida que se vacía concreto se vibra con el objetivo de tratar de eliminar la mayor cantidad de aire atrapado y dar un mejor acomodo de los agregados dentro de la mezcla.

Figura 2. COLOCACION DE FORMAleta - TABLEROS



Figura 3. LOSA DE PISO Y PAREDES FUNDIDAS



A las 24 horas de la fundición se retira la formaleta, se empapa las paredes del tanque con lechada, mezcla agua cemento, para que el mortero de repello se adhiera mejor al concreto recién desencofrado, el mortero utilizado fue en proporción 1:4 , el cual estaba impermeabilizado con Sika 1 en proporción 1:8 (1 parte de aditivo por cada 8 de agua). Finalmente se enchapa las paredes internas del tanque con azulejo de 20 x 20 cm, que en total fueron 23.76 m². Se instala las motobombas y las tapas en alfajor.

Figura 4. REPELLO DE PAREDES CON MORTERO IMPERMEABILIZADO 1:4



Figura 5. ENCHAPE DE PAREDES INTERNAS TANQUE



FIG 6. TANQUE RESERVORIO SUBTERRÁNEO EN FUNCIONAMIENTO



1.2 PRECIOS UNITARIOS DE MESONES LABORATORIOS DE INGENIERIA ELECTROTÓNICA

Se determinó un valor aproximado, a través de precios unitarios, del costo total de la construcción de unos mesones centrales y laterales con su respectiva instalación eléctrica, para la ampliación de los laboratorios de Ingeniería Electrónica y la instalación de una nueva sala de computo. Así como también se entregó el costo del enchape de los pisos de las aulas de los laboratorios y el pasillo de acceso a las mismas los cuales quedan ubicados en la antigua Facultad de Ingeniería. Estos precios fueron entregados al Dr. Jairo Guerrero, Decano de la Facultad de Ingeniería. Ver Anexo 2

1.3 ELABORACION DE ENSAYOS DE PROCTOR MODIFICADO

1.3.1 Muestra 1. En colaboración con el Interventor de la construcción de la Facultad de Artes, Alexander Moreno, y siguiendo los requerimiento necesarios para el mismo, se realiza un ensayo de proctor modificado a una muestra correspondiente al material de relleno para ser utilizado en el mejoramiento del suelo de zapatas de los bloques de artes, con un resultado de densidad máxima igual a 1.33 gr/cm^3 para una humedad óptima del 33%.

Figura 7. EQUIPO PARA LA REALIZACIÓN DEL ENSAYO DEL PROCTOR MODIFICADO



1.3.2 Muestra 2. Se realizó otro ensayo de proctor modificado para material de mejoramiento de suelo de zapatas de la construcción de la Facultad de Artes , pero ahora con una mezcla entre suelo del sitio, arena negra y triturado de tamaño max. 3” en proporción 1:1:1. En este ensayo se tomaron 4 puntos de referencia, el primer punto con la humedad natural, al segundo punto se le agregó 100 ml de agua, al tercero 200 ml y al cuarto 300 ml, cada punto con 5000 gr de muestra. Luego de obtener las humedades correspondientes para cada punto se obtuvo como resultado de densidad max. 1.634 gr/cm^3 para una humedad óptima de 20.3%. ver anexos 3 y 4.

Para comprobar que en el terreno se alcance el 95% de la densidad del Proctor modificado, según estudio de suelos, la interventoría realizaba ensayos del Cono y la Arena, con el cual se obtuvieron resultados satisfactorios para el suelo de mejoramiento.

Figura 8. CHEQUEO DE LA DENSIDAD ALCANZADA EN OBRA, POR MEDIO DEL ENSAYO DEL CONO Y LA ARENA.



1.4 MEZCLAS DE PRUEBA PARA CONCRETO

1.4.1 Mezclas con dosificaciones tradicionales. Se inicia un proceso de elaboración de mezclas de prueba de concreto con los materiales presentes en la obra de la Facultad de Artes, arena negra lavada, gravilla tamaño máximo $\frac{3}{4}$ " y cemento Diamante, pero sin ninguna clase de aditivos; el objetivo es obtener resistencias para determinar cual mezcla es la más favorable para alcanzar las resistencia de diseño que es de 3000 PSI. A cada una de las mezclas se les realizó el ensayo del slump o Cono de Abrams para determinar su asentamiento y su manejabilidad para ser colocada en obra.

Figura 9. DETERMINACION DE ASENTAMIENTO Y MANEJABILIDAD DE LA MEZCLA



De acuerdo con los resultados obtenidos, se determinó que los mejores resultados fueron arrojados por la mezcla 1:2:3, pero con una manejabilidad no tan favorable para ser colocada en obra. Ver anexo 5.

Debido a que las mezclas de prueba realizadas descritas anteriormente, fueron elaboradas teniendo en cuenta las dosificaciones comúnmente utilizadas en una obra civil, simplemente para obtener la mejor de ellas. Nace la necesidad de realizar un análisis más profundo a cada uno de los materiales utilizados para la elaboración de concreto presentes en la obra de la Facultad de Artes, con el objetivo de diseñar una mezcla de manera técnica con la condición particular de

cada uno; así se realizaron ensayos de laboratorio a cada material y también a una muestra de arena gris del Espino para determinar cuál es la mejor comparada con la arena negra lavada. Los ensayos se realizaron de acuerdo a las Normas Técnicas Colombianas para el Sector de la Construcción ICONTEC y fueron los siguientes: granulometría Norma ICONTEC 77 anexos 6,7,8,9 , peso unitario suelto y apisonado Norma ICONTEC 92 , peso específico y absorción de agregados finos Norma ICONTEC 237, peso específico y absorción de agregados gruesos Norma ICONTEC 176 ,contenido de humedad total Norma ICONTEC 1776; todo esto con el objetivo de determinar las características de los materiales presentes en obra. A continuación se presenta un cuadro resumen de los resultados que se obtuvieron para cada material.

Tabla 1. Cuadro resumen de las características de los materiales presentes en obra

MATERIAL	PESO SPECIFICO gr/cm3	PESO UNITARIO SUELTO gr/cm3	PESO UNITARIO VARILLADO gr/cm3	ABSORCION %
Arena Negra	2.42	1.33	1.54	4
Arena Espino	2.28	1.1	1.41	5
Gravilla	2.59	1.38	1.48	2.35
Cemento		1.15		

Mediante un análisis realizado a los resultados anteriores, se determinó que se continuará trabajando con la arena negra lavada y descartar la arena gris del espino, a pesar de que esta última ofrece una mejor manejabilidad, se obtuvieron mejores resistencias con la arena negra lavada utilizando en el ensayo del método acelerado de resistencia a la compresión, por disposición de tiempo, con dos mezclas elaboradas bajo las mismas condiciones de asentamiento y manejabilidad.

Figura 10. LAVADO DE AGREGADO FINO PARA ELIMINAR PARTÍCULAS PASANTE POR EL TAMIZ No. 200



Figura 11. TAMIZADOR MECANICO



Figura 12. PESO UNITARIO COMPACTADO



Figura 13. PESO UNITARIO SUELTO



Figura 14. ENSAYO CONDICION SATURADA SUPERFICIALMETE SECA DE GREGADO FINO



Figura 15. PESO ESPECIFICO AGREGADO FINO



Figura 16. PESO ESPECIFICO AGREGADO GRUESO



Debido a que los resultados de los estudios de suelos realizados sobre el terreno donde sería construida la Facultad de Artes de la Universidad de Nariño, arrojaron como resultado que tiene un nivel freático alto y además sus aguas duras y el suelo mismo contienen compuestos de azufre, se ve la necesidad de proteger el concreto de los elementos estructurales de cimentación del ataque de los mismos, de esta manera la solución más acertada sería agregar al concreto algún aditivo que contrarreste tal efecto y que además garantice la manejabilidad y futura resistencia del mismo. Casa Andina, representantes de Sika a nivel regional, ofrecen dos productos que satisfacen las condiciones planteadas: Sika Fume y Sika Mint N-100. Al tomar la decisión con la directora de la obra Ing. Ana Stella Mesías, de aceptar utilizar estos productos para el concreto de cimentación, nos ofrecen una orientación acerca de la manera como serán utilización los aditivos y en que porcentaje serán dosificados a la mezcla.

En primer lugar el SIKA FUME, que es un compuesto de micro sílice más fino que el cemento, el cual ayudará a dar protección contra los sulfatos y densificación a la mezcla, su dosificación es del 5% del peso del cemento o sea 2.5 kg por cada bulto de cemento, cuando se añade este producto a la mezcla absorbe una gran cantidad de agua, debido a su alta finura, por lo que es necesario añadir otro producto, un súper plastificante.

Figura 17. SIKAFUME - MICROSILICE



SIKA MINT N-100, que le devuelva la manejabilidad a la misma, con una dosificación que varía entre el 1% - 1.5% del peso del cemento, para este caso en particular se utilizará el 1% equivalente a 410 cm^3 por bulto de cemento.

Figura 18. SIKAMINT N-100 - SUPERPLASTIFICANTE



Figura 19. DOSIFICACION DE ADITIVOS



Para observar como es el comportamiento real de estos aditivos en la mezcla, se pone en práctica la inducción en la obra misma, de esta manera se determina la cantidad de agua para obtener un asentamiento entre 2" – 3", finalmente se selecciona en obra una dosificación, a ojo por su buena consistencia y manejabilidad, de 1 : 2.75 : 2.25, en otras palabras: 1 bulto de cemento, 11 baldes de arena, 9 baldes de gravilla tamaño máximo $\frac{3}{4}$ ", 3 baldes de agua (varía de acuerdo a la condición de humedad de los materiales), 2.5 kg de Sika Fume (micro sílice) y 410 cm³ Sika Mint N – 100 (súper plastificante). Con esta mezcla se empezó la fundición de un solado en concreto ciclópeo de 25 cm espesor, realizaron cilindros de prueba para determinar la resistencia a los 3, 7, 28 y 56 días. De aquí en adelante empieza un control riguroso de contenido de agua de la mezcla mediante el ensayo con el cono de Abrams, en los tres frentes de trabajo: Talleres, Bloque 4 y 5 y Bloque 1,2,3 y Cilindro, buscando un asentamiento máximo de 3". Ver anexo 10

Figura 20. CONTROL DE ASENTAMIENTO MEZCLA CON ADITIVOS



Figura 21. FUNDICION SOLADO DE 25 CM EN CONCRETO CICLOPEO CON ADITIVOS



1.4.2 Diseño de mezclas. En vista de que los resultados de los ensayos de los cilindros de concreto a compresión, de la mezcla seleccionada no fueron satisfactorios, se concluye que lo mejor es realizar un diseño de mezcla teniendo en cuenta las características propias de cada material presentes en obra; para realizar esta actividad recibimos una asesoría de la Ing. LUZ KARIME VEGA, representante de Sika, con ella se realizó un diseño de mezcla en el laboratorio de suelos de la Facultad de Ingeniería, utilizando los resultados de los ensayos de laboratorio ya obtenidos. Ver cuadro resumen de resultados de laboratorios. La dosificación se hizo por peso y los materiales utilizados fueron: cemento diamante, arena negra lavada y gravilla de tamaño max. $\frac{3}{4}$ " , micro sílice y súper plastificante. El diseño se ajustó a un contenido de cemento 325 kg / m³, con el fin de economizar un poco la mezcla, para una resistencia estimada de 3000 PSI a los 28 días. Una vez obtenidas las dosificaciones de los materiales por peso para un metro cúbico de concreto, se obtuvo una proporción para 40 lts de mezcla por relación directa, para hacer los cilindros de prueba en el laboratorio. De la misma manera se obtuvo la dosificación para un bulto de cemento que es como se trabaja en obra y quedó así: 1 bulto de cemento, 9 baldes de arena, 11 baldes de gravilla tamaño máximo $\frac{3}{4}$ " , 3 baldes de agua, 625 cm³ de súper plastificante y 2.5 kg de microsíllice. Con esta mezcla se empiezan a fundir zapatas, realizando un control del contenido de agua y manejabilidad de la misma por medio de cono de Abrams y con cilindros para determinar su resistencia.

Figura 22. MANEJABILIDAD EN CAMPO DE MEZCLA DISEÑADA EN LABORATORIO



Figura 23. MATERIALES UTILIZADOS PARA LA ELABORACION DE MEZCLAS DE PRUEBA



Figura 24. TOMA DE CILINDROS DE CONCRETO PARA CONTROL DE LA RESISTENCIA NORMA ICONTEC 550



Figura 25. CURADO DE CILINDROS NORMA ICONTEC 1377



FIG 26. REFRENTADO DE CILINDROS



FIG 27. ENSAYO DE RESISTENCIA Y COMPRESION DE CILINDROS NORMALES SEGÚN NORMA ICONTEC 673



El Ing. VICENTE PARRA, plantea la idea de cambiar la dosificación de agregados y además reemplazar la gravilla por un agregado un poco más grueso, con el fin de abaratar la mezcla pero sin sacrificar la resistencia; es así que se toma la decisión de hacer un diseño de mezcla con agregado de tamaño máximo nominal de $1\frac{1}{2}$ ". Empezamos a realizar los ensayos necesarios al nuevo material, peso unitario suelto y apisonado, para obtener lo más pronto una nueva dosificación; una vez obtenidos los resultados comenzamos a realizar el diseño, utilizando la curva ideal corregida según Weimouth, ver anexo 11 , se obtiene un porcentaje de agregados por medio del método gráfico así: 45 % A. Grueso y 55% A. Fino, ver anexo 12, para una resistencia de diseño $f'_{cr} = 280 \text{ k/ cm}^2$, según exigencias del diseño estructural , una cantidad de cemento de 325 kg / m^3 y un asentamiento de 2"; entonces la dosificación definitiva para ser aplicada en obra queda así: 1 bulto de cemento, 11 baldes de arena, 9 baldes de agregado grueso($1\frac{1}{2}$ "), 3 baldes de agua (varía de acuerdo a la condición de humedad de los materiales), 625 cm^3 de súper plastificante y 2.5 kg de micro sílice. Estos resultados fueron aplicados para continuar la fundición de la cimentación que hacía falta, controlando el contenido de agua y realizando cilindros de control para determinar su resistencia. Ver anexo 13.

FIG 28. FUNDICION DE ZAPATAS CON NUEVA MEZCLA



Debido a que el uso de aditivos en la mezcla de concreto encarecía su costo, se realizaron tomas de muestras en los sectores que faltaba fundir la cimentación, en total se tomaron 12 muestras que fueron llevadas a los laboratorios especializados propios de la Universidad, donde se les practicaron análisis de contenido de sulfatos, cloruros y hierro, de los cuales el que más interesaba eran los resultados de contenido de sulfatos, ver anexo 14. Una vez entregados los resultados, en conjunto con el Ing. Vicente Parra y el Interventor de obra Alexander Moreno, se determinó que la exposición a los sulfatos a la que iba a ser expuesto el concreto estaba dentro los márgenes aceptados por el código NSR -98, en el Título C, Capítulo C.4.3, Tabla C.4-4 , por lo tanto se descartaba la utilización de más aditivos, a cambio para contrarrestar el efecto del poco contenido de sulfato presente en el suelo de cimentación, había que tener un control muy estricto del contenido de agua en la mezcla de aquí en adelante hasta culminar el ítem de cimentaciones.

FIG 29. TOMA DE MUESTRAS DE SUELO PARA DETERMINAR CONTENIDO DE SULFATOS



2. RESIDENCIA EN LA CONTRUCCION DEL LOS BLOQUES DE LA FACULTAD DE ARTES

A partir del 5 de octubre de 2003, se empieza con la residencia definitiva en la construcción de los Bloques de la Facultad de Artes, junto con la Ing. Residente Ximena Enríquez, con ella se llega a un acuerdo y mi actividad se enfocará a la construcción de los bloques: 4 , 5 y Talleres.

2.1 DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO

La Construcción de los bloques de la Facultad de Artes se encuentra ubicada en el sector de Torobajo, contiguo al Coliseo Adriana Benítez, el cual se levanta sobre un lote de terreno de 67m de ancho por 67.45m de profundidad. Está comprendido por 5 bloques distribuidos así: Bloques 1, 2 y 3 de 2 plantas, Bloque 4 de 4 plantas, bloque 5 ó Hall de exposiciones de 1 planta, Talleres de 1 planta y salón múltiple ó cilindro de 1 planta .

El área de construcción proyectada para los bloques 4, 5 y Talleres, que están bajo mi responsabilidad, es la siguiente:

➤ Bloques 4 y 5
Primer piso = 770,40 m²
Segundo piso = 616,50 m²
Tercer piso = 468,60 m²
Cuarto piso = 468,60 m²
Subtotal = **2.324,10 m²**

➤ Talleres
Primer piso = **827.80m²**

Subtotal área = **3151.9 m²**

Que representan el 62.69 % de área total de construcción

Total área de construcción proyectada = **5.027.40m²**

El diseño arquitectónico estuvo a cargo del Arq. Oscar Rosero, profesor de la Facultad de Artes. El diseño estructural a cargo del Ingeniero William Castillo analizado como un sistema estructural aporticado, consistente en zapatas individuales y combinadas, columnas de sección cuadrada y circular, pantallas,

vigas de cimentación y vigas aéreas. El diseño hidrosanitario a cargo INTEC (Ingeniería Técnica). El diseño eléctrico a cargo del Ing. Jaime Narváez

Esta obra es financiada con recursos propios de la Universidad de Nariño, gestionados gracias a una excelente labor administrativa del Rector Dr. Pedro Vicente Obando.

2.2 PRELIMINARES

En el momento en que tomo posición, como residente de obra, se estaban desarrollando actividades al mismo tiempo en todos los bloques, por lo que fue necesario realizar un empalme de actividades con el Ing. Andrés Zamora, que culminaba el tiempo de su pasantía. Para ese entonces se había culminado la fundición de toda la cimentación del bloque 4 y de Talleres, excepto el muro de contención entre bloque 4, 2 y 3.

2.2.1 Cimentación

2.2.1.1 Mejoramiento y nivelación del suelo de cimentación. Debido a la irregularidad del terreno en cuanto a la diferencia de nivel, la cimentación del bloque 5 se proyecta con profundidades de desplante diferente para las zapatas, las zapatas adyacentes al bloque 4 sobre el eje 5, tienen una profundidad de desplante de 1.50 que es lo sugerido por el cálculo estructural y el mejoramiento del suelo de fundación se hizo con una mezcla entresuelo de sitio, arena negra y triturado de 3", compactada al 95% del proctor modificado.

Figura 30. MEJORAMIENTO DE SUELO DE CIMENTACION



Las zapatas sobre el eje 9, acceso principal a la facultad, tenían una diferencia de nivel de aproximadamente 1.0 mt, con respecto a las anteriormente descritas, para alcanzar la profundidad de desplante requerida es necesario rellenar con suelo cemento y rajón, se amplía la sección de la excavación 0.30 cm por cada lado para aumentar el área de presión ejercida por la zapata.

Figura 31 . RELLENO CON SUELO – CEMENTO Y RAJÓN PARA NIVELACION DE SUELO DE ZAPATAS



Las zapatas adyacentes al bloque 3 están a nivel de la cimentación de estos bloques y el suelo de cimentación fue mejorado con material de sitio, mezclado con arena negra y triturado de 3", compactado al 95% del proctor modificado.

Una vez mejorado el suelo cimentación se funde un solado en concreto ciclópeo de 0.10 m , para protección del concreto de la zapata. Aunque en aquellas zapatas que tienen suelo mejorado con relleno suelo cemento, no se funde solado de limpieza.

2.2.1.2 Colocación del refuerzo a flexión de zapatas. Inmediatamente después de endurecido el concreto ciclópeo y el relleno suelo cemento, se coloca la parrilla de la zapata armada y chequeada de acuerdo con los planos estructurales y los detalles para cada una. Junto con la parrilla se ancla el refuerzo armado longitudinal y transversal de las columnas, comúnmente conocido como castillos, el cual se lo estabiliza con cables de alambre muy bien tensionados y amarrados al piso.

Figura 32. REFUERZO DE ZAPATAS Y ANCLAJE DE CASTILLOS



2.2.1.3 Fundición de zapatas. En conjunto con la interventoría, se chequeaba antes de cada fundición el recubrimiento del refuerzo de la parrilla, que de acuerdo a la norma NSR – 98 Sec C.7.7.1 , no debía ser menor de 5 cm. Luego se procedía a vaciar concreto, cuya dosificación fue 1: 2.75 :2.25. Los materiales utilizados fueron arena negra lavada y triturado fino de 1 ½”, teniendo especial cuidado con el contenido de agua de la mezcla , para lo cual la interventoría realizaba ensayos de asentamiento y tomaba cilindros para el control de la resistencia exigida que es de 3000 PSI. La vibración era constante y adecuada, se penetra el vibrador por 3 segundo se lo saca y se pasa a otro punto para evitar segregación del material. Las zapatas del bloque 5 tiene sección de 1.0 * 1.0 mt y 1.2 * 1.2 mt, todas con peralte de 0.30 mt.

Figura 33. FUNDICION DE ZAPATAS



2.2.1.4 Vigas de cimentación. Para poder empezar a armar el refuerzo de las vigas de cimentación, fue preciso definir el nivel de la misma, finalmente se determinó que iría nivel de las vigas del bloque 4 y para poder alcanzar este nivel hubo la necesidad de fundir pedestales encima de algunas zapatas en las cuales la viga no llegaba a la cara superior las mismas, por tal motivo el refuerzo de las columnas a cortante se juntaba mas cuando se acercaba al nudo viga – pedestal, luego se coloca la formaleta, se chequeada verticalidad y se fundía.

Figura 34. REFUERZO PEDESTAL



Figura 35. PEDESTAL FUNDIDO



Una vez determinado el nivel de las vigas y los apoyos sobre los pedestales, se funde un solado de limpieza de 5 cm de espesor. La viga 9A, quedó sin suelo de apoyo, por lo que fue necesario armar y fundir un muro en concreto ciclópeo de 40 cm de espesor y altura promedio de 0.80 m, la cual iba decreciendo a medida que se alejaba del eje G y finalizaba en el eje I.

Figura 36. MURO EN CONCRETO CICLOPEO PARA APOYO DE VIGA



El armado del hierro se realiza de acuerdo a planos estructurales y detalles propios para cada viga, su conformación se realizó apoyada sobre técnicas y formas prácticas de trabajar los hierros, tanto para doblar como para amarrar, utilizando para cada operación planchones, llamados burros y alambre de amarre respectivamente. El diámetro del refuerzo longitudinal a flexión es de 5/8" y el de cortante de 3/8". Se controló la separación en las zonas de confinamiento y en el centro de la luz, de igual forma, el sitio y longitud de traslapo del refuerzo a flexión.

Figura 37. ARMADO DE REFUERZO A FLEXIÓN Y CORTANTE



Realizada la supervisión técnica en conjunto con la interventoría, se dio la orden para encofrar los pedestales y el alma de la viga, si era necesario, y la posterior fundición. Todas las vigas tienen sección de 0.35×0.35 mt. La mezcla de concreto utilizada en dosificación fue $1 : 2.75 : 2.25$. Se controló manejabilidad del concreto, así como también el uso continuo de vibrador para mejorar el acomodo de los agregados y evitar posibles formaciones de hormigueros. La interventoría toma una muestra de concreto para la elaboración de cilindros y controlar la resistencia de mismo.

Figura 38. PRODUCCION DE LA MEZCLA DE CONCRETO



Figura 39. FUNDICION, VIBRADO Y TERMINADO DE VIGAS



2.2.2 Muro sobrecimiento. Inmediatamente después de fraguado el concreto de las vigas de cimentación, se construye sobre ellas el muro de sobrecimiento, el cual es un elemento no estructural confinados por columnetas, las cuales se anclan a la viga de cimentación y se proyectan hasta altura de las columnas para dar confinamiento a los muros de mampostería propios de la edificación. El muro está construido en ladrillo tolete común pegado en tizón proporcionando un acho de muro de 25 cm, necesitando una sobre excavación a los lados de las vigas de cimentación de aproximadamente 0.50 mt por cada lado .

En la fachada del bloque 4 el muro está proyectado por fuera de la viga de cimentación debido a disposición arquitectónica del proyecto, para cumplir con este requerimiento, se funde una vigueta constructiva de 0.25 * 0.10 mt a todo lo largo del perímetro externo del bloque 4 , que sirviera como base del muro, la cual se ancla a la viga de cimentación.

La altura del muro sobrecimiento en los bloques 4 y 5 tiene una altura de 0.45 mt, en Talleres su altura es de 0.55 mt.

Figura 40. MURO SOBRECIMIENTO Y COLUMNETAS DE CONFINAMIENTO



El mortero para repello y esmaltado de los muros es impermeabilizado con sika 1, proporción 1:8 en volumen de agua, con el objeto de evitar el paso de la humedad del suelo a la placa de piso y a la mampostería de la edificación.

Figura 41. MURO SOBRECIMIENTO REPELLADO Y AFINADO



2.2.3 Columnas. En el momento en que llego a la obra, se encuentran levantados todos los castillos y armado el refuerzo de pantallas en el bloque 4 así como en Talleres, con todo el refuerzo longitudinal como transversal propios de cada una. Pero para poder empezar a encofrar era necesario revisar si el armado del refuerzo tanto longitudinal como transversal coincidía con el que estaba descrito en los planos estructurales.

Figura 42. CASTILLOS LEVANTADOS ANCLADOS A LAS ZAPATAS



Figura 43. DETALLE DE FLEJES DE COLUMNAS Y PANTALLAS



2.2.3.1 Encofrado. La madera utilizada para la formaleta fue de tipo ordinaria. La conformación de la formaleta está dada por cuatro tableros, unidos de tal manera que garanticen la sección del elemento estructural donde están puestos. El refuerzo transversal de los tableros se hace mediante listones que van a una distancia no mayor de 50 cm por ser tabla ordinaria. Para evitar que los tableros se muevan en el momento de la fundición se apuntalaban con tacos de guadua que a su vez eran sostenidos por estacas muy bien ancladas al suelo. Con la formaleta de las pantallas había que tener especial cuidado, el apuntalamiento debía ser mas reforzado para evitar que se abran en el momento de fundir y al desencofran queden más ensanchadas sus caras laterales, lo que comúnmente se llama barriga.

Figura 44. APUNTALAMIENTO DE FORMAleta PARA COLUMNAS



Figura 45. APUNTALAMIENTO DE FORMALETA PARA PANTALLAS



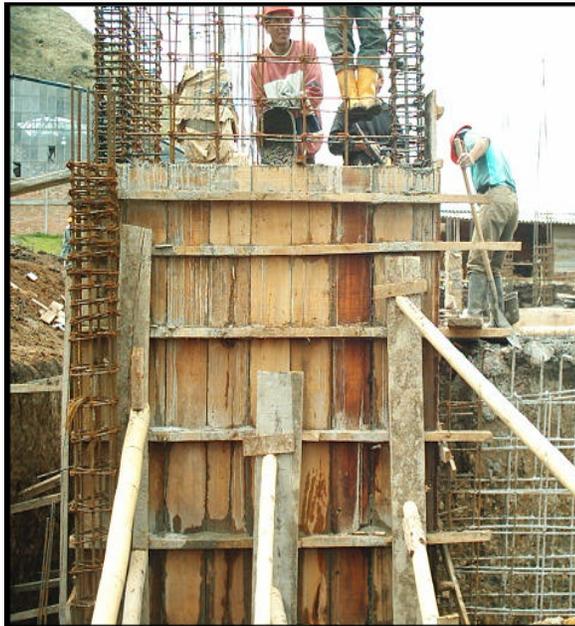
Para poder fundir , junto con la interventoría se chequeaba la verticalidad o plomo de la formaleta, lo cual se hacia por dos métodos diferentes: con la plomada y con las pesas, para lo cual se tomaban 2 medidas sobre un hilo vertical templado por las pesas, una medida arriba y otra abajo las cuales tenían que coincidir.

Figura 46. CHEQUEO DEL PLOMO DE LA FORMALETA



2.2.3.2 Fundición. Realizado el encofrado y dado el visto bueno por el residente de Interventoría. Ing. Alexander Moreno, se procedía a fundir columnas o pantallas si era el caso, haciendo un riguroso control de la mezcla, dosificando los agregados de manera precisa y controlando el contenido de agua, chequeando que tenga una buena manejabilidad para ser colocada y vibrada. La interventoría tomaba muestras de concreto para elaboración de cilindros de control y chequear posteriormente la resistencia del concreto.

Figura 47. FUNDICION PANTALLA ESTRUCTURAL



En las columnas de talleres que tienen 3.85 mt de altura, hubo necesidad de abrir un hueco a la formaleta a menos de 1.0 mt de altura, más conocido como ventana, debido a que la guaya del vibrador no alcanzaba; de esta manera se garantizaba que el concreto quede bien distribuido a todo lo largo del elemento estructural, ente caso las columnas.

Figura 48. VENTANA PARA VIBRAR EL CONCRETO DE LA BASE



2.2.3.3 Curado del concreto. A las 24 horas de haber fundido las columnas, 48 en el caso de las pantallas, se retiraba la formaleta y se iniciaba el proceso de curado del concreto, para que el cemento se acabe de hidratar y vaya adquiriendo dureza a medida que pasan los días. El curado se realizaba hasta que el concreto cumpliera los 28 días, edad a la cual alcanza el 100 % de su resistencia.

Figura 49. RETIRO DE FORMALETA DE PANTALLA



Figura 50. CURADO DEL CONCRETO



Figura 51. CURADO DEL CONCRETO FORRADO CON PAPEL MOJADO



En los anexos 15, 16 y 17 , se mencionan algunas características de los elementos estructurales que se fundieron, discriminado por bloques.

2.2.4 Muro de contención en concreto reforzado. Este muro de contención proyecta con el objetivo fundamental de resistir el empuje causado por el terreno, debido a la diferencia de nivel existente entre la cimentación de los bloques 4 y 5 , con respecto a la de los bloques 2 y 3. El muro se desarrolla a todo lo largo del eje G, desde el eje 1ª hasta el eje 9ª, para una longitud total de 25 mt. Está dividido en dos partes de acuerdo a su altura y sus características son:

Entre eje 1A y 5 :

Tabla 2. Características del muro de contención

ELEMENTO ESTRUCTURAL	ALTURA (H)	ANCHO SUPERIOR	ANCHO INFERIOR	ANCHO ZARPA	ALTURA ZARPA	LONGITUD TOTAL
MURO DE CONTENCIÓN	1.70 M	0.15 M	0.45 M	2.20 M	0.30 M	7.70 M

Entre eje 5 y 9A :

Tabla 3. Características del muro de contención

ELEMENTO ESTRUCTURAL	ALTURA (H)	ANCHO SUPERIOR	ANCHO INFERIOR	ANCHO ZARPA	ALTURA ZARPA	LONGITUD TOTAL
MURO DE CONTENCIÓN	2.20 M	0.15 M	0.45 M	2.20 M	0.30 M	17.30 M

La cimentación del muro va a nivel de las vigas de cimentación del bloque 2 y 3 respectivamente y su altura esta proyectada para que su corona termine a nivel del piso fino del bloque 4 y 5 respectivamente, de ahí la diferencia de alturas que tiene entre estos dos bloques.

El diseño del muro de contención estuvo a cargo del Ing. William Castillo. El refuerzo se describe a continuación:

La zarpa.

Refuerzo transversal varillas ϕ 1/2 " cada 0.15 mt. Con ganchos de 0.23 m

Refuerzo longitudinal varillas ϕ 3/8 " cada 0.15 mt

Entendiéndose como sentido longitudinal, al paralelo al eje G

El cuerpo.

Cara inclinada adjunta al terreno a estabilizar :

Refuerzo transversal varillas $\phi \frac{1}{2}$ " cada 0.20 mt. Con gancho o pata que se desarrolla hacia la parte de atrás de la zarpa

refuerzo longitudinal varillas $\phi \frac{3}{8}$ " cada 0.20 mt.

Cara vertical :

Refuerzo transversal y longitudinal varillas $\phi \frac{3}{8}$ " cada 0.20 mt.

Figura 52. ARMADO DE REFUERZO DE ZARPA Y CUERPO DEL MURO DE CONTECIÓN



A medida que se iba armando el refuerzo, se chequeaba diámetro y espaciamiento de las varillas. Una vez armado en su totalidad lo primero que se fundió fue la zarpa del muro puesto que no requería formaleta.

Figura 53. FUNDICION ZARPA DE MURO DE CONTECIÓN



Sobre la zarpa fundida se empezaba a armar la formaleta para fundir el cuerpo del muro. La formaleta se apuntalaba muy bien con tacos de guadua para garantizar la verticalidad y evitar al máximo la posibilidad de que la tabla se pueda abrir al momento de fundirse, por la presión que ejerce el concreto cuando se lo está vibrando al momento de la fundición y por su propio peso. Antes de fundir se chequeó con el residente de interventoría, Ing. Alexander Moreno, recubrimiento del refuerzo, verticalidad o plomo de la formaleta de la cara vertical y el apuntalamiento correcto de la misma. Así se daba orden de fundición, con mezcla 1: 2.75 : 2.25, con arena negra lavada y triturado fino de $\frac{1}{2}$ ", controlando su manejabilidad con el contenido de agua de la misma. Al momento de vaciar el concreto a parte de la respectiva vibración, se golpeaba las paredes de la formaleta con un matillo de caucho, también conocido como chipote, para garantizar un mejor acodamiento del concreto a las paredes de la formaleta y evitar la formación de huecos u hormigueros. La interventoría, toma cilindros de control para chequear la resistencia del concreto a los 28 días, que según especificaciones del diseño al igual que el resto de la estructura debe ser 3000 PSI.

Figura 54. APUNTALAMIENTO CARA VERTICAL MURO DE CONTECIÓN



Figura 55. FUNDICIÓN Y VIBRADO DEL CONCRETO



Figura 56. MURO DE CONTENCIÓN TERMINADO



Cuando el muro de contención llega a una columna se corta su fundición, dejando una dilatación entre ellos de 0.04 mt, anclados entre sí por varillas de 5/8 " de 0.30 mt la cual está recubierta por un tubo liso. Esto con el fin de que tengan libertad de movimiento en caso de un sismo.

Figura 57. DILATACION ENTRE COLUMNA Y MURO DE CONTENCIÓN



2.2.5 Relleno con suelo cemento fluido. Se programa relleno de sobre excavaciones realizadas para la construcción del muro sobrecimiento, así como también rellenos para alcanzar el nivel de la placa de piso internos al muro sobrecimiento.

En Talleres existía un desnivel en el terreno ubicado en el Bloque A, entre ejes 1 y 4, antes de realizar el relleno se construyó una viga de confinamiento de 0.25 * 0.10 mt encima del muro sobrecimiento en ese sector, puesto que para alcanzar en nivel de la placa de piso había una altura de 0.90mt y el relleno ejercería una presión considerable sobre el cuerpo del muro.

Figura 58. VIGUETA DE CONFINAMIENTO DEL MURO SOBRECIMIENTO



Una vez fundida la viga se procede a realizar el relleno con suelo cemento fluido, en dosificación 1:22, una parte de cemento por cada 22 suelo de sitio, evitando utilizar suelo orgánico que se diferenciaba del resto de suelo por su color negro. La cantidad de agua variaba entre 40 y 50 lt, 4 ó 5 baldes de construcción, de acuerdo al estado de humedad del suelo. En este sector se utilizó rajón , con el que se obtiene un ahorro considerable de relleno con suelo cemento, lo cual no que quiere decir que la utilización de rajón sea indispensable para realizar el relleno.

Figura 59. RELLENO CON SUELO CEMENTO - TALLERES



En bloque 4 se utilizó suelo cemento para rellenar las excavaciones de sobrecimiento, y para la conformación de las escaleras de las aulas de audiovisuales que arquitectónicamente están diseñadas con un nivel más bajo que el piso fino sobre la placa de piso.

Figura 60. CONFORMACION DE ESCALERAS CON SUELO CEMENTO - BLOQUE 4



El relleno más significativo con suelos cemento que se realizó, fue en el bloque 5 para alcanzar el nivel de piso igual al del bloque 4, con este propósito se proyectó el muro de contención en concreto reforzado hasta este bloque. Esperados 7 días después de fundido el muro de contención y que el concreto alcanzara un 80% de su resistencia, se empezó con el relleno que en algunos sectores tenía alturas hasta de 2.20 mt que iban disminuyendo a medida que se acercaba al bloque 4

Figura 61. INICIO DEL RELLENO SUELO CEMENTO EN BLOQUE 5



Para dar rendimiento al trabajo del relleno, se ubicaba la máquina lo más cerca posible al hueco, para evitar el transporte de la mezcla en buguis, así a medida que se producía en la mezcladora fuera vaciada directamente. En este sector se rellenaron aproximadamente 300 m³ con suelo cemento fluido.

Figura 62. PRODUCCION Y VACIADO DE MEZCLA SUELO – CEMENTO



Figura 63. DIVISION DEL AREA DE RELLENO PARA RENDIMIENTO DEL PROCESO



El relleno con suelo cemento también fue utilizado cuando las excavaciones para la instalación de tubería de alcantarillado eran grandes en cuanto a sección y profundidad, así se daba una mayor estabilidad al relleno de allí en adelante hasta alcanzar el nivel de piso determinado, esto debido a que el suelo estaba húmedo y se dificultaba el relleno de las chambas para ser compactadas con pizón .

Figura 64. RELLENO DE EXCAVACIONES PARA TRUBERIA SANITARIA



2.2.6 Instalación hidrosanitaria. En el diseño hidrosanitario se separan completamente el alcantarillado de aguas negras o sanitarias y el alcantarillado de aguas lluvias, cada uno con sus respectivas cajas de inspección, que al final llevan sus aguas a una cámara de inspección principal que está ubicada en el andén externo del lote, la cual corresponde al plan maestro de acueducto y alcantarillado de la ciudad

La instalación hidrosanitaria, se realizó siguiendo rigurosamente los planos correspondientes a dicha actividad, en cuanto material de la tubería, localización, diámetro y pendientes respectivas de cada tramo.

2.2.6.1 Tubería sanitaria de aguas negras y cajas de inspección. En toda estructura diseñada para el hábitat del ser humano, es necesario evacuar las aguas residuales allí formadas, para dar cumplimiento a este fin se diseña un sistema de tuberías adecuado, de acuerdo a una serie de especificaciones, de esta manera darle la mayor eficiencia posible a la función para la cual será utilizada.

La localización de los puntos sanitarios, cajas de inspección se ubicaron teniendo en cuenta la distribución arquitectónica de las baterías higiénicas del primer piso, así como también otros sectores donde era necesario su instalación. Cada punto fue ubicado siguiendo rigurosamente la escala del plano.

Los diámetros de la tubería varían de 2 " a 4", y las cajas de inspección de acuerdo a su capacidad de recolección varía de 0.7 * 0.7 mt a 1.0 * 1.0 mt de sección, su altura varía de acuerdo a la pendiente que tenga cada tramo de tubería especificado.

La tubería que se utilizó fue PVC lisa para diámetros de 2" y 3" y para 4" PVC Novafort.

Antes de empezar a construir las cajas de inspección se fundía un solado en concreto pobre de 10 cm de espesor. La mampostería se constituyó de ladrillo tolete común pegado en soga con mortero 1:4

Figura 65. CONSTRUCCION CAJA INSPECCION



Figura 66. INSTALACIÓN PUNTOS SANITARIOS - TALLERES



Figura 67. TUBERIA SANITARIA DE AGUAS NEGRAS



Cada caja se repelló internamente con mortero 1:4 y se le dio el acabado con cañuela, esmaltado y tapa en concreto reforzado con espesor de 0.08 m , la cual quedaba a nivel de la placa de piso.

Figura 68. ACABADO INTERNO DE CAJA DE INSPECCION



Figura 69. COLOCACION TAPA EN CONCRETO REFORZADO



2.2.6.2 Tubería sanitaria de aguas lluvias. Las aguas lluvias que son recogida por las vigas canal deben ser evacuadas del mismo, esto se hace a través de la instalación de bajantes los cuales llevan sus agua a su correspondiente caja de inspección.

La localización de los bajantes se realizó siguiendo el plano de cubiertas en conjunto con el plano estructural, porque en ocasiones los bajantes atravesaban vigas en la losa de entrepiso y hubo necesidad de cambiar su posición, sin afectar en ningún momento el diseño hidrosanitario.

Los diámetros de los bajantes varían entre 2" y 6", todos en tubería PVC lisa.

Cada bajante desagua en una caja de inspección independiente, y sus agua son recibida por un sistema de tubería que va aumentando de diámetro a medida que recoge aguas pluviales en su camino. Los diámetro de la tubería de conducción varía de 3" a 12 " en el sector antes de desaguar a la cámara de inspección principal. El tipo de tubería de Novafort PVC.

Figura 70. INSTALACION TUBERIA A. LLUVIAS – NOVAFORT



Figura 71. ENSAMBLE DE TUBERÍA PARA ALCANTARILLADO NOVAFORT – PVC



Una vez instalada la tubería, el paso a seguir es colocar en su sitio toda la tierra que se extrajo para tal objetivo , para esto es necesario ir compactando por capas de espesores pequeños con el compactador manual también llamado pizón, repitiendo el proceso hasta alcanzar el nivel original del terreno.

Figura 72. COMPACTACION MANUAL DE EXCAVACIONES PARA INSTALACION DE TUBERIA



El proceso constructivo de las cajas de inspección es idéntico al que se detalló en el numeral anterior.

2.2.6.3 Tubería hidráulica y red contra incendios. La sistema de distribución de agua a los aparatos y servicios se realizó de acuerdo a diseño especificado y teniendo en cuenta la distribución Arquitectónica. Hasta el momento se ha instalado únicamente lo concerniente al primer piso que es donde se encuentra la batería sanitaria de la Estructura.

De la red contra incendios, hasta el momento únicamente se ha instalado la tubería que va en el primer piso del bloque 4, falta por instalar la tubería que va hacia Talleres y la acometida que es un sistema de bombeo que nace en el tanque del reserva ubicado en la Clínica Veterinaria. Es una tubería de presión RDE 26 y de 2 “ de diámetro.

2.2.7 Placa de piso

2.2.7.1 Nivelación del terreno. Como ya se mencionó la nivelación del terreno para la placa de piso se hizo con relleno de suelo cemento fluido, dosificación 1:22, donde así lo necesitaba, hasta alcanzar 0.10 mt por debajo del muro sobrecimiento. Si por el contrario para alcanzar el nivel determinado era necesario hacer excavación, se la realizó con herramienta menor como picos, palas, etc.

Figura 73. NIVELACION DEL TERRENO CON RELLENO SUELO – CEMENTO FLUIDO



2.2.7.2 Instalación de polisecc. Conformada la base de la placa, se procede a instalar polisecc, que es un plástico impermeable utilizado con el objeto de evitar el paso de la humedad del suelo por la placa del piso a la mampostería del primer piso. Este material tiene una presentación en rollos de 1.60 mt de ancho, por que se dejaba un traslape de 0.30 mt entre cada tira.

Figura 74. TENDIDO DE POLISECC



En el momento en que se acaba el polisecc existente en la obra, se hizo el pedido necesario para acabar el tendido en el resto del suelo nivelado, pero hubo escasez del material en la región por lo que se decidió continuar el tendido con casetex de color verde, por ser un material que tiene sus fibras muy seguidas y traslapadas entre sí que lo convierten en un elemento impermeable.

2.2.7.3 Armado de la parrilla. Debido a la disponibilidad de material en la obra, se decidió junto con la directora de obra Ing. Ana Stella Mesias, utilizar hierro de diámetro $\frac{1}{4}$ " para la conformación de la parrilla para la placa, en vez de malla electrosoldada, espaciado cada 0.20 mt en los dos sentidos. Este refuerzo es colocado por retracción y temperatura del concreto y evitar la formación de grietas en su superficie, es colocado a $\frac{1}{3}$ de la altura de la placa de abajo hacia arriba y levantado del piso con piedras que tengan diámetro aproximado al que se requiere.

Figura 75. ARMADO DE LA PARRILLA DE PLACA DE PISO



2.2.7.4 Instalación eléctrica. Inmediatamente después del finalizar el amarre del emparrillado de la losa, se empieza a instalar los doctos de los puntos eléctricos, voz, datos e imagen , que en su mayoría son de ϕ $\frac{1}{2}$ " y $\frac{3}{4}$ ". La instalación se realiza siguiendo estrictamente la ubicación de los circuitos especificados en los planos eléctricos para cada punto.

Figura 76. DUCTOS ELECTRICOS ISNTALADOS



2.2.7.5 Fundición de placa de piso. Revisado en conjunto con la interventoría, la instalación eléctrica, hidráulica y sanitaria en sectores donde así lo requería, se da orden de fundida. La mezcla de concreto utilizada fue con dosificación 1 : 2 : 3, con arena negra lavada y triturado fino como agregados. A medida que se vaciaba el concreto se chequeaba la colocación del emparrillado a 1/3 del espesor de la placa que para este caso fue de 0.10 mt, así como el peralte de la placa.

Figura 77. VACIADO DEL CONCRETO



Figura 78. DISTRIBUCION Y NIVELACION DEL CONCRETO



Figura 79. PLACA DE PISO TERMINADA



2.2.8 Estructura aérea

2.2.8.1 Vigas aéreas de Talleres. La estructura de Talleres está dividida en tres bloques separados entre sí por juntas de dilatación de 0.06 mt de espesor. Es de una planta, conformada por columnas de 3.80 mt de altura en el perímetro y 6.3 en el medio, de acuerdo al perfil de la cubierta. Vigas aéreas horizontales e inclinadas diseñadas para conformar el perfil de la estructura metálica.

Las vigas aéreas laterales en sentido longitudinal del bloque son vigas canal, VA y VD respectivamente, proyectadas para recibir y transportar las aguas lluvias que caen de la cubierta.

➤ **Armado del refuerzo.** El refuerzo longitudinal a flexión está conformado por varillas de diámetro 5/8", bastones en los nudos de igual diámetro, con el fin de absorber el momento negativo. El refuerzo transversal o estribos lo conforman varillas de diámetro 3/8", aumentando el grado de confinamiento a medida que se acerca a los nudos, intercepción viga – columna. Es importante tener en cuenta que el refuerzo de la columna en los nudos sea colocado adecuadamente.

El armado de las vigas se realizó sin colocar antes la formaleta, utilizando andamios y dejándolas apuntaladas con guadua; esto con el propósito de economizar presupuesto en el alquiler de la formaleta, puesto que facilita el trabajo pero no es un elemento indispensable para llevar a cavo la actividad. Para la conformación de las vigas canal, se utilizó varillas de diámetro 3/8", anclando los flejes del refuerzo transversal al refuerzo del alma de la viga lateral, VA y VD N + 3.80 mt, el refuerzo longitudinal de las aletas se amarran a los ganchos propio de los flejes de canal. Ver anexo 18.

Figura 80. ARMADO DE VIGAS AEREAS



Figura 81. REFUERZO ADICIONAL PARA VIGA CANAL



Las ménsulas, elementos estructurales proyectados para apoyar la armadura metálica de la cubierta, tienen un refuerzo independiente al de la columna, el cual se ancla 30 cm dentro de ésta para garantizar un elemento estable.

Figura 82. REFUERZO DE MENSULAS



➤ **Encofrado.** Armadas las vigas aéreas, se alquila la formaleta que consiste en gatos, tijeras, cerchas y tableros. Se la empieza a armar en el bloque A que es por donde se va a arrancar la fundición.

Figura 83. ARMADO DE FORMALETA BASE

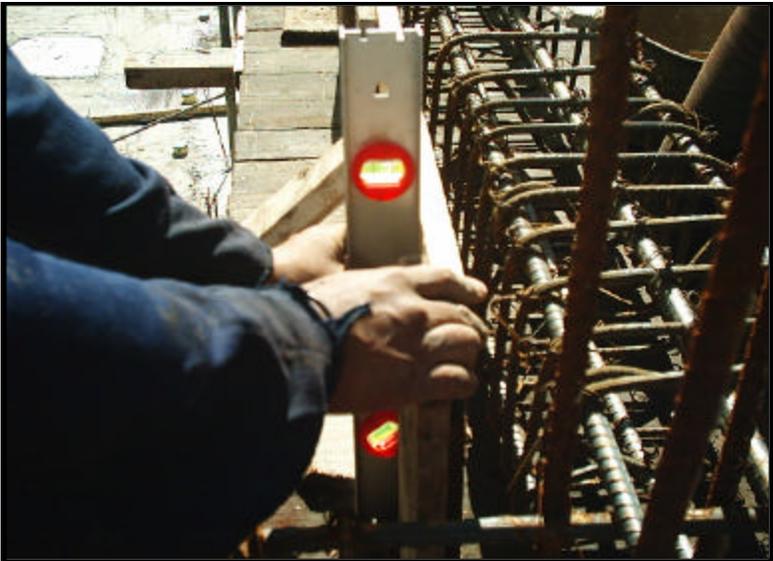


Colocados los tableros o camillas sobre la base de las vigas, se hace el respectivo chequeo del armado de las vigas, tanto longitudinal como transversal con la distribución del flejes y longitudes de traslapes correctamente, por si hay algún error facilitar el trabajo de corregirlo; así se empieza a colocar los tableros laterales de la formaleta en tabla ordinaria de 2 cm de espesor canteada y cepillada por un lado, se chequea la verticalidad y el apuntalamiento para garantizar su estabilidad y evitar que se abra a la hora de fundir.

Figura 84. COLOCACION Y APUNTALAMIENTO DE TABLERO LATERALES



Figura 85. CHEQUEO DE VERTICALIAD DE TABLEROS LATERALES



Para dar geometría a las aletas de la viga canal, además de los tableros laterales, se colocan tableros en el centro apoyados sobre varillas transversales que se anclan a los tableros externos y a la altura de la terminación del alma de la viga. Para garantizar el ancho del canal de 0.35 mt, se colocan tableros intermedios de igual longitud a todo lo largo de la formaleta, espaciado cada 1.0 mt aproximadamente.

Figura 86. ENCOFRADO VIGA CANAL



➤ **Fundición de vigas y ménsulas.** Para la fundición de la estructura aérea, se propuso una alternativa de cambiar la dosificación de la mezcla de concreto que se estaba trabajando 1: 2.75 : 2.25, para esto había la necesidad de realizar un nuevo diseño de mezcla con los materiales que se encontraban en la obra, arena negra lavada y triturado fino de tamaño nominal 1 ½ “. El nuevo diseño se realizó bajo la asesoría de la Ing. Luz Karime Vega, representante de Sika, puesto que se rebajaría la cantidad de cemento de la mezcla , pero agregando un aditivo a la misma para disminuir a la vez la cantidad de agua y garantizar la resistencia exigida. El aditivo utilizado fue un plastificante, Plastiment TM – 10. Ver anexo 19.

Con los resultados del diseño, nos dirigimos al laboratorio de suelos de la Universidad de Nariño, junto con el Residente de Interventoría, Alexander Moreno, para realizar la mezcla de prueba y elaborar cilindros de concreto para determinar su resistencia a los 3, 7 y 28 días.

Tabla 4. resultados promedios a 3, 7 y 28 días

Dosificación	Referencia	Edad Dias	Resist Kg/cm2	Resist PSI
1 ; 3 ; 2.25	MEZCLA CON PLASTIFICANTE	3	128	1829
1 ; 3 ; 2.25	MEZCLA CON PLASTIFICANTE	7	199	2842
1 ; 3 ; 2.25	MEZCLA CON PLASTIFICANTE	28	301.8	4310

Como los resultado de los ensayos de cilindros a compresión fueron satisfactorios, se decidió, con la directora de obra, Ing Ana Stella Mesias, utilizar esa nueva mezcla para fundir la estructura aérea.

Chequeado el recubrimiento del refuerzo, 0.03 mt por todos los lados según diseño estructural, se da orden de para la fundición de las vigas de y ménsulas de talleres, realizando un control riguroso de la dosificación de los materiales y del aditivo en la producción del concreto, en conjunto con el nuevo residente de interventoría, Ing. Pablo Delgado se controlaba el contenido de agua y la manejabilidad de la mezcla por medio del slump para un asentamiento máximo de 2" , así como también la toma de una muestra de concreto para elaborar cilindros y chequear su resistencia a la compresión.

A medida que se vaciaba el concreto se chequeaba que se lo vibre de manera adecuada para mejor acomodo de los agregados, garantizar que el concreto llegue hasta las paredes de la formaleta para evitar hormigueros y eliminar el contenido de aire atrapado.

Figura 87. FUNDICION DE VIGAS N + 3.80



Cuando la fundición llegaba al nudo, intercepción viga columna, se chequeaba que la mezcla se distribuya muy bien a lo largo y ancho del mismo, en ocasiones cuando el vibrador no alcanzaba a penetrar al nudo por la cantidad de refuerzo, se chuzaba el concreto garantizando que se llene de manera adecuada en toda su sección.

Figura 88. FUNDICION INTERECEPCION VIGA COLUMNA



En el plano de detalle de ménsula, aparecen unas platinas de acero de 0.30 * 0.35 mt sección y 9 mm de espesor, la cual se ancla a 6 pernos, de cabeza roscada, de $\frac{3}{4}$ " de 0.25 mt de longitud y doblé de 0.15 mt, que en conjunto conforman la base donde irán asentadas las armaduras principales de estructura metálica de la cubierta. Como la platina y los pernos deben quedar embebidos en el concreto a la hora de fundir se hizo la instalación respectiva de estos dos elementos sobre la ménsula.

Figura 89. DETALLE PLATINA Y PERNOS



Figura 90. INSTALACION DE PLATINA Y PERNOS EN LA MENSULA



La formaleta de los tableros laterales de las vigas fueron quitados a los 48 días de haber sido fundidas, pero la formaleta base de la fundición que son los tableros, vigas metálicas y tacos se pueden quitar únicamente hasta que el concreto haya alcanzado el 100% de su resistencia o sea a los 28 días. Inmediatamente después de quitada la formaleta se debe empezar el proceso de curado del

concreto, de lo que depende el éxito de que se pueda alcanzar la resistencia de diseño a los 28 días, 3000 PSI.

Figura 91. VIGA CANAL DESENCONFRADA



2.2.8.2 Losa aligerada bloque 4 0N + 2.78 mt. El bloque 4 es el único que está proyectado para 4 pisos, es un bloque donde se ubican aulas de clases, proyecciones y audiovisuales y además la estructura administrativa de al facultad.

Cada piso está dividido entre sí por losas de entrepiso, diseñadas de tipo aligeradas que de acuerdo a las cargas y luces entre columnas dio como resultado un peralte total de 0.40 mt. Una losa aligerada está conformada por vigas cargueras y riostras, nervios, casetones, placa inferior de mortero de 0.03 mt de espesor y una placa superior de concreto de 0.05 mt de espesor.

➤ **Armado de vigas.** El acero utilizado es corrugado con un límite de fluencia de 60000 PSI, de acuerdo a especificaciones de diseño estructural. El diámetro del refuerzo a flexión o longitudinal es de $\frac{3}{4}$ " en su mayoría a excepción de la viga carguera sobre el eje 2^a, con refuerzo de diámetro $\frac{7}{8}$ ", con bastones en los nudos de $\frac{5}{8}$ " y longitudes que varían entre 2 y 3 metros para contrarrestar los efectos del momento flector. El refuerzo a cortante o transversal es de diámetro $\frac{3}{8}$ ", está conformado por flejes en forma cuadrada y un ganchos en "S" por cada fleje en las vigas cargueras, en las vigas riostras el fleje es cuadrado simplemente.

Al igual que en Talleres el armado de las vigas se realizó sin armar la formaleta base alquilada, sino simplemente con andamios. Se siguió rigurosamente los planos estructurales donde se especifica el despiece para cada viga, en contacto permanente con el Ing. Calculista William Castillo, por si en algún momento surgía alguna duda.

A medida que se armaba el refuerzo de las vigas, se chequeaba con plano en mano, el diámetro, traslapo y ganchos de las varillas longitudinales, la vez el número y espaciamiento de los flejes.

Figura 92. ARMADO DE VIGAS N + 2.78 MT



➤ **Armado de formaleta.** El armado de la formaleta se realizó en dos etapas:

Etapa I. Una vez armada la totalidad de las vigas, se alquiló la formaleta base para la fundición de la losa: tableros, tacos, vigas metálicas y diagonales o tijeras. Se armó en primer lugar la estructura metálica, para sobre ellas colocar las camillas o tableros.

Figura 93. INSTALACION ESTRUCTURA METALICA DE FORMALETA



Figura 94. FORMALETA BASE INSTALADA TOTALMENTE



Etapa II. Consiste en la colocación de los tableros laterales a las vigas del contorno de la losa. Se realiza cuando está armado y chequeado la totalidad del refuerzo tanto de vigas como de nervios. Con esta formaleta se da la sección y forma definitiva a las vigas, para este proyecto se trabajaron vigas de sección $0.40 * 0.40$ mt y la más grande de sobre el eje 2^a de $0.45 * 0.48$ mt.

Figura 95. FORMALETA DE VIGAS LATERALES



➤ **Construcción de Casetones.** A medida que se instalaba la formaleta base, se estaban construyendo los casetones de la losa. Los marcos principales se elaboraron en varenga de sección 4 * 4 cm y las varengas de unión de sección 2 * 4 cm. Para la conformación de un casetón se colocaban marcos cada 0.50mt, y sus dimensiones de largo y ancho variaban de acuerdo al espaciamiento de vigas y nervios.

Figura 96. ARMADO DE LA ESTRUCTURA DEL CASETON



Terminada de armar la estructura completa del casetón era forrado, por todas las caras excepto la inferior, en casetex que para este caso era de color gris. Se chequeaba que la cara superior y laterales largas quedara muy bien templado para que no haya inconvenientes a la hora de fundir.

Figura 97. CASETON TERMINADO



➤ **Colocación de la malla de gallinero.** Sobre la formaleta de la losa armada, se tiende la malla de gallinero tejida en alambre con huecos de 2 ½ “, que es un refuerzo para la placa de mortero de 0.03 mt y así evitar que se agriete por retracción y temperatura del cemento, puesto que esta placa sirve como cielo raso del primer piso.

Figura 98. TENDIDO MALLA DE GALLINERO



➤ **Armado de Nervios.** Tendida la malla de gallinero, se empieza a armar el refuerzo de los nervios, en este proyecto se distinguen dos tipos diferentes: los nervios principales con refuerzo longitudinal de 4 varillas que en su mayoría son de diámetro $\frac{1}{2}$ " y los flejes en diámetro de $\frac{1}{4}$ " espaciados cada 0.15 mt en los extremos y cada 0.30 mt en el centro, con algunos refuerzos de $\frac{5}{8}$ ", y el otro tipo son los nervios riostra y de borde con dos varillas de $\frac{3}{8}$ ", flejes en "S" espaciados cada 0.20 mt

FIG 99. ARMADO DE NERVIOS



FIG 100. ARMADO COMPLETO DE LOSA ALIGERADA N + 3.85



➤ **Instalación Eléctrica.** A medida que se completa el armado de nervios, se empieza a realizar la instalación de ductos para la instalación eléctrica. En primer lugar se instalan las cajas para las lámparas de del alumbrado del primer piso, siguiendo el orden de los circuitos y la posición de las mismas, especificado en el plano correspondiente.

Figura 101 . INSTALACION DE DUCTOS PARA ALUMBRADO PRIMER PISO



➤ **Fundición de placa de mortero y colocación de casetones.** Para empezar a dar la conformación definitiva a la losa de entrepiso, se empieza por fundir una placa o solado en mortero, el cuál sirve además como el cielo raso del primer piso. El mortero es una mezcla de cemento y arena blanca, que para este caso en particular se utilizó una dosificación 1:4 y espesor de 0.03 mt. Además de sus componentes básicos se adicionó a la mezcla, una fibra de polipropileno denominada Sikafiber AD, la cual se comporta como refuerzo del mortero que le ayuda a tener mayor adherencia con la malla de gallinero y evitar el agrietamiento por retracción y temperatura que se producen durante su endurecimiento, su dosificación de acuerdo a indicaciones fue de 1 kg /m3.

Figura 102. DOSIFICACION SIKAFIBER - AD



Figura 103 . FUNDICION PLACA DE MORTERO E = 0.03 MT



Es importante tener en cuenta que a la hora de fundir el solado de mortero, evitar que penetre a la sección propia de las vigas o nervios, puesto que se debe garantizar que su recubrimiento inferior sea todo en concreto.

Inmediatamente después de haber fundido el solado en mortero y chequeado los 0.03 mt de espesor, se coloca los casetones de acuerdo a la sección correspondiente.

Figura 104 . COLOCACION DE CASETONES



➤ **Fundición de vigas, nervios y placa superior.** Finalizada la colocación de los casetones, el paso siguiente y definitivo, es la fundición de las vigas y nervios. Antes de proceder con la fundición se coloca la malla electrosoldada encima de los casetones, que sirve como refuerzo a la placa superior para absorber tensiones por retracción y temperatura, el espesor de la malla es de 4 mm y sus aberturas de 0.25 * 0.25 de sección. Sobre la malla electrosoldada se realiza la instalación de los ductos para la instalación eléctrica de tomacorrientes, telefónica y computo para el segundo piso.

Figura 105. COLOCACION MALLA ELECTROSOLDADA



Figura 106 . INSTALACION DUCTOS ELECTRICOS SEGUNDO PISO



El concreto utilizado para la fundición de las vigas, nervios y placa superior, tiene dosificación 1 : 3 : 2.25, además del Plastiment TM – 10 a, contiene acelerante Plastocrete HE al 2.2 % del peso del cemento, que se decidió utilizar debido a un mejor resultado en la relación de costos con el alquiler de la formaleta que tiene que estar hasta los 22 días después de la fundición.

Figura 107 . FUNDICION DE VIGAS Y NERVIOS



Figura 108 . FUNDICION DE PLACA SUPERIOR E = 0.05 MT



Figura 109 . VISTA GENERAL LOSA FUNDIDA E = 0.40 MT



2.2.9 Colocación de letrero “UNIVERSIDAD DE NARIÑO 100 AÑOS”. En vista de que en el mes de noviembre de este año, la Universidad de Nariño, conmemora su primer siglo de existencia desde su fundación, el Rector Dr. Pedro Vicente Obando, quiso hacerle un grandioso homenaje; en vista de eso, surgió la idea de colocar un letrero en el talud ubicado detrás de la obra de la Facultad de Artes, acorde con el tema : “UNIVERSIDAD DE NARIÑO 100 AÑOS”

Planteada la propuesta , se realizó un diseño del letrero por el anterior residente Ing. Andrés Zamora, donde cada letra estaba dividida en módulos, que juntos le proporcionaban una altura de 2.0 mt. La mayoría de los módulos se construyeron en concreto reforzado al lado del campamento de la obra por la disposición de los materiales, el resto de los módulos se los construyó en el sitio mismo de la colocación del letrero por la dificultad al subir los módulos ya construidos.

Figura 110. ASCENSO DE MODULOS HASTA EL TALUD



La alineación de los renglones superior e inferior del letrero, se realizó con nivel de precisión y mira, de igual manera se ubicó módulo por módulo con la misma inclinación, tratando de seguir al máximo la pendiente del talud, para que al final toda la letra quedara con igual pendiente.

Cuando se acabó de subir hasta el sitio del letrero los módulos construidos, se empezó a fundir los módulos que hacían falta, los cuales estaban conformados por una placa en concreto de 0.07 mt de espesor reforzada con malla electrosoldada y ancladas al talud con varilla de diámetro 5/8" y 2 mt de longitud. Fundidas las letras se da un acabado en mortero con cemento blanco, para garantizar su adherencia al concreto se aplica sobre el concreto Sika Flex antes de repellarlas. Finalmente se pintan con vinilo blanco para mejorar su presentación.

Figura 111. FUNDICION EN SITIO DE MODULOS FALTANTES



Figura 112. VISTA GENERAL DE LETRERO TERMINADO



3 CONCLUSIONES

Una pasantía bien ejecutada le permite al estudiante y futuro Ing. Civil, aprender a adoptar criterios propios y veraces en la toma de decisiones trascendentales para el desarrollo normal de la obra, herramienta básica para el éxito como profesional.

El sistema de pasantías le permite al estudiante contextualizar la realidad, comprobando de manera directa algunos de los múltiples conocimientos que adquirió durante los cinco años de su carrera.

La supervisión técnica diaria, realizada por el Ing. Residente, permite que todas las actividades sean llevadas a cabo según las especificaciones planteadas por cada uno de los diseños que se manejan en la construcción de una estructura.

El Ing. Residente debe convertirse en el enlace directo de la obra con el director de la misma, además siempre debe ir un paso más adelante, puesto que si se detecta algún inconveniente, tratarlo de resolver con anticipación y no en el momento mismo en que se pueda presentar.

BIBLIOGRAFIA

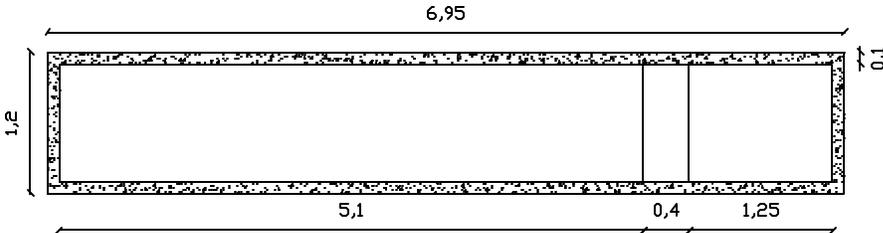
ASOCIACION COLOMBIANA DE INGENIERIA SISMICA. Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR -98. Tomo1, Titulo A y C. Santafé de Bogotá D.C. : 3R EDITORES, 2001. 387p.

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

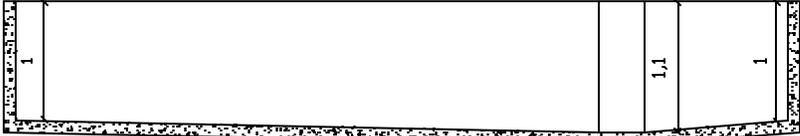
ANEXOS

Anexo A. DIMENSIONES TANQUE RESERVORIO SUBTERRANEO

VISTA PLANTA



VISTA PERFIL



Anexo B. PRESUPUESTO CONSTRUCCION DE MESONES PARA LABORATORIOS DE LA FACULTAD DE INGENIERIA

RESUMEN PRESUPUESTO

REFERENCIA	UNIDAD	CANTIDAD	VR.UNITARIO	VR.TOTAL
MESONES LATERALES	ML	39.00	65,855.40	2,568,360.60
MESONES CENTRALES	M ²	5.80	105,811.95	613,709.31
INSTALACION ELECTRICA	GL	1.00	2,198,755.00	2,198,755.00
ENCHAPE DE PISO EN CERAMICA	M ²	230.00	13,014.50	2,993,335.00
VALOR TOTAL PROPUESTA				8,374,159.91

Anexo C. ENSAYO DE COMPACTACION MUETRA 1

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

PROYECTO Bloque Facultad de Artes FECHA 08-12-2003
 REFERENCIA Muestra No 1 LOCALIZACIÓN Obra
 DESCRIPCIÓN Material fino para relleno - suelo de sitio

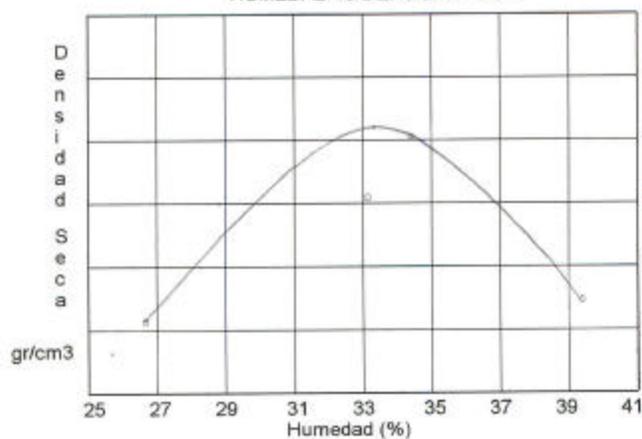
DATOS DE COMPACTACIÓN

Punto No.	1	2	3	4
Molde No.	1	1	1	1
Volumen molde cm ³	2132,7	2132,7	2132,7	2132,7
Peso suelo húmedo + molde gr	6202	6528	6670	6557
Peso molde gr.	2850	2850	2850	2850
Peso suelo húmedo gr.	3352	3678	3820	3707
Peso unitario seco gr/cm ³	1,24	1,30	1,33	1,25
Grado de saturación %				

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente No.	56	11	1	5
Peso húmedo + recipiente gr.	245	181,9	326,4	230,6
Peso seco + recipiente gr.	201,8	146	252,7	176,4
Peso recipiente gr.	39,8	37,7	38,5	38,8
Humedad %	26,67	33,15	34,41	39,39

HUMEDAD vs DENSIDAD SECA



COMPACTACIÓN DINÁMICA

Peso del martillo lb.	10
Altura de caída plg.	18
No. de capas	5
No. de golpes por capa	56
Densidad seca máxima gr/cm ³	1,335
Densidad seca máxima lb/pe ³	83,2
Humedad óptima %	33,3

OBSERVACIONES _____

Anexo D. ENSAYO DE COMPACTACION MUETRA 2

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

PROYECTO FACULTAD DE ARTES FECHA 08-25-2003
REFERENCIA MEZCLA SUELO - ARENA NEGRA 1:1 LOCALIZACIÓN OBRA
DESCRIPCIÓN MEZCLA PARA RELLENO DE ZAPATAS

DATOS DE COMPACTACIÓN

Punto No.	1	2	3	4
Molde No.	1	1	1	1
Volumen molde cm ³	2132,7	2132,7	2132,7	2132,7
Peso suelo húmedo + molde gr	10538	10758	10917	10852
Peso molde gr.	6726	6726	6726	6726
Peso suelo húmedo gr.	3812	4032	4191	4126
Peso unitario seco gr/cm ³	1,55	1,80	1,62	1,57
Grado de saturación %				

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente No.	11	14	13	4
Peso húmedo + recipiente gr.	226	296	330,5	281
Peso seco + recipiente gr.	206	262,5	284	242
Peso recipiente gr.	78	78	67	72
Humedad %	15,63	18,16	21,43	22,94



OBSERVACIONES _____

MARIO FERNANDO ERASO
RESIDENTE DE OBRA

Anexo E. RESISTENCIA A COMPRESION DE CILINDROS DE CONCRETO

RESULTADOS PROMEDIOS A 7, 14 Y 28 DIAS

DOSIFICACIONES COMUNES

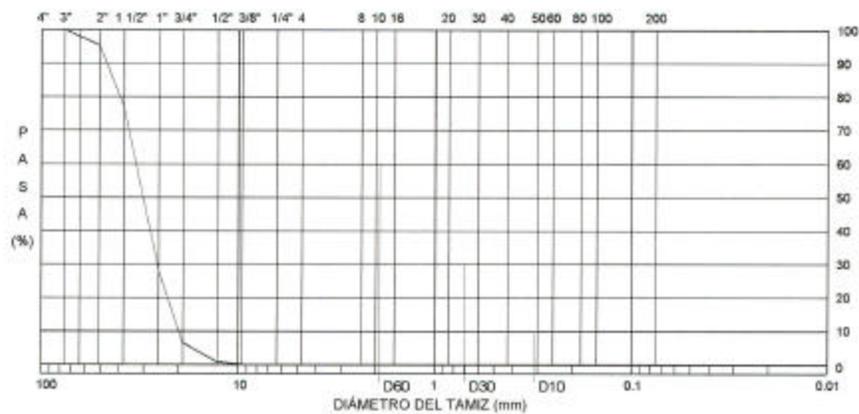
Dosificación	Referencia	Edad Dias	Resist Kg/cm2	Resist PSI
1 ; 2 ; 3	A.N.L - GRAVILLA	7	128	1821
1 ; 2 ; 3	A.N.L - GRAVILLA	14	193	2749
1 ; 2 ; 3	A.N.L - GRAVILLA	28	223	3184
1 ; 2.5 ; 2.5	A.N.L - GRAVILLA	7	92	1307
1 ; 2.5 ; 2.5	A.N.L - GRAVILLA	14	121	1721
1 ; 2.5 ; 2.5	A.N.L - GRAVILLA	28	162	2313
1 ; 2 ; 2	A.N.L - GRAVILLA	7	110	1564
1 ; 2 ; 2	A.N.L - GRAVILLA	14	172	2456
1 ; 2 ; 2	A.N.L - GRAVILLA	28	198	2820
1 ; 2.5 ; 4	A.N.L - GRAVILLA	7	103	1464
1 ; 2.5 ; 4	A.N.L - GRAVILLA	14	145	2071
1 ; 2.5 ; 4	A.N.L - GRAVILLA	28	189	2692
1 ; 2 ; 2 1/2	A.G.E - GRAVILLA	7	135	1928
1 ; 2 ; 2 1/2	A.G.E - GRAVILLA	14	202	2877
1 ; 2 ; 2 1/2	A.G.E - GRAVILLA	28	236	3363
1 ; 3 ; 2	A.N.L - GRAVILLA	7	96	1371
1 ; 3 ; 2	A.N.L - GRAVILLA	14	134	1914
1 ; 3 ; 2	A.N.L - GRAVILLA	28	153	2185
1 ; 2 ; 2 1/2	A.N.L - GRAVILLA	1	95	1357
1 ; 2 ; 2 1/2	A.N.L - GRAVILLA	7	125	1778
1 ; 2 ; 2 1/2	A.N.L - GRAVILLA	28	204	2906
1 ; 2 ; 2 1/2	A.G.E - GRAVILLA	1	88	1250
1 ; 2 ; 2 1/2	A.G.E - GRAVILLA	7	140	1999
1 ; 2 ; 2 1/2	A.G.E - GRAVILLA	28	190	2713

Anexo F. GRANULOMETRÍA AGREGADO TAMAÑO MAX 1 1/2"

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO

GRANULOMETRÍA AGREGADO FINO PARA CONCRETO (AF-1)

PROYECTO Facultad de Artes FECHA ENSAYO 09-17-2003
REFERENCIA Muestra No 2 LOCALIZACIÓN Obra
DESCRIPCIÓN Agregado tamaño maximo 1 1/2"

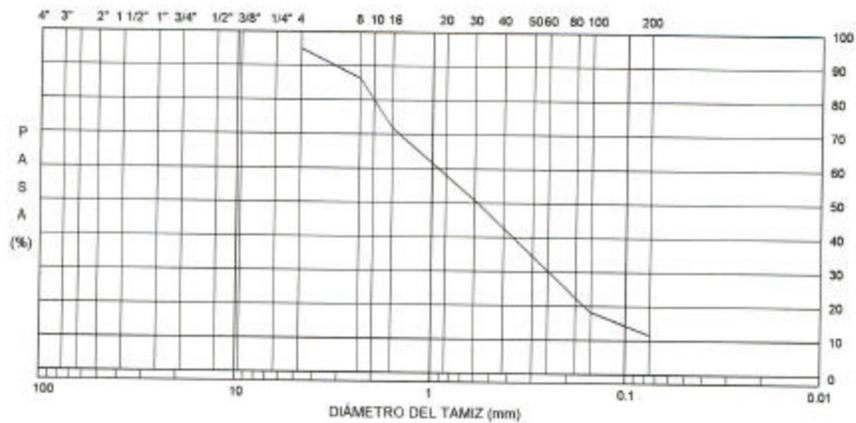


Anexo G. GRANULOMETRIA ARENA DEL ESPINO

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO

GRANULOMETRÍA AGREGADO FINO PARA CONCRETO (AF-1)

PROYECTO Facultad de Artes FECHA ENSAYO 08-25-2003
REFERENCIA Arena del Esapino LOCALIZACIÓN obra facartes
DESCRIPCIÓN Arena Fina Gris para concreto



Tamiz No.	Peso Reten. Acumulado	% Retenido Acumulado	% Pasa
4	24,7	5,04	94,96
8	66,9	13,66	86,34
16	137,6	28,09	71,91
30	240,9	49,18	50,82
50	320,5	65,43	34,57
100	400,7	81,81	18,19
200	433,2	88,44	11,56
Pasa 200	56,60		

Peso muestra seca gr. 489,8
Coeficiente de uniformidad CU
Coeficiente de curvatura CC
Diámetro efectivo D10
Módulo de finura

LÍMITES DE CONSISTENCIA

Límite Líquido NL
Límite Plástico NP
Índice Plástico 0

OBSERVACIONES

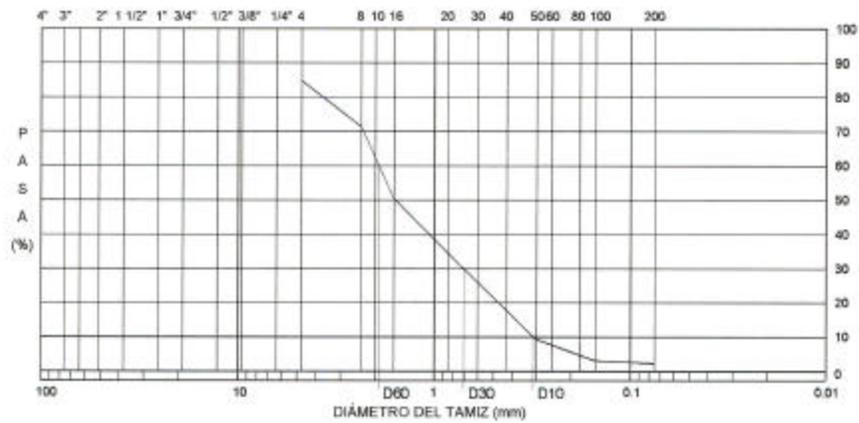
MARIO FERNANDO ERASO
RESIDENTE DE OBRA

Anexo H. GRANULOMETRIA ARENA NEGRA LAVADA DE TERRAZAS

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO

GRANULOMETRÍA AGREGADO FINO PARA CONCRETO (AF-1)

PROYECTO Facultad de Artes FECHA ENSAYO 08-25-2003
REFERENCIA Arena Negra Lavada de Terrazas LOCALIZACIÓN obra facartes
DESCRIPCIÓN Arena fina para concreto



Tamiz No.	Peso Reten. Acumulado	% Retenido Acumulado	% Pasa
4	62,8	15,20	84,80
8	117,8	28,51	71,49
16	205,2	49,68	50,34
30	305,5	73,94	26,06
50	375,4	90,85	9,15
100	400,7	96,97	3,03
200	404,3	97,85	2,15
Pasa 200	8,90		

Peso muestra seca gr. 413,2
Coeficiente de uniformidad CU 6,15
Coeficiente de curvatura CC 0,83
Diámetro efectivo D10 0,311
Módulo de finura 3,55

LÍMITES DE CONSISTENCIA

Límite Líquido NL
Límite Plástico NP
Índice Plástico 0

OBSERVACIONES

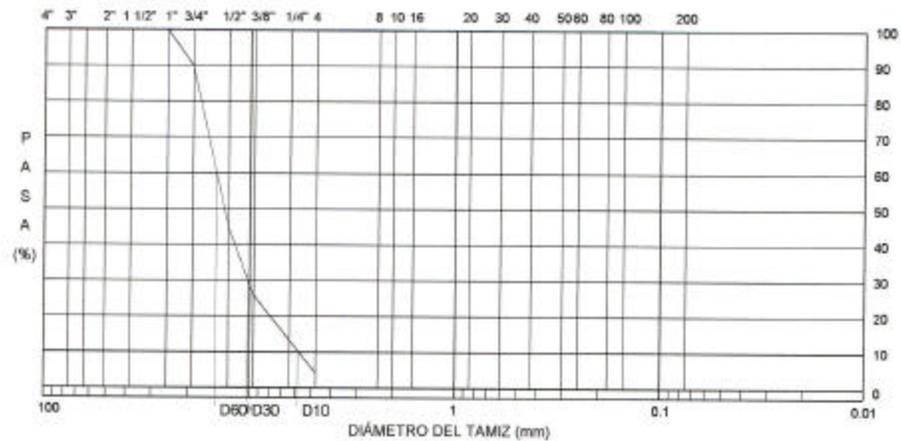
MARIO FERNANDO ERASO
Residente de obra

Anexo I. GRANULOMETRÍA GRAVILLA TAMAÑO MAX 3/4"

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO

GRANULOMETRÍA AGREGADO FINO PARA CONCRETO (AF-1)

PROYECTO Facultad de Artes FECHA ENSAYO 08-25-2003
 REFERENCIA Gravilla LOCALIZACIÓN obra facartes
 DESCRIPCIÓN Agregado grueso para concreto



Tamiz No.	Peso Reten. Acumulado	% Retenido Acumulado	% Pasa
1"	0,0	0,00	100,00
3/4"	503,8	10,08	89,92
1/2"	2747,3	54,95	45,05
3/8"	3706,3	74,13	25,87
4	4801,3	96,03	3,97
Pasa 4	198,70		

Peso muestra seca gr.	5000
Coefficiente de uniformidad CU	2,53
Coefficiente de curvatura CC	1,23
Diámetro efectivo D10	5,753
Módulo de finura	1,70

LÍMITES DE CONSISTENCIA

Límite Líquido	NL
Límite Plástico	NP
Índice Plástico	0

OBSERVACIONES

MARIO FERNANDO ERASO
RESIDENTE DE OBRA

Anexo J. RESISTENCIA A COMPRESION DE CILINDROS DE CONCRETO CON ADITIVOS

RESULTADOS PROMEDIOS A 7 , 14 Y 28 DIAS

MEZCLAS CON ADITIVOS

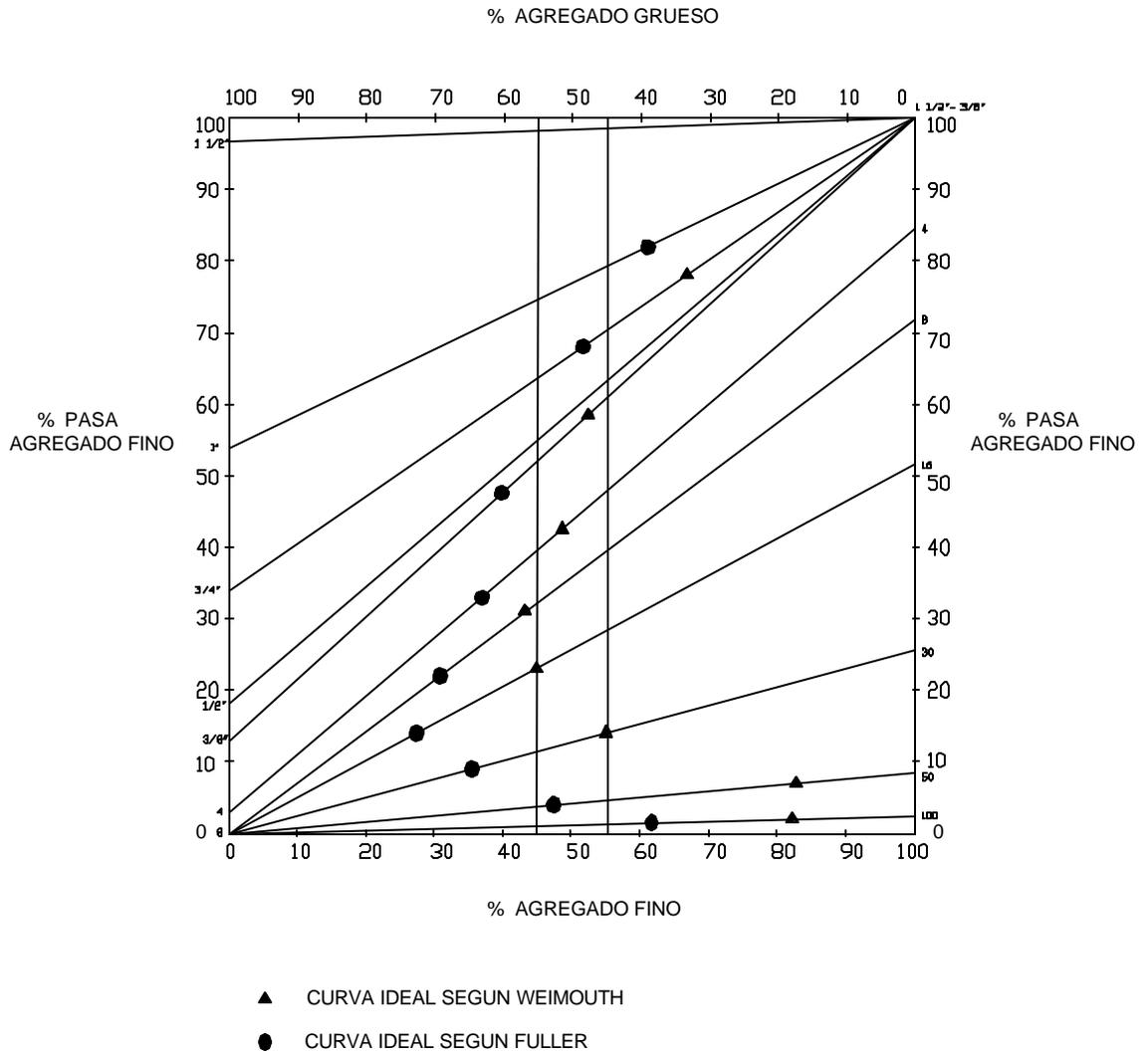
Dosificación	Referencia	Edad Dias	Resist Kg/cm2	Resist PSI
1 ; 2.75 ; 2.25	A.N.L - GRAVILLA (PRB)	3	69	985
1 ; 2.75 ; 2.25	A.N.L - GRAVILLA (PRB)	7	129	1842
1 ; 2.75 ; 2.25	A.N.L - GRAVILLA (PRB)	28	205	2927
1 ; 2.75 ; 2.25	A.N.L - GRAVILLA (PRB)	56		
1 ; 2.75 ; 2.25	A.N.L - GRAVILLA (CRTL)	7	148	2113
1 ; 2.75 ; 2.25	A.N.L - GRAVILLA (CRTL)	19	225	3206
1 ; 2.75 ; 2.25	A.N.L - GRAVILLA (CRTL)	28	243	3470
1 ; 2.5 ; 2.5	A.N.L - GRAVILLA	3	130	1856
1 ; 2.5 ; 2.5	A.N.L - GRAVILLA	7	147	2099
1 ; 2.5 ; 2.5	A.N.L - GRAVILLA	28	240	3422
1 ; 2.25 ; 2.75	LAB - GRAVILLA	3	100	1428
1 ; 2.25 ; 2.75	LAB - GRAVILLA	7	169	2413
1 ; 2.25 ; 2.75	LAB - GRAVILLA	28	215	3070
1 ; 2.25 ; 2.75	LAB - GRAVILLA (CTRL)	7	88	1252
1 ; 2.25 ; 2.75	LAB - GRAVILLA (CTRL)	14	154	2199
1 ; 2.25 ; 2.75	LAB - GRAVILLA (CTRL)	28	231	3292
1 ; 2.75 ; 2.25	AGR 1 1/2" - VIBR	7	159	2271
1 ; 2.75 ; 2.25	AGR 1 1/2" - VIBR	14	201	2870
1 ; 2.75 ; 2.25	AGR 1 1/2" - VIBR	28	0	0
1 ; 2.75 ; 2.25	AGR 1 1/2" - VAR	1	159	2275
1 ; 2.75 ; 2.25	AGR 1 1/2" - VAR	7	216	3080
1 ; 2.75 ; 2.25	AGR 1 1/2" - VAR	28	0	0

Anexo K. GRADACION IDEAL SEGÚN WEIMOUTH

GRADACIONES IDEALES DE AGRAGADOS PARA CONCRETO SEGÚN WEYMOUTH (% QUE PASA POR CADA MALLA)

MALLA		TAMAÑO MAXIMO (mm)					Observación
mm.	plg	76.1	50.8	38.1	25.4	19.1	
76.1	3	100.0					Gradaciones originales
50.8	2	-	100.0				
38.1	2	83.0	92.6	100.0			
25.4	1	-	-	-	100.0		
19.1	3/4	66.7	75.2	81.6	91.7	100.0	
9.51	3/8	53.0	60.1	65.6	74.1	81.0	
4.76	No. 4	42.9	48.5	53.0	60.0	65.5	
2.38	No. 8	34.8	39.4	42.9	48.5	53.0	
1.19	No. 16	28.1	31.8	34.8	39.3	42.9	
0.595	No. 30	22.8	25.8	28.1	31.8	34.8	
0.297	No. 50	18.4	20.8	22.8	25.8	28.1	
0.149	No. 100	14.9	16.9	18.4	20.8	22.8	
76.1	3	100.0	-	-			Gradaciones corregidas para que la fracción de arena tenga un 6% que pase por la malla No.100
50.8	2	-	100.0	-			
38.1	2	80.5	91.2	100.0			
25.4	1	-	-	-	100.0		
19.1	3/4	61.7	70.9	78.1	89.8	100.0	
9.51	3/8	46.0	53.2	59.0	68.2	76.2	
4.76	No. 4	34.3	39.5	43.9	51.1	57.0	
2.38	No. 8	25.0	28.9	31.9	37.0	41.2	
1.19	No. 16	17.3	20.0	22.2	25.8	28.6	
0.595	No. 30	11.2	12.9	14.2	16.6	18.4	
0.297	No. 50	6.2	7.0	7.9	9.3	10.0	
0.149	No. 100	2.1	2.4	2.7	3.1	3.4	

Anexo L. DOSIFICACION DE AGRAGADOS POR METODO GRAFICO



Anexo M. DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO

$$F'c = 280 \text{ k/ cm}^2$$

$$F'c = 3000 \text{ PSI}$$

Tamaño máximo de agregados = 1 ½"

Relación A/C = 0.55

Cantidad de agua = 180lts

Cantidad de cemento = 325 kg / m³

Volumen de aire atrapado: 10 % = 10 lts

Dosificación de agregados según Weimouth:

Agregado Grueso = 45 %

Agregado Fino = 55 %

$$\text{Vol. Agregados} = 1 - \frac{0.180 \text{ T}}{1 \text{ T/m}^3} - \frac{0.325 \text{ T}}{3.1 \text{ T/m}^3} - 0.01 \text{ m}^3 = \mathbf{0.705 \text{ m}^3}$$

$$2 \quad G. \text{ promedio} = \frac{100}{\sum \frac{i\%}{G_i}} = \frac{100}{\frac{55}{2.42} + \frac{45}{2.59}} = \mathbf{2.49 \text{ T / m}^3 \text{ (gr/cm}^3\text{)}}$$

G_i = densidad o peso específico de cada agregado

$$\text{Peso de Agregados} = 2.49 \text{ T / m}^3 * 0.705 \text{ m}^3 = 1.78 \text{ T} = \mathbf{1755 \text{ kg}}$$

$$\text{Peso de agregado fino} = 0.55 * 1755 \text{ kg} = 965 \text{ kg}$$

$$\text{Peso de agregado grueso} = 0.45 * 1755 \text{ kg} = 790 \text{ kg}$$

CANTIDADES DE MATERIAL PARA 1 M3 DE CONCRETO

MATERIAL	PESO (KG)	DENSIDAD (KG/LT)	VOL. COMPACTO (LTS)
CEMENTO	325	3.1	105
A.FINO	965	2.42	399
A.GRUESO	790	2.59	305
AGUA	180	1	180
AIRE		10%	10

CANTIDADES DE MATERIAL PARA 1 BULTO DE CEMENTO

MATERIAL	PESO (KG)	DENSIDAD SUELTA (KG/LT)	VOL. SUELTO (LTS)	No. BALDES DE 10 LTS
CEMENTO	50	1.15	43.5	4.4
A.FINO	148	1.32	112	11
A.GRUESO	122	1.38	88.5	9
AGUA	28	1	28	3
AIRE		10%	10	

NOTA: los baldes utilizados para la dosificación de la mezcla en obra, tienen un volumen aproximado de 10 lts.

Anexo N. RESULTADOS DE LABORATORIOS DE MUESTRAS DE SUELO



UNIVERSIDAD DE NARIÑO
SECCION DE LABORATORIOS



LABORATORIO DE QUIMICA

Teléfono: 7311449 - 7312289 - 7312896 - Ext. 222 - 256

Fecha: Septiembre 30 del 2003 Analisis No. _____
Universidad de Nariño
 Solicitante Ing. Vicente Parra Direccion _____ Tel. _____
 Entidad _____ Tipo de Muestra Suelo
 Analisis Solicitado Determinación de Sulfatos, Cloruros y Hierro
 Sitio de Muestreo: Ciudad Universitaria Torobajo construcción bloque de Artes
 Fecha de muestreo:(Solicitud de análisis) Septiembre 22 del 2003

IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS

RESULTADOS

	SULFATOS ppm	CLORUROS ppm	HIERRO ppm
Z-C5 Prof. 60 cm	498.7	16.5	1.21
Z- Bloque 5 M. Nelson	568.7	11.5	3.12
Z-Bloque Prof. 50 cm M Nelson	588.2	9.0	2.08
Z-Bloque 3 Prof. 30 cm M. Jaime	1216.5 -	27.5	2.31
Z- Bloque 3 M. Jaime. Bloque circular	308.2	14.5	1.25
Z-C5 Prof. 20 cm	848.7 -	21.5	4.37
Muro de contención Prof. 2 m	603.7	16.0	6.66
Apique Z- escaleras Prof. 0.8	358.7	11.5	1.42
Bloque 4 intermedio 1.10 m	358.8	14.5	9.37
Z-Bloque circular M. Jaime	542.5	15.0	8.12
Bloque 4 intermedio Prof. 0.60 cm	866.2 ✓	14.7	12.9
Z-Bloque 3 M. Jaime 40 cm	499.7	15.5	1.43

Anexo O. ELEMENTOS ESTRUCTURALES BLOQUE 4

PANTALLAS

ELEMENTO	ESPESOR MT	ALETA MAYOR (MT)	ALETA MENOR (MT)	ALTURA MT	OBSERVACIONES
M - 1 A	0.25	2.5	1.5	2.88	SE FUNDE CON MEZCLA 1:2.5:2.5, CON ARENA NEGRA LAVADA, GRAVILLA DE 3/4", LA MEZCLA NO PROPORCIONA BUENA MENEJABILIDAD Y EL ACABADO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES ES REGULAR
M - 6	0.25	2.5	1.5	2.88	
J - 6	0.25	2.5	1.5	2.88	
G - 1 A	0.25	2.5	1.5	4.58	SE FUNDE CON MEZCLA 1:2.75:22.5, CON ARENA NEGRA LAVADA, TRITURADO FINO 1 1/2", LA MEZCLA PROPORCIONA BUENA MANEJABILIDAD, ASENTAMIENTO MAX DE 2", BUEN ACABADO Y CONCRETO CON RESISTENCIAS SUPERIORES A LAS EXIGIDAS POR EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE 3000 PSI
G - 4	0.25	2.5	1.5	4.58	
I - 4	0.25		1.5	2.88	
J - 5	0.25	2.5		2.88	

COLUMNAS

ELEMENTO	SECCION MT	ALTURA MT	OBSERVACIONES
H - 1A.	0.45*0.45	2.88	SE FUNDE CON MEZCLA 1:2.5:2.5, CON ARENA NEGRA LAVADA, GRAVILLA DE 3/4" LA MEZCLA NO PRPORCIONA BUENA MANEJABILIDAD. ACABADO REGULAR DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES
I - 1A	0.45*0.45	2.88	
J - 1A	0.45*0.45	2.88	
K - 1A	0.45*0.45	2.88	
L - 1A	0.45*0.45	2.88	
G - 2A	0.45*0.45	4.58	SE FUNDE CON MEZCLA 1:2.75:22.5, CON ARENA NEGRA LAVADA, TRITURADO FINO 1 1/2", LA MEZCLA PROPORCIONA BUENA MENEJABILIDAD, ASENTAMIENTO MAX DE 2", BUEN ACABADO Y CONCRETO CON RESISTENCIAS SUPERIORES A LAS EXIGIDAS POR EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE 3000 PSI
H - 2A.	0.45*0.45	2.88	
I - 2A	0.45*0.45	2.88	
J - 2A	0.45*0.45	2.88	
K - 2A	0.45*0.45	2.88	
L - 2A	0.45*0.45	2.88	
H - 4	0.45*0.45	2.88	
J - 4	$\phi = 0.45$	2.88	
K - 5	0.45*0.45	2.88	
L - 5	0.45*0.45	2.88	
M - 5	0.45*0.45	2.88	
K - 6	0.45*0.45	2.88	
L - 6	0.45*0.45	2.88	

Anexo P. ELEMENTOS ESTRUCTURALES BLOQUE 5

ZAPATAS

ELEMENTO	SECCION MT	PERALTE MT	OBSERVACIONES
G' - 7	1.0 * 1.0	0.3	ANTES DE ARMAR LA ZAPATA, SE FUNDE UN CONCRETO DE LIMPIEZA (SOLADO) DE 10 CM DE ESPESOR. SOBRE LA PARRILA DE LA ZAPATA SE AMARRA LOS HIERROS LONGITUDINALES Y TRASVERSALES DE LA CORRESPONDIENTE COLUMNA (CASTILLOS) SE FUNDEN CON MEZCLA 1: 2.75 : 2.25 , CON ARENA NEGRA LAVADA Y TRITURADO FINO DE 1 1/2 ". ASENTAMIENTO MAX 2"
G' - 5'	1.0 * 1.0	0.3	
G' - 5	1.0 * 1.0	0.3	
H - 5	1.0 * 1.0	0.3	
H' - 5'	1.0 * 1.0	0.3	
H'' - 5'	1.0 * 1.0	0.3	
I - 5	1.0 * 1.0	0.3	
J - 7	1.0 * 1.0	0.3	
H - 9A	1.20 * 1.20	0.3	
I - 9A	1.20 * 1.20	0.3	
J - 9A	1.0 * 1.0	0.3	DEBIDO A LA DIFERENCIA DE NIVEL EN EL TERRENO, ESTRAS TRES ZAPATAS QUEDAN CON MAYOR PROFUNDIDAD DE DESPLANTE Y PARTE DE SU EXCA - VACIÓN SE RELLENA CON SUELO CEMENTO FLUIDO (1:22) PARA ALCANZAR UN NIVEL IGUAL EN LAS TRES. NO TIENEN CONCRETO DE LIMPIEZA

VIGAS DE CIMENTACIÓN

ELEMENTO	SECCION MT	LONGITUD MT	OBSERVACIONES
V - 5'	0.35 * 0.35	3	ANTES DE ARMAR LA VIGA, SE FUNDE UN CONCRETO DE LIMPIEZA DE 5 CM DE ESPESOR. SE FUNDEN CON MEZCLA 1: 2.75 : 2.25 , CON ARENA NEGRA LAVADA Y TRITURADO FINO DE 1 1/2 "
V - 5"	0.35 * 0.35	3	
V - 7	0.35 * 0.35	5	
V - I'	0.35 * 0.35	2	
V - I''	0.35 * 0.35	2	
V - 5	0.35 * 0.35	18.05	
V - G'	0.35 * 0.35	9.35	
V - J	0.35 * 0.35	7.4	
V - J'	0.35 * 0.35	9.4	
V - 9	0.35 * 0.35	16	
V - G	0.35 * 0.35	16.5	LA VIGA G, SE FUNDE MONOLITICAMENTE CON EL MURO DE CONTENCION

COLUMNAS

ELEMENTO	SECCION MT	ALTURA MT	OBSERVACIONES
H - 5	$\phi = 0.30$	2.88	SE FUNDEN CON MEZCLA 1: 2.75 : 2.25 , CON ARENA NEGRA LAVADA Y TRITURADO FINO DE 1 1/2 "
I - 5	$\phi = 0.30$	2.88	
H' - 5'	0.25 * 0.30	2.88	LA DIFERENCIA DE ALTURAS DE LAS COLUMNAS, RADICA EN LOS DESNIVELES QUE TIENE EL TERRENO, SIN EMBARGO LAS VIGAS DE CIMENTACION QUEDAN TODAS AL MISMO NIVEL, POR ESTA RAZÓN EN LAS COLUMNAS : G - 7, G'-5', G'-5, G -9A, SE FUNDEN PEDESTALES ENCIMA DE LAS ZAPATAS HASTA ALCANZAR EL NIVEL DE LA VIGA DE CIMENTACIÓN Y DE ALLÍ EN ADELANTE SE FUNDE LA COLUMNA DE ALTURA NORMAL DE 2.88 MT IGUAL PROCESO CONSTRUCTIVO TIENEN LAS COLUMNAS H - 9A, I -9A, J-9A
H'' - 5'	0.25 * 0.30	2.88	
J - 5	0.35 * 0.35	2.88	
G - 7	0.35 * 0.35	4.15	
G' - 5'	$\phi = 0.35$	4.15	
G' - 5	$\phi = 0.35$	4.15	
G - 9A	$\phi = 0.35$	4.15	
H - 9A	$\phi = 0.35$	3.5	
I - 9A	$\phi = 0.35$	3.5	
J - 9A	$\phi = 0.35$	3.5	

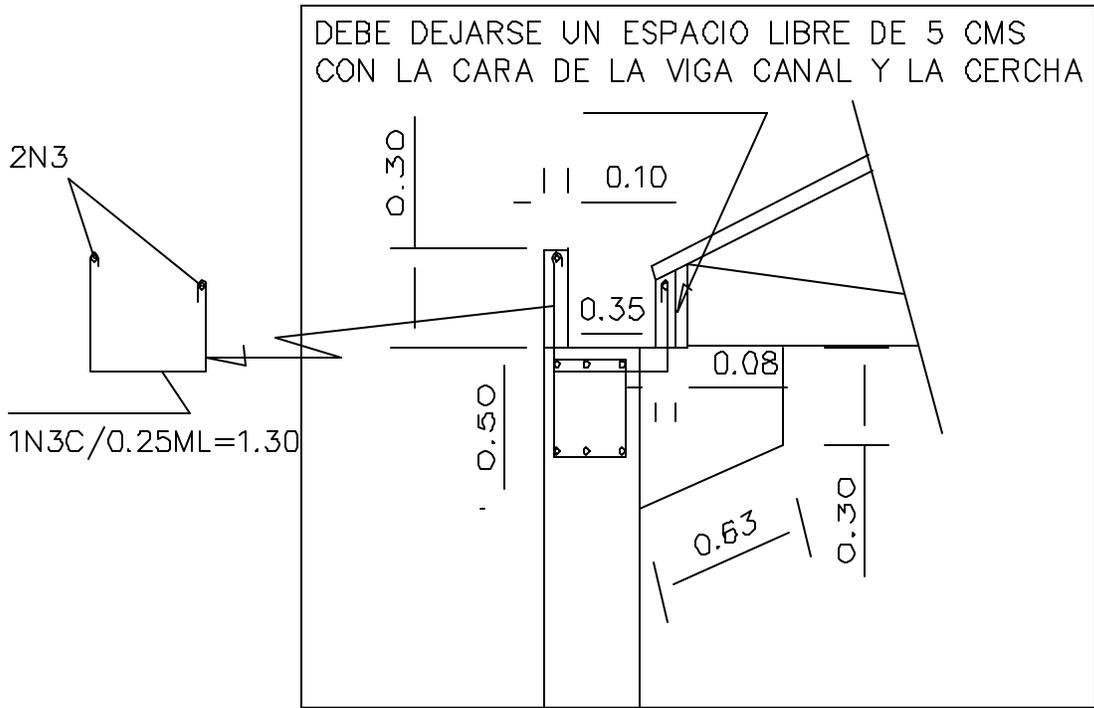
PANTALLAS

ELEMENTO	ESPESOR MT	LONGITUD MT	ALTURA MT	OBSERVACIONES
J' - 6	0.25	1.35	2.88	SE FUNDEN CON MEZCLA 1: 2.75 : 2.25 , CON ARENA NEGRA LAVADA Y TRITURADO FINO DE 1 1/2 "

Anexo Q. ELEMENTOS ESTRUCTURALES TALLERES

ELEMENTO	SECCION MT	ALTURA MT	OBSERVACIONES
A - 1	0.35 * 0.35	3.95	<p>POR LA ALTURA DE LAS COLUMNAS, ES NECESARIO HEGER UNA PERFORACION EN LA FORMALETA A APROXIMADAMENTE UN TERCIO DE LA ALTURA, CONOCIDA COMUNMENTE COMO VENTANA, CON EL FIN DE REALIZAR UN FUNDICION HOMOGENEA DE LA COLUMNA Y EVITAR POSIBLES VACÍOS EN EL CONCRETO (RATONERAS). UNA VEZ SE LLEGA A LA ALTURA DE LA VENTANA SE LA TAPA EN FORMA MUY SEGURA CON EL MISMO PEDAZO DE MADERA QUE SE PERFORÓ Y LUEGO SE EMPIEZA A FUNDIR DESDE LA PARTE SUPERIOR DE LA COLUMNA, DANDO LE GOLFES CON MARTILLO DE CAUCHO A MEDIDA QUE SE LLENA DE CONCRETO.</p> <p>SE FUNDE CON MEZCLA 1:2.75:22.5, CON ARENA NEGRA LAVADA, TRITURADO FINO 1 1/2". LA MEZCLA PROPORCIONA BUENA MANEJABILIDAD, ASENTA MEINTO MAX DE ", BUEN ACABADO Y CONCRETO CON RESISTENCIAS SUPERIORES A LAS EXIGIDAS POR EL DISEÑO ESTRUCTURAL QUE ES DE I 3000 PS</p>
A - 3	0.35 * 0.35	3.95	
A - 4	0.35 * 0.35	3.95	
A - 5	0.35 * 0.35	3.95	
A - 5'	0.35 * 0.35	3.95	
A - 7	0.35 * 0.35	3.95	
A - 10	0.35 * 0.35	3.95	
A - 10'	0.35 * 0.35	3.95	
A - 13	0.35 * 0.35	3.95	
B - 1	0.35 * 0.35	3.95	
B - 3	0.35 * 0.35	3.95	
B - 4	0.35 * 0.35	3.95	
B - 5	0.35 * 0.35	3.95	
B - 5'	0.35 * 0.35	3.95	
B - 7	0.35 * 0.35	3.95	
B - 10	0.35 * 0.35	3.95	
B - 10'	0.35 * 0.35	3.95	
B - 13	0.35 * 0.35	3.95	
C - 1	0.35 * 0.35	3.95	
C - 3	0.35 * 0.35	3.95	
C - 4	0.35 * 0.35	3.95	
C - 5	0.35 * 0.35	3.95	
C - 5'	0.35 * 0.35	3.95	
C - 7	0.35 * 0.35	3.95	
C - 10	0.35 * 0.35	3.95	
C - 10'	0.35 * 0.35	3.95	
C - 13	0.35 * 0.35	3.95	
D - 1	0.35 * 0.35	3.95	
D - 3	0.35 * 0.35	3.95	
D - 4	0.35 * 0.35	3.95	
D - 5	0.35 * 0.35	3.95	
D - 5'	0.35 * 0.35	3.95	
D - 7	0.35 * 0.35	3.95	
D - 10	0.35 * 0.35	3.95	
D - 10'	0.35 * 0.35	3.95	
D - 13	0.35 * 0.35	3.95	
A - 2	0.45 * 0.45	3.85	<p>ESTAS COLUMNAS TIENEN UN ALTURA INFERIOR QUE LAS DEL RESTO DE LA ESTRUCTURA, DEBIDO A QUE SE ANCLAN A ELLAS LOS SOPORTES DE LA ESTRUCTURA METALICA DE LA CUBIERTA, MAS CONOCIDOS COMO MÉNSULAS.</p>
A - 6	0.45 * 0.45	3.85	
A - 8	0.45 * 0.45	3.85	
A - 9	0.45 * 0.45	3.85	
A - 11	0.45 * 0.45	3.85	
A - 12	0.45 * 0.45	3.85	
D - 2	0.45 * 0.45	3.85	
D - 6	0.45 * 0.45	3.85	
D - 8	0.45 * 0.45	3.85	
D - 9	0.45 * 0.45	3.85	
D - 11	0.45 * 0.45	3.85	
D - 12	0.45 * 0.45	3.85	

Anexo R. DETALLE GENERAL VIGA CANAL - TALLERES



**Anexo S. DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO CON ADITIVO PLASTIMENT
TM - 10**

F'c = 280 k/ cm²
F'c = 3000 PSI

Tamaño máximo de agregados = 1 ½”
Relación A/C = 0.55
Cantidad de agua = 165lts
Cantidad de cemento = 300 kg / m³
Volumen de aire atrapado = 15% = 15 lts
Aditivo: Plastiment TM – 10 al 0.4% del peso del cemento

Dosificación de agregados según Weimouth:
Agregado Grueso = 45 %
Agregado Fino = 55 %

$$\text{Vol. Agregados} = 1 - \frac{0.165 \text{ T}}{1 \text{ T/m}^3} - \frac{0.300 \text{ T}}{3.1 \text{ T/m}^3} - \frac{0.0012 \text{ T}}{1.3 \text{ T/m}^3} - 0.015 \text{ m}^3 = \mathbf{0.722 \text{ m}^3}$$

$$3 \quad G. \text{ promedio} = \frac{100}{\sum \frac{i\%}{G_i}} = \frac{100}{\frac{55}{2.42} + \frac{45}{2.59}} = \mathbf{2.49 \text{ T / m}^3 \text{ (gr/cm}^3\text{)}}$$

G_i = densidad o peso específico de cada agregado

$$\text{Peso de Agregados} = 2.49 \text{ T / m}^3 * 0.722\text{m}^3 = 1.798 \text{ T} = \mathbf{1798 \text{ kg}}$$

Peso de agregado fino = 0.55 * 1798 kg = 989 kg
Peso de agregado grueso = 0.45 * 1798 kg = 809 kg

CANTIDADES DE MATERIAL PARA 1 M3 DE CONCRETO

MATERIAL	PESO (KG)	DENSIDAD (KG/LT)	VOL. COMPACTO (LTS)
CEMENTO	300	3.1	97
A.FINO	989	2.42	409
A.GRUESO	809	2.59	312
AGUA	165	1	165
AIRE		10%	15

CANTIDADES DE MATERIAL PARA 1 BULTO DE CEMENTO

MATERIAL	PESO (KG)	DENSIDAD SUELTA (KG/LT)	VOL. SUELTO (LTS)	No. BALDES
CEMENTO	50	1.15	43.5	4.4
A.FINO	164	1.32	124	12
A.GRUESO	135	1.38	98	9
AGUA	28	1	28	3
AIRE		10%	10	

NOTA:

Peso de un balde lleno de arena en estado suelto = 13.509 kg

Peso de un balde lleno de triturado en estado suelto = 15.530