



**DOCUMENTACIÓN DE LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS DE
CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURA DEL EDIFICIO K DE LA UNIVERSIDAD
PONTIFICIA BOLIVARIANA - SECCIONAL BUCARAMANGA**

Autores:

**GERMAN ANDERZON PEÑA HERNANDEZ
DIEGO FERNANDO LOZADA RINCON**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERÍA Y ADMINISTRACIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA**

2012

**DOCUMENTACIÓN DE LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS DE
CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURA DEL EDIFICIO K DE LA UNIVERSIDAD
PONTIFICIA BOLIVARIANA - SECCIONAL BUCARAMANGA**

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Civil

Autores:

GERMAN ANDERZON PEÑA HERNANDEZ

DIEGO FERNANDO LOZADA RINCON

DIRECTOR(A)

Ing. SILVIA JULIANA TIJO LOPEZ

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERÍA Y ADMINISTRACIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA**

2012

NOTA DE ACEPTACIÓN

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Bucaramanga, Marzo de 2012

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de grado a mi Dios por darme salud, esperanza y sabiduría para terminar esta etapa de mi vida tanto personal como profesional. También con amor a mis padres que son mi sombra de apoyo, mi mano derecha, mi aliento para seguir adelante y poder lograr mis metas y lograr alcanzar en mi proyecto de vida. Además a mis hermanos y mis demás familiares que siempre han estado apoyándome incondicionalmente.

Por otra parte la perseverancia, la responsabilidad y honestidad es la forma de lograr una meta más en mi vida, elaborando, trabajando y sustentando este proyecto con el fin de obtener el título de Ingeniero Civil.

Igualmente, mis amigos y compañeros de estudio que hicieron parte del proceso importante de aprendizaje en mi vida. En especial al Arquitecto Residente OTACC David Sierra.

Retribuyo considerablemente a todas las personas que creyeron en mí y que nunca dejaron de creer en mis habilidades y fortalezas. Siempre tuve la oportunidad de contar con ellos en los momentos difíciles.

Dedico a mis profesores de Carrera quienes me han fortalecido a nivel profesional y personal.

GERMAN ANDERZON PEÑA HERNANDEZ

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de grado al todo poderoso Dios, por hacer que dar este paso tan importante en mi vida sea posible, por brindarme salud, fortaleza, la alegría y la oportunidad de compartir con las personas más magnificas que ha puesto en mi camino que son mi Familia, Agradezco a todos aquellos que creyeron en mí porque estuvieron conmigo en todos aquellos momentos de debilidad, de los que aprendí a superar los inconvenientes, pues todas estas experiencias son las que me hacen crecer como persona, también a mis docentes del pregrado por haberme preparado para la vida profesional y personal.

Retribuyo a mis padres y a mis hermanos su constante apoyo y exigencias, ya que ellos son mi motivación y apoyo incondicional, también agradezco su dedicación y ayuda para llevar este proyecto a cabo a David Sierra Arquitecto residente de la obra del edificio K, asimismo a mis amigos y compañeros del pregrado.

DIEGO FERNANDO LOZADA RINCÓN

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos considerablemente a la Universidad Pontificia Bolivariana por ser nuestro instrumento para ser unos grandes profesionales, comprometidos a mejorar cada día en nuestra calidad de vida, en darnos una dirección en donde podemos darnos cuenta de los valores y principios que tenemos.

Agradecemos incondicionalmente a todos los docentes que nos dieron sus enseñanzas de la mejor manera, que nos dieron su apoyo su conocimiento.

También a nuestra directora Silvia Juliana Tijo López que nos dio la oportunidad de trabajar en este proyecto de grado, que nos hace ver la Ingeniería Civil desde otros puntos de vista más práctico, ya que sin ayuda no podríamos lograr este objetivo de proyecto de grado.

Por otra parte agradecemos a los Ingenieros y arquitectos en especial al arquitecto residente David sierra, que fueron de gran colaboraron para el seguimiento de esta obra en construcción, por su paciencia y conocimientos técnicos que compartieron con nosotros.

Definitivamente, a nuestros padres porque siempre estuvieron en el momento en que más los necesitamos por creer en nosotros en nuestras habilidades y desempeños, y lo más importante su sacrificio hacia nosotros.

CONTENIDO

RESUMEN	1
ABSTRACT.....	3
ESTADO DEL ARTE	7
1. OBJETIVOS.....	10
1.1 OBJETIVO GENERAL.....	10
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	10
2. ALCANCE DEL PROYECTO	11
3. DESCRIPCION DEL PROYECTO	12
4. UBICACIÓN DEL PROYECTO.....	13
5. DEFINICIONES.....	14
5.1 ANDAMIOS METALICOS:	14
5.2 GANCHO DE ACERO:	15
5.3 CASETONES DE MADERA Y LONA:.....	16
5.4 CIMIENTOS:	17
5.5 SISTEMA ESTRUCTURAL:	18
5.6 CONCRETO:	20
5.7 GANCHO ASEGURADOR DE FORMALETA:.....	22
5.8 EXCAVACION:	22
5.9 FORMALETA METÁLICA:.....	23
5.10 MALLA ELECTRO SOLDADA:	25
5.11 DISTANCIADORES DE CONCRETO:	26
5.12 PARALES METÁLICOS	27
5.13 TABLONES DE MADERA:.....	28
5.14 VARILLA:	30
5.15 ZAPATAS:.....	32
5.16 TORTA INFERIOR Y SUPERIOR:	34
6. ESTRUCTURA DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO	35

7.	PROCESOS CONSTRUCTIVOS DEL EDIFICIO K DE LA U.P.B –BUCARAMANGA	38
8.	APLICACIÓN PARA LA EXPLICACIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DE CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURA DEL EDIFICIO K DE LA UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA.....	41
8.1	ESTUDIOS DE SUELOS:.....	46
8.2	DESCAPOTE DE LA ANTIGUA CANCHA DE FUTBOL DE LA UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA	47
8.3	CAMPAMENTO	50
8.4	CASINO:	50
8.5	BAÑO PERSONAL:.....	51
8.6	ALMACEN Y ZONA DE DESCARGA DE MATERIAL:	52
8.7	CONTENEDORES ADMINISTRATIVOS:	53
8.8	SEÑALIZACION:.....	54
8.9	CERRAMIENTO	56
8.10	INSTALACIONES PROVISIONALES.....	56
8.11	VIA DE ACCESO A LA CONSTRUCCION DEL EDIFIO “K”	57
8.12	MURO DE CONTECION EN LA VÍA A LA OBRA	60
9.	SOTÁNO.....	63
9.1	EXCAVACIÓN DE LAS ZAPATAS.....	63
9.2	MORTERO DE LIMPIEZA	64
9.3	ARMADO Y VACIADO DE ZAPATAS.....	65
9.4	ARMADO DE LOS PEDESTALES DE LAS ZAPATAS	66
9.5	FUNDICIÓN DE LAS ZAPATAS	67
9.6	ARMADO Y VACIADO DE LAS VIGAS DE AMARRE	69
9.7	ARMADO Y VACIADO DE LAS PANTALLAS.....	75
9.8	VACIADO DE CONCRETO DE LAS PANTALLAS DE 4.000 PSI	77
9.9	ARMADO Y VACIADO DE LAS COLUMNAS DEL SÓTANO.....	79
9.10	PLACA ENTREPISO DEL SÓTANO	83
9.11	DISTRIBUCION DE AREAS DEL SOTANO	90
10.	SEMISÓTANO	91
10.1	COLUMNAS DEL SEMISOTANO	91
10.2	LOSA ALIGERADA DEL SEMISÓTANO	94

10.3	DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS DEL SEMISOTANO	97
11.	PRIMER PISO	99
11.1	COLUMNAS DEL PRIMER PISO	99
11.2	ARMADO DE LA FORMALETA Y VACIADO DE LA COLUMNA.....	100
11.3	ARMADO DE LOSA ENTREPISO PRIMER PISO	101
11.4	VACIADO DE LA PLACA DEL PRIMER PISO.....	103
11.5	LOSA ALIGERADA DEL NIVEL 3 O PRIMER PISO.....	104
11.6	DISTRIBUCION DE AREAS DEL PRIMER PISO	105
12.	SEGUNDO PISO.....	107
12.1	ARMADO DE COLUMNAS Y PLACA ENTREPISO DEL SEGUNDO PISO.....	107
12.2	DISTRIBUCION DE AREAS DEL SEGUNDO PISO	115
13.	TERCER PISO.....	116
13.1	COLUMNAS Y LOSA DEL TERCER PISO.....	116
13.2	PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA LOSA ALIGERADA DEL TERCER PISO.....	119
13.3	DISTRIBUCION DE LAS AREAS DEL TERCER PISO	123
14.	CUARTO PISO	124
14.1	PROCESO CONSTRUCTIVO DE LAS COLUMNAS DEL CUARTO PISO	124
14.2	ARMADO DE LOSA ALIGERADA DEL CUARTO PISO	126
14.3	DISTRIBUCION DE ÁREAS DEL CUARTO PISO	127
15.	QUINTO PISO.....	129
15.1	ARMADO DE LA ESTRUCTURA DE LAS COLUMNAS DEL QUINTO PISO.....	129
15.2	VACIADO DEL CONCRETO DEL QUINTO PISO.....	134
15.3	DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS DEL QUINTO PISO.....	137
16.	ÁREA POR PISO.....	138
17.	FACHADA SUR OCCIDENTAL.....	139
18.	FACHADA NOR OCCIDENTAL.....	139
19.	CONCLUSIONES	140
20.	RECOMENDACIONES.....	141
21.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	143

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Presentación de la Aplicación	41
Ilustración 2. Orden de la Presentación.....	42
Ilustración 3. Menú de la Aplicación.....	42
Ilustración 4. Aplicación	43
Ilustración 5. Menú de la Aplicación.....	44
Ilustración 6. Vista previa Operaciones	44
Ilustración 7. Volver al Menú (en una operación)	45

LISTA DE IMAGENES

Imagen 1. Estimación de la recordación en función de las diferentes actividades propias del aprendizaje.....	9
Imagen 2. Ubicación Edificio K.....	13
Imagen 3. Sección de andamios para el amarre de los estribos.....	14
Imagen 4. Sección de andamios para el armado de la placa aligerada	14
Imagen 5. Sección de andamios.....	15
Imagen 6. Sección de andamios.....	15
Imagen 7. Gancho de acero	16
Imagen 8. Gancho de acero.	16
Imagen 9. Casetones	17
Imagen 10. Casetones puestos.	17
Imagen 11. Cimiento	18
Imagen 12. Pantallas o Muros	19
Imagen 13. Columna	19
Imagen 14. Placa aligerada	20
Imagen 15. Vaciado concreto	21
Imagen 16. Vaciado concreto losa.	21
Imagen 17. Gancho asegurador ubicado	22
Imagen 18. Ganchos aseguradores.....	22
Imagen 19. Excavación a maquina	23
Imagen 20. Excavación a máquina de zapatas.....	23
Imagen 21. Excavación manual de zapata	23
Imagen 22. Excavación manual de muro	23
Imagen 23. Formaleta	24
Imagen 24. Formaleta puesta	24
Imagen 25. Instalación formaleta	24
Imagen 26. Formaleta vigas.	24
Imagen 27. Malla Electrosoldada.....	25

Imagen 28. Malla Electrosoldada en placa	25
Imagen 29. Distanciadores.....	26
Imagen 30. Distanciadores.....	26
Imagen 31. Distanciadores.....	26
Imagen 32. Distanciadores.....	26
Imagen 33. Parales metálicos	27
Imagen 34. Instalación de parales	27
Imagen 35. parales metalicos para sostener la formaleta de las pantallas.....	28
Imagen 36. Parales metálicos para sostener la formaleta de las columnas	28
Imagen 37. Tablones de madera.....	29
Imagen 38. Tablones de madera de 3m	29
Imagen 39. Tablones de madera que se ubican sobre los andamios	30
Imagen 40. Tablones de madera usados para la ubicación de la formaleta	30
Imagen 41. Diámetro de los aceros	31
Imagen 42. Acero Armado	32
Imagen 43. Aceros de viguetas y vigas	32
Imagen 44. Aceros para la placa aligerada	32
Imagen 45. Acero zapatas.	33
Imagen 46. Acero de zapatas	33
Imagen 47. Torta inferior.....	34
Imagen 48. Postura de los casetones una vez se haya colocado la torta inferior	35
Imagen 49. Sección placa aligerada	39
Imagen 50. Estudio de suelos	46
Imagen 51. Toma Muestras	47
Imagen 52. Muestras de suelo.....	47
Imagen 53. Demarcación	48
Imagen 54. Descapote	48
Imagen 55. Excavación.....	48
Imagen 56. Excavación.....	48
Imagen 57. Excavación sótano y semisótano	49
Imagen 58. Área adicional semisótano	50
Imagen 59. Casino.....	51
Imagen 60. Baños Provisionales	51
Imagen 61. Zona de descargue	52
Imagen 62. Almacén	52
Imagen 63. Almacén y campamento.	52
Imagen 64. Contenedor de oficinas	53
Imagen 65. Señalización de almacén	54
Imagen 66. Campamento.....	54
Imagen 67. Cafetería.....	54

Imagen 68. Señalización uso de guantes.	55
Imagen 69. Señalización Salida de emergencia.	55
Imagen 70. Señalización Vía de evacuación.....	55
Imagen 71. Señalización uso de casco.	55
Imagen 72. Cerramiento Occidental de la obra	56
Imagen 73. Cerramiento	56
Imagen 74. Cerramiento para personal no autorizado.....	56
Imagen 75. Cerramiento Entrada personal.....	56
Imagen 76. Instalaciones Eléctricos	57
Imagen 77. Baños provisionales	57
Imagen 78. Instalaciones provisionales	57
Imagen 79. Alumbrado provisional.....	57
Imagen 80. Fabricando filtro.....	58
Imagen 81. Extendida con retrocargador	59
Imagen 82. Piedra extendida	59
Imagen 83. Extendiendo material.....	59
Imagen 84. Base con cemento para mezclar	60
Imagen 85. Vía compactada.....	60
Imagen 86. Perfilación manual	61
Imagen 87. Refuerzo del muro de contención.....	61
Imagen 88. Vaciado de concreto.	62
Imagen 89. Muro de contención.....	62
Imagen 90. Perfilación	63
Imagen 91. Excavación con maquina	63
Imagen 92. Perfilación manual	64
Imagen 93. Mortero de limpieza	64
Imagen 94. Mortero de limpieza de zapata.....	64
Imagen 95. Mortero de limpieza muros	64
Imagen 96. Mortero de limpieza Cimentación	65
Imagen 97. Mortero de limpieza Vigas	65
Imagen 98. Armado del refuerzo	66
Imagen 99. Armado del refuerzo	66
Imagen 100. Armado pedestal.....	67
Imagen 101. Armado pedestal y columna	67
Imagen 102. Asentamiento.....	68
Imagen 103. Vaciado de zapatas	68
Imagen 104. Gancho de acero	70
Imagen 105. Distanciado de concreto	70
Imagen 106. Armado vigas de amarre.....	70
Imagen 107. Armado vigas de amarre	70

Imagen 108. Encofrado vigas de amarre	71
Imagen 109. Encofrado vigas de amarre	71
Imagen 110. Viga terminada.....	71
Imagen 111. Antiadherente.....	71
Imagen 112. Mortero de purga.....	72
Imagen 113. Concreto de la mezcladora a la bomba.....	72
Imagen 114. Bomba de concreto.....	73
Imagen 115. Vaciado en viga de amarre.....	73
Imagen 116. Vibrador eléctrico.	74
Imagen 117. Antisol	74
Imagen 118. Retiro de formaleta.....	75
Imagen 119. Retiro de formaleta.....	75
Imagen 120. Refuerzos verticales de pantallas.....	76
Imagen 121. Estribos de pantallas	76
Imagen 122. Formaleta de pantallas	77
Imagen 123. Encofrado de pantallas	77
Imagen 124. Descargue de concreto a batea	78
Imagen 125. Transporte concreto con carretilla	78
Imagen 126. Vaciado de pantallas o muros	78
Imagen 127. Carga de baldes.....	78
Imagen 128. Retiro de formaleta de pantallas	79
Imagen 129. Retiro de formaleta de pantallas	79
Imagen 130. Armado de las columnas del sótano	80
Imagen 131. Armado de las columnas del sótano	80
Imagen 132. Amarre con alambre No.18.....	80
Imagen 133. Gancho de acero	80
Imagen 134. Formaleta de columnas.....	81
Imagen 135. Gancho de formaleta	81
Imagen 136. Vaciado de columnas	82
Imagen 137. Retiro de formaleta.....	82
Imagen 138. Retiro de formaleta.....	82
Imagen 139. Columnas terminadas	83
Imagen 140. Armado de estructura provisional	84
Imagen 141. Armado de estructura provisional	84
Imagen 142. Armado de estructura provisional	84
Imagen 143. Armado de estructura provisional	84
Imagen 144. Armado refuerzos viga.....	85
Imagen 145. Armado refuerzos losa	85
Imagen 146. Ubicación distanciadores	86
Imagen 147. Sección losa.....	86

Imagen 148. Placa lista para fundirse	87
Imagen 149. Vaciado del concreto de la placa aligerada.....	88
Imagen 150. Nivelación.....	88
Imagen 151. Terminación con Llana de madera	88
Imagen 152. Losa terminada.....	89
Imagen 153. Aplicación de antisol.	89
Imagen 154. Sótano	90
Imagen 155. Sótano	90
Imagen 156. Armado de refuerzo de columnas	91
Imagen 157. Encofrado columnas.....	91
Imagen 158. Vaciado de columnas	92
Imagen 159. Vaciado de columnas	92
Imagen 160. Retiro de formaletas	93
Imagen 161. Columnas terminadas	93
Imagen 162. Excavación a máquina de zapatas.....	93
Imagen 163. Mortero de limpieza excavación.....	93
Imagen 164. Armado refuerzo cimentación	94
Imagen 165. Columnas terminadas	94
Imagen 166. Armado de la estructura provisional	94
Imagen 167. Armado refuerzo	95
Imagen 168. Postura casetones	95
Imagen 169. Vaciado y nivelación de concreto	96
Imagen 170. Vaciado y nivelación de concreto	96
Imagen 171. Bombeo de concreto.....	96
Imagen 172. Antisol	97
Imagen 173. Avance constructivo semisótano	98
Imagen 174. Armado de refuerzo de columnas	99
Imagen 175. Columnas.....	100
Imagen 176. Armado de estructura provisional o formaleta.	101
Imagen 177. Estructura puesta	101
Imagen 178. Aplicando Separol.	102
Imagen 179. Malla electrosoldada.....	102
Imagen 180. Torta inferior.....	102
Imagen 181. Casetones.....	102
Imagen 182. Antisol	103
Imagen 183. Nivelación del concreto	103
Imagen 184. Placa aligerada del nivel 3 ó primer piso	104
Imagen 185. Avance del primer piso	105
Imagen 186. Refuerzo de columnas y vigas.....	107
Imagen 187. Refuerzo losa entrepiso	107

Imagen 188. Encofrado columnas segundo piso.	108
Imagen 189. Vaciado del concreto de columnas	109
Imagen 190. Retiro de formaleta.....	109
Imagen 191. Armado de la placa de entrepiso.	110
Imagen 192. Ubicación de los perfiles	111
Imagen 193. Voladizo apoyado en la estructura de perfiles.	112
Imagen 194. Laboratorio de hidráulica.....	112
Imagen 195. Armado de losa de entrepiso.....	113
Imagen 196. Vigas de amarre y columnas	113
Imagen 197. Torta inferior.....	113
Imagen 198. Postura de casetones.....	113
Imagen 199. Vaciado del concreto de la placa	114
Imagen 200. Avance del segundo piso.....	114
Imagen 201. Refuerzo de las columnas del tercer piso.	116
Imagen 202. Amarre de los estribos	117
Imagen 203. Encofrado de columnas.....	118
Imagen 204. Ubicación de formaleta.....	119
Imagen 205. Retiro de formaleta.....	119
Imagen 206. Armado de la formaleta de placa aligerada	119
Imagen 207. Vigas, viguetas y torta inferior	120
Imagen 208. Ubicación de casetones.....	120
Imagen 209. Vaciado de losa del tercer piso	121
Imagen 210. Vaciado de losa del tercer piso	121
Imagen 211. Nivelación losa	122
Imagen 212. Placa terminada	122
Imagen 213. Avance Tercer piso.....	122
Imagen 214. Armado de refuerzo de columnas	124
Imagen 215. Encofrado de columnas.....	125
Imagen 216. Vaciado y retiro de la formaleta de columnas.....	126
Imagen 217. Ubicación de la formaleta de losa aligerada.....	127
Imagen 218. Avance cuarto piso.....	128
Imagen 219. Refuerzo de columna	129
Imagen 220. Encofrado de columna	130
Imagen 221. Armado de viga	130
Imagen 222. Malla electrosoldada.....	131
Imagen 223. Ubicación de viguetas	131
Imagen 224. Vaciado de la torta inferior.....	132
Imagen 225. Ubicación de casetones	133
Imagen 226. Ubicación de los casetones	133
Imagen 227. Vaciado del concreto.	134

Imagen 228. Vaciado de losa de entrepiso	135
Imagen 229. Nivelación concreto	135
Imagen 230. Aplicando el Antisol	136
Imagen 231. Avance del quinto piso.....	136
Imagen 232. Cubierta del quinto piso.....	137
Imagen 233. Fachada sur occidental "render"	139
Imagen 234. Fachada sur occidental "avance"	139
Imagen 235. Fachada nor occidental "render"	139
Imagen 236. Fachada nor occidental "avance"	139

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: DOCUMENTACIÓN DE LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS DE CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURA DEL EDIFICIO K DE LA UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA - SECCIONAL BUCARAMANGA

AUTORES: GERMAN ANDERZON PEÑA HERNANDEZ
DIEGO FERNANDO LOZADA RINCON

FACULTAD: INGENIERIA CIVIL

DIRECTOR(A): SILVIA JULIANA TIJO LÓPEZ

RESUMEN

Un acercamiento reciente para la enseñanza de procesos constructivos es el uso de información organizada y detallada cronológicamente de acuerdo con la programación de la obra en cuestión; con ayuda de herramientas TIC (tecnología de la información y la comunicación) que facilitan el proceso de visualización y aprendizaje del sistema constructivo de un proyecto; Dichas páginas se elaboran con herramientas fotográficas usadas estratégicamente en una interfaz cómoda y llamativa para el alumno interesado.

El presente proyecto muestra los procesos constructivos de cimentación y estructura del edificio K de la Universidad Pontificia Bolivariana, donde se desarrolló una aplicación por medio de TICs (tecnologías de la información y la comunicación), con el fin de brindar información textual y gráfica acerca de los procesos empleados en la elaboración de estas actividades; en la aplicación la se

da un concepto de las actividades realizadas por medio de fotografías complementadas con descripciones de los procesos.

La aplicación desarrollada cuenta con tres capítulos (preliminares, cimentación y estructura), en los cuales cada uno se deriva en subcapítulos y estos en operaciones, donde se presenta el proceso constructivo de cada actividad.

Por último se realizan conclusiones con base al proyecto y se mencionan recomendaciones y propuestas para que se pueda llevar a cabo con mayor eficiencia en un futuro este tipo de seguimientos.

Palabras Clave: Procesos constructivos, TIC, Cimentación y Estructura.

GENERAL SUMMARY OF WORK OF DEGREE

**TITLE: FOUNDATION CONSTRUCTION PROCESS
DOCUMENTATION AND STRUCTURE OF THE K BUILDING
UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA -
BUCARAMANGA**

**AUTHORS: GERMAN ANDERZON PEÑA HERNANDEZ
DIEGO FERNANDO LOZADA RINCON**

FACULTY: CIVIL ENGINEERING

DIRECTOR: SILVIA JULIANA TIJO LÓPEZ

ABSTRACT

A recent approach to the teaching of construction processes is to use detailed information organized chronologically and according to the scheduling of the work that is being doing, with the help of ICT tools (information technology and communication) that facilitate the visualization process and constructive learning system of a project; These pages are made with photographic tools used strategically in a comfortable and attractive interface for the student.

This project shows the constructive process of building foundations and structure of K building in the Universidad Pontificia Bolivariana, where an application was developed using ICTs (information and communication), to provide textual and graphical information about the processes used in developing these activities on the application provides a definition of the activities complemented by photographs with descriptions of the processes.

The developed application has three chapters (preliminary, foundation and structure), in which each is derived in subchapters and these operations, which shows the construction process of each activity.

Finally conclusions are made based on the project and lists recommendations and proposals that can be carried out more efficiently in the future this type of monitoring.

Keywords: Construction processes, ICT, Foundation and Structure.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tuvo como objetivo documentar el proceso constructivo del edificio K de la Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga haciendo uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TICs). Este nace a raíz de la necesidad de generar material didáctico para la enseñanza de procesos constructivos a los estudiantes.

El proyecto objeto de estudio surge en pro del crecimiento y la expansión de las diferentes Facultades la universidad. Comprende 12.700 m² construidos distribuidos en 7 pisos para las Facultades de Ingenierías: Civil, Industrial, Electrónica, Mecánica, Ambiental y la facultad de Comunicación Social de la Decanatura de ciencias Sociales. Estos espacios en su mayoría son laboratorios especializados en cada uno de sus disciplinas.

El edificio K contará con aulas de clase y aulas de cómputo. Por ser un edificio especial se manejó un refuerzo considerable, luces importantes de 13 m, y un tipo de construcción tradicional, con placa aligerada en dos sentidos, columnas y pantallas de concreto; se manejaron entrepisos de 3,4m libres.

El nuevo edificio cumple con la NSR 2010, lo cual afectó la cuantía del acero y las dimensiones de los diferentes elementos estructurales.

Por otra parte, el edificio presentó modificaciones: desde el piso tres se reducen las columnas de 1,2 x 0,5m a 1 x 0, 4m, esto también pasó en las pantallas e incluso algunas desaparecieron, se reforzó la cubierta y esta quedó como una cubierta habitable y con base a lo anterior se dejó con el mismo refuerzo de las anteriores placas. Por lo tanto, del primer piso al piso tres su diseño arquitectónico es igual y los pisos 4 y 5 cambian al descolgar unas vigas para el estudio de televisión de la faculta de comunicación social.

El presente proyecto se llevó a cabo haciendo un seguimiento del sistema constructivo de las actividades relacionadas con Cimentación y Estructura del edificio K; para lo cual se realizó una revisión bibliográfica de la documentación de procesos constructivos existentes y constantes visitas de obra para la captura de material gráfico por medio de fotografías e información técnica con entrevistas a los ingenieros encargados de la obra; luego se ejecutó una organización y análisis de la información recopilada con base a la estructura de actividades del proyecto.

Finalmente, se elaboró la herramienta para la explicación de los procesos constructivos en un material de fácil acceso y aplicación, para las personas interesadas en adquirir información del modelo constructivo del edificio K, puedan interactuar y avanzar a su propio ritmo a través de esta.

ESTADO DEL ARTE

Los sistemas constructivos son un ámbito poco incursionado en el aspecto educativo a nivel mundial, ya que se encuentran escasas herramientas para la enseñanza de la construcción en obra.

Un acercamiento reciente para la enseñanza de procesos constructivos es el uso de páginas web organizadas y detalladas cronológicamente de acuerdo con la programación de la obra en cuestión; con ayuda de herramientas TIC (tecnología de la información y la comunicación) que facilitan el proceso de visualización y aprendizaje del sistema constructivo de un proyecto; Dichas páginas se elaboran con herramientas fotográficas usadas estratégicamente en una interfaz cómoda y llamativa para el alumno interesado.

A nivel nacional existe la experiencia de una página web desarrollada por la Facultad de Arquitectura de la Universidad de los Andes, la cual es una herramienta de gran utilidad para la captura y conservación del patrimonio que representa los saberes y las técnicas de la construcción del edificio Mario Laserna (Universidad de Los Andes). Sin embargo, este seguimiento del proceso constructivo está enfocado arquitectónicamente, lo que desprecia muchos factores de ingeniería necesarios para llevarlo a cabo.¹

La Universidad Nacional de Manizales presenta información de sistemas constructivos en su revista institucional, donde representan el “Sistema Constructivo Benuma Para la producción del Hábitat Social’ en la cual explica el proceso constructivo de viviendas en forma muy general, sin profundizar en cada

¹ Universidad de Los andes. (s.f.). Procesos constructivos. Edificio Mario Laserna [En línea]. Recuperado el 10 de Octubre de 2011, Disponible en:<<http://construccion.arquitectura.uniandes.edu.co/>>

paso que se ejecuta para la obtención de una actividad, limitando solo a mencionar los componentes que contiene cada casa, por lo tanto no es significativo para el estudiante interesado; más sin embargo, el trabajo realizado por ellos es de gran importancia ya que exalta las técnicas de construcción como un camino de progreso para mejorar la calidad de vida de la mano con una gestión apropiada, basada en las necesidades específicas de la población que la recibe y enfocada al desarrollo integral en sectores de bajos recursos, favoreciendo la generación de empleo en aquellos lugares más afectados por la crisis; todo esto es de gran ayuda para el desarrollo integral del estudiante en busca de un mundo más humano y equitativo. Esta técnica constructiva también está siendo usada en otros países como Argentina.²

A nivel internacional, en la Universidad Nacional de Ingeniería de Perú realizó un seguimiento al sistema constructivo CS, donde se explica el proceso constructivo de manera superficial, pasando por alto muchos detalles tenidos en cuenta para conseguir el resultado deseado, además el diseño y orden de este documento no es el ideal, pensando en el enfoque educativo.³

Según Ricardo Chrobak en “The Globalization and the Engineering Teaching for the XXI Century”. El esquema de documentar de forma interactiva y gráfica los procesos de una obra se soportan en su postulado, además plantea que la memoria al simular una experiencia real se logra más del 90% de la recordación. Es la inspiración inicial y el punto de partida para el desarrollo de este trabajo.⁴

² Ferrero, A., & Pipa, D. Sistema constructivo "Benuma" para la producción del hábitat social: Hábitat y tecnología [En línea]. *Revista de Arquitectura el cable*, 54-59. (2006). Disponible en: <<http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/elcable/article/view/1249>>

³ Zavala, C., & Valdivia, G. H. Guía para la construcción del sistema constructivo CS. [En línea] (2002). Lima: s.n. Disponible en: <http://www.ipred-iisee.org/database/guidelines%20earthquake/No.2_CartillaCS.pdf>

⁴ Chrobak, R. The Globalization and the Engineering Teaching for the XXI century [En línea]. *Primer congreso Argentino de Enseñanza en la Ingeniería*. (1996). Recuperado el 10 de octubre de 2011, Disponible en: <<http://scienti.colciencias.gov.co:8084/publindex/docs/articulos/0123-2126/1/6.pdf>>

Imagen 1. Estimación de la recordación en función de las diferentes actividades propias del aprendizaje⁵



Fuente: Chrobak, R.

En esta Figura se representa como es el proceso de recordación que los estudiantes realizan y se aprecia que el mayor aprendizaje se logra en la práctica. Lo que se quiere con este proyecto es desarrollar un material que integre un aprendizaje más completo teniendo un material de enseñanza práctico y fácil de entender.

La Imagen 1 muestra que la práctica es la mayor parte del aprendizaje con un 90% y la teoría con un 10%. En la Universidad, los estudiantes pasan la mayor parte en los estudios teóricos, por eso se quiere enfocar en los procesos más prácticos para que los porcentajes no sean muy variables y sean más equitativos.

⁵ Ibid., p.6

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL.

Documentar los procesos constructivos de cimentación y estructura del edificio K, de la Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga. Con el uso de Información Gráfica, Tecnologías de la Información y la Comunicación –TICs.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Realizar un seguimiento a los procesos constructivos del proyecto, haciendo un registro fotográfico a cada actividad relacionada con la cimentación y estructura del edificio K de la Universidad Pontificia Bolivariana-Seccional Bucaramanga.
- Describir a nivel de detalle cada proceso constructivo de las actividades realizadas y cotejarlas con las especificaciones existentes en la bibliografía.
- Compilar los procesos ejecutados en el proyecto en un esquema basado en TICs con información textual y gráfica de forma que sea útil para el aprendizaje de procesos constructivos.

2. ALCANCE DEL PROYECTO

En el momento de ejecutar una actividad en campo es preciso tener un conocimiento teórico-práctico el cual es el balance justo para realizar las actividades requeridas en el alcance de un objetivo en la obra; ya que a nivel nacional es muy difícil que los estudiantes realicen visitas técnicas, por requisitos de seguridad industrial, este balance se ve desequilibrado lo cual afecta el aprendizaje práctico con respecto al proceso constructivo de una obra.

Por esta razón, se llevará a cabo un programa y un proyecto de aprendizaje más fácil y didáctico para tener más conocimiento ingenieril. La ejecución de este proyecto se enfocará en hacer un seguimiento profundo al nuevo edificio K de la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga en las etapas de cimentación y estructura, se hará un registro de cada actividad y de cómo es el proceso constructivo de éste, los responsables de realizar las actividades, los materiales, las herramientas, y el personal que influye para el desempeño de este proceso.

La obra del edificio K se inició el 28 de febrero del 2011 y su entrega es el 8 de mayo de 2012 el seguimiento será realizado desde que se inició la obra hasta una fecha límite de diciembre de 2011.

¿Para qué sirve saber todos los procesos constructivos de una obra? Y ¿Qué tan importante es para el desarrollo de las obras? Respondiendo la primera pregunta, es importante porque tiende a tener una visión más clara de lo que en realidad se está desarrollando en la obra, ya sea la cimentación, estructura, mampostería, acabados, etc. En las universidades por las pocas visitas técnicas hay un poco de contacto con los procesos constructivos en campo, lo que se quiere elaborar es una versión más técnica y sofisticada para tener una visión más clara de lo que en realidad es la ingeniería civil en la parte de construcción.

Respondiendo a la segunda pregunta, en las obras un ingeniero recién graduado que no tenga un conocimiento claro de los procesos constructivos se encuentra con mayores dificultades para realizar su trabajo y para aplicar el conocimiento teórico adquirido en su pregrado. Por eso, es de gran importancia tener un mayor conocimiento aunque no se garantice que se disminuyan los inconvenientes en el desarrollo de las obras.

3. DESCRIPCION DEL PROYECTO

El proyecto del edificio K comprende 12.700 m² construidos distribuidos en 7 pisos para las Facultades de Ingenierías: Civil, Industrial, Electrónica, Mecánica, Ambiental y la facultad de Comunicación Social de la Decanatura de Ciencias Sociales, estos espacios en su mayoría son laboratorios especializados en cada uno de sus disciplinas y contará con aulas de clase y aulas de computo. En el edificio K, dado por ser un edificio especial, se manejó un refuerzo considerable, luces de 13 m, con tipo de construcción tradicional, con placa aligerada en dos sentidos, columnas, vigas y pantallas, con entrepisos de 3,4m libres.

4. UBICACIÓN DEL PROYECTO

El edificio K está ubicado en el kilómetro 7 vía Piedecuesta – Bucaramanga de la Universidad Pontificia Bolivariana - Seccional Bucaramanga, cota más alta de la U.P.B, antigua cancha de futbol; como se observa en la imagen 2.

Imagen 2. Ubicación Edificio K



Fuente: Google Earth

5. DEFINICIONES

5.1 ANDAMIOS METALICOS:

Los andamios metálicos son muy útiles para realizar trabajos de alturas considerables. Son utilizados para la postura de refuerzo de acero y formaletas de columnas, vigas y placas, estas herramientas vienen por secciones que pueden alcanzar una altura de máximo 15m; como se observa en las imágenes 3 a 6.

Imagen 3. Sección de andamios para el amarre de los estribos



Fuente: Propia

Imagen 4. Sección de andamios para el armado de la placa aligerada



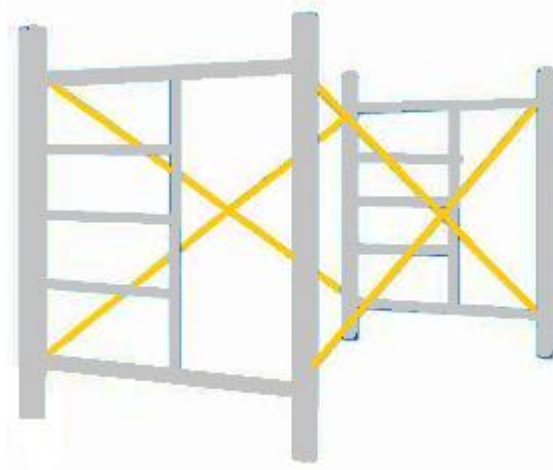
Fuente: Propia

Imagen 5. Sección de andamios.



Fuente: Propia

Imagen 6. Sección de andamios



Fuente: Propia

5.2 GANCHO DE ACERO:

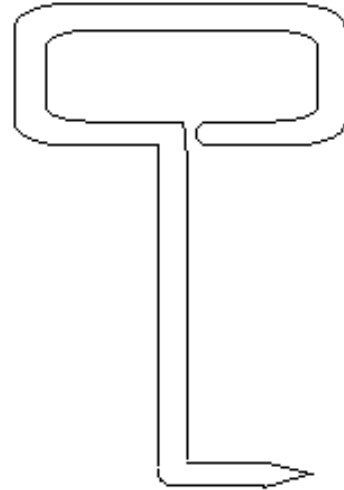
Es una de las herramientas más utilizadas en el ámbito de la construcción, empleada para amarrar los refuerzos de acero en zapatas, columnas, vigas y pantallas. Esta herramienta está hecha de una sección de varilla de 3/8", que en una de las puntas tiene un dobléz de 3 a 4 cm con punta, y en el otro extremo una manecilla de 30cm, como se observa en las imágenes 7 y 8.

Imagen 7. Gancho de acero



Fuente: Propia

Imagen 8. Gancho de acero.



Fuente: Propia

5.3 CASETONES DE MADERA Y LONA:

El casetón en lona es elaborado con marcos de madera, son utilizados para sistemas constructivos de placas aligeradas de concreto, este tipo de sistemas de construcción son preferibles por la distribución de las fuerzas, la reducción de costos y de material también porque la utilización conserva un sentido ecológico en sus construcciones⁶.

En las imágenes 9 y 10 se puede observar como los casetones son instalados entre las viguetas y sobre la torta inferior.

⁶ ARME, IDEAS EN GUADUA. Soacha, Cundinamarca [En línea]. Disponible en: <http://www.armeideasenguadua.com/caseton_sintetico.php 23/agosto/2011>

Imagen 9. Casetones



Fuente: Propia

Imagen 10. Casetones puestos.



Fuente: Propia

5.4 CIMENTOS:

Son el grupo de elementos estructurales cuyo objetivo es transferir las cargas de la edificación al suelo correctamente distribuidas, de tal manera que no superen su presión admisible.

En la imagen 11 se observa el vaciado del concreto de un cimiento.

Imagen 11. Cimiento



Fuente: Propia

5.5 SISTEMA ESTRUCTURAL:

El sistema estructural tradicional, conformado por zapatas, columnas, pantallas y placas de entrepiso aligeradas, está sujeto a las normas del reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10.

En las imágenes 12,13 y 14 se observa los elementos que conforman el sistema estructural tradicional.

Imagen 12. Pantallas o Muros



Fuente: Propia

Imagen 13. Columna



Fuente: Propia

Imagen 14. Placa aligerada



Fuente: Propia

5.6 CONCRETO:

El concreto es una mezcla de construcción bastante resistente, que se trabaja en su forma fluida, por lo que puede adoptar casi cualquier forma. Esta mezcla está constituida, básicamente de agua, cemento, triturado y arena, a los que posteriormente, casi siempre, se les agrega un quinto ingrediente denominado aditivo para mejorar sus características.

El concreto tiene una muy buena relación con el acero de refuerzo porque son elementales para cualquier estructura. Como se ve en las imágenes 15 y 16, se aprecia el vaciado del concreto en una placa aligerada.

Imagen 15. Vaciado concreto ⁷



Fuente: A.V ingeniería

Imagen 16. Vaciado concreto losa.



Fuente: Propia

⁷ A.V Ingeniería. “Aditivos para concreto”. Islas margarita, Venezuela [En línea]. Disponible en: <http://www.google.com.co/imgres?q=vaciado+de+concreto&start=136&num=10&um=1&hl=es&saf e=active&biw=1280&bih=699&tbm=isch&tbnid= _fuuE95WlABZM:&imgrefurl=http://www.avingenieria.com/ae/aditivos.htm&docid=qCcZgEpeiN1yJM&imgurl=http://www.avingenieria.com/jpg/vaciado1.jpg&w=256&h=192&ei=TrJfT4OQLcOYgwf10syaCA&zoom=1&iact=hc&vpx=841&vpy=165&dur=317&hovh=152&hovw=194&tx=78&ty=87&sig=104352059022423938101&sqi=2&page=8&tbnh=152&tbnw=194&ndsp=20&ved=1t:429,r:3,s:136> (24/agosto/2011)

5.7 GANCHO ASEGURADOR DE FORMALETA:

Estos elementos metálicos son útiles para asegurar o amarrar las formaletas metálicas, con el fin de evitar que se suelten durante el vaciado del concreto, debido a la gran carga ejercida por el mismo. Como se ve en las imágenes 17 y 18 los ganchos aseguradores.

Imagen 17. Gancho asegurador ubicado



Fuente: Propia

Imagen 18. Ganchos aseguradores



Fuente: Propia

5.8 EXCAVACION:

Es el movimiento de tierra hecho manualmente o con maquinaria pesada, es el primer paso donde se prepara el terreno para la futura construcción del sistema de cimentación propuesto, al terminar la excavación general se hace el perfilado de los taludes, el cual se lleva a cabo manualmente, adicionalmente en algunos casos se realiza la aplicación de mortero de limpieza para evitar el derrumbe de los taludes por humedad. Se observa en las imágenes 19 a 22, la excavación manual y mecánica.

Imagen 19. Excavación a maquina



Fuente: Propia

Imagen 20. Excavación a máquina de zapatas



Fuente: Propia

Imagen 21. Excavación manual de zapata



Fuente: Propia

Imagen 22. Excavación manual de muro



Fuente: Propia

5.9 FORMALETA METÁLICA:

Es un sistema temporal que comprende varios elementos y accesorios, los cuales unidos logran un encofrado para elementos de concreto como columnas, vigas, muros y otros. Por otra parte el sistema permite ser usado en diferentes tipos de estructura con sólo variar sus accesorios y distribución de los elementos.

Además permite el encofrado de muros rectos, curvos y con giros de 90 grados.⁸ Las imágenes 25 a 28, muestran las formaletas y sus usos.

⁸ RENTECON. "Sistema de formaleta metálica modular" [En línea]. Disponible en: <http://www.renteco.com/archivos/alquileres_archivos/2129_formaleta.pdf>

Imagen 23. Formaleta⁹



Fuente: Grisco

Imagen 24. Formaleta puesta



Fuente: Propia

Imagen 25. Instalación formaleta



Fuente: Propia

Imagen 26. Formaleta vigas.



Fuente: Propia

⁹ GRISCO. "Formaleta manoportables metálicas de tablero plano" [En línea]. Envigado, Colombia. Disponible en:
<http://www.google.com.co/imgres?q=formaleta+metalica&um=1&hl=es&safe=active&sa=N&biw=1280&bih=656&tbnid=w_j1qR2aP2kVoM:&imgrefurl=http://www.grisco.net/formaletas.php&docid=U5vzMv5vggzdyM&imgurl=http://www.grisco.net/cms-assets/images/Formaletas/647444.formaletas2.jpg&w=720&h=540&ei=_7NfT_mIM8f8ggepvbmmCA&zoom=1&iact=rc&dur=208&sig=104352059022423938101&page=2&tbnh=144&tbnw=163&start=18&ndsp=24&ved=1t:429,r:4,s:18&tx=73&ty=91> (1/sep/2011)

5.10 MALLA ELECTRO SOLDADA:

Es un producto prefabricado con acero trefilados corrugados de alta resistencia, asegurados longitudinal y transversalmente mediante un proceso de electrosoldadura.

La malla electrosoldada presenta grandes ventajas como son, disminuir la cantidad de acero requerida, aumentar la velocidad en la obra por la sencilla y rápida colocación, ya que evita la necesidad de cortar y amarrar el refuerzo, así mismo tiene sus ventajas económicas.

También se utiliza principalmente en el medio de la construcción, como el acero de refuerzo en losas, pavimentos, muros de contención y muros portantes, en estructuras hidráulicas como canales, vertederos, piscinas, etc.

Como se ve en las imágenes 27 y 28, se presenta la malla electrosoldada y su ubicación.

Imagen 27. Malla Electrosoldada



Fuente: Propia

Imagen 28. Malla Electrosoldada en placa



Fuente: Propia

5.11 DISTANCIADORES DE CONCRETO:

Estas panelas de concreto son de vital importancia porque separan el acero con el suelo para evitar que se contaminen y se oxiden, y para que el acero quede totalmente embebido en el concreto. Estas panelas de concreto son ubicadas en la parte inferior de zapatas, vigas, o malla electro soldada.

En las imágenes 29 a 32 se puede observar los distanciadores que separan el refuerzo de la formaleta o del suelo.

Imagen 29. Distanciadores



Fuente: Propia

Imagen 30. Distanciadores



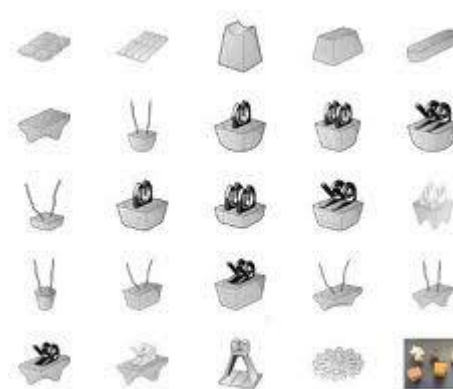
Fuente: Propia

Imagen 31. Distanciadores



Fuente: Propia

Imagen 32. Distanciadores¹⁰



Fuente: Forjados construcción

¹⁰ FORJADOS, CONSTRUCCION. "Empresas" [En línea]. Disponible en: <http://webs.demasiado.com/forjados/constru/separadores/index.ht>

5.12 PARALES METÁLICOS

Los parales metálicos son tubos que se pueden acomodar a una medida específica para poder ejercer el trabajo, estos son importantes para sostener pesos considerables como la formaleta, concretos, cerchas, etc. Se ve en las imágenes 33 a 36 los parales y su uso.

Imagen 33. Parales metálicos¹¹



Fuente: Propia

Imagen 34. Instalación de parales



Fuente: Propia

¹¹ CONSTRUCTORA C&V. "Paral metálico" [En línea]. Santamarta, Colombia. Disponible en: <http://www.actiweb.es/constructoracv/parales_de_acero.html>

Imagen 35. parales metalicos para sostener la formaleta de las pantallas



Fuente: Propia

Imagen 36. Parales metálicos para sostener la formaleta de las columnas



Fuente: Propia

5.13 TABLONES DE MADERA:

Los tablones de madera son retazos rectangulares que son ubicado en las partes superiores de los andamios para realizar la actividad propuesta, en este los tablones de madera tienen una dimensión aproximada de 0.4m x 3m, estas

herramientas son de vital importancia como los andamios o las formales porque son de una gran ayuda para sostenerse o pararse en las alturas.

En las imágenes 37 a 40, se observa la ubicación de los tablones en los andamios.

Imagen 37. Tablones de madera



Fuente: Propia

Imagen 38. Tablones de madera de 3m¹²



Fuente: Maderera Carol Ltda.

¹² MADERERA CAROL LTDA. "La empresa y sus funciones" [En línea]. Disponible en: <<http://madereracarolltda.blogspot.com/>>(5/sep/2011)

Imagen 39. Tablones de madera que se ubican sobre los andamios



Fuente: Propia

Imagen 40. Tablones de madera usados para la ubicación de la formaleta



Fuente: Propia

5.14 VARILLA:

La varilla se utiliza como refuerzo del concreto; son barras de acero generalmente circulares y corrugadas con un diámetro superior a los 5 milímetros, aunque comúnmente el diámetro de la varilla se especifica en pulgadas. La superficie de la varilla está provista de rebordes (corrugaciones) que mejoran la adherencia a los

materiales aglomerantes e inhiben el movimiento relativo longitudinal entre la varilla y el concreto que la rodea, y de hecho el papel de la varilla corrugada no es sólo reforzar la estructura del concreto armado, sino absorber los esfuerzos de tracción y torsión.¹³

En la siguiente imagen se muestra los diámetros en pulgadas y milímetros de las varillas y en las imágenes 42, 43 y 44 se observa los aceros de refuerzo en obra.

Imagen 41. Diámetro de los aceros

Diámetro		
Núm. de Varilla	Pulg.	mm.
3	3/8	9.5
4	1/2	12.7
5	5/8	15.9
6	3/4	19
8	1	25.4
10	1 1/4	31.8
12	1 1/2	38.1

¹³ FERREX. “Varilla corrugada 4200” [En línea]. Disponible en:
<<http://www.materialesdeconstruccion.com.mx/materiales-varilla-4200.php>>

Imagen 42. Acero Armado



Fuente: Propia

Imagen 43. Aceros de viguetas y vigas



Fuente: Propia

Imagen 44. Aceros para la placa aligerada



Fuente: Propia

5.15 ZAPATAS:

Las zapatas o a veces llamada apoyos es un tipo de cimentación superficial, normalmente aislada, que puede ser empleada en terrenos razonablemente homogéneos y de resistencias a compresiones medias o altas. Que consisten en un ancho prisma de concreto situado bajo las columnas de la estructura. Su

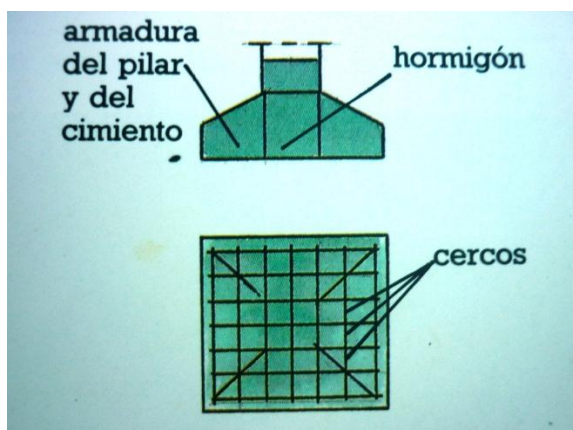
función es transmitir al terreno las tensiones a que está sometida el resto de la estructura y anclarla.

Cuando no es posible emplear zapatas debe recurrirse a cimentación por pilotaje o losa de cimentación.

El método de esta construcción es haciendo una parrilla de acero, cruzándolas y amarrándolas con alambre N. 18 con una herramienta llamada gancho de acero.

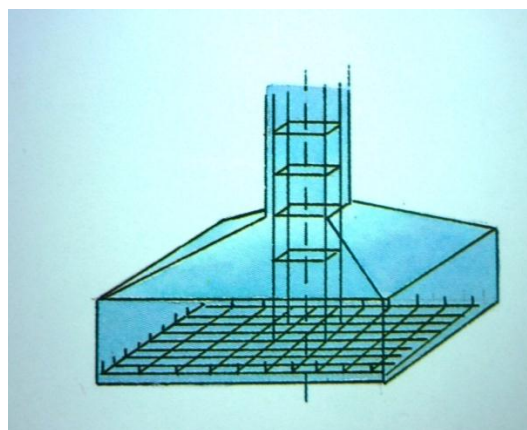
Como se ve en las imágenes 45 y 46, el refuerzo armado de zapatas.

Imagen 45. Acero zapatas.¹⁴



Fuente: Biblioteca Atrium de la Construcción

Imagen 46. Acero de zapatas¹⁵



Fuente: Biblioteca Atrium de la Construcción

¹⁴ BIBLIOTECA ATRIUM DE LA CONSTRUCCION. Volumen 5, Elementos constructivos. "Infraestructura: cimentaciones y muros", páginas 11 y 17. Editorial Océano/Centrum. Barcelona, España.

¹⁵ Ibíd., p.18

5.16 TORTA INFERIOR Y SUPERIOR:

La torta inferior y superior es un concreto que se agrega al principio y final de la fundida, apenas estén ubicadas las formaletas, vigas, columnas y malla electro soldada se procede a echar un concreto con las especificaciones correspondientes al diseño, una vez se haya puesto el concreto de la torta inferior se ubican los casetones dependiendo de sus dimensiones; posteriormente de puestos los casetones se instala la malla electrosoldada superior y se lleva a cabo el vaciado del concreto a viguetas y torta superior.

Como se ve en las imágenes 47 y 48, se aprecian la torta inferior de la placa aligerada y la ubicación de los casetones.

Imagen 47. Torta inferior



Fuente: Propia

Imagen 48. Postura de los casetones una vez se haya colocado la torta inferior



Fuente: Propia

6. ESTRUCTURA DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO

La estructura de división del trabajo, empleada para el desarrollo de las actividades de programación, estimación de costos, ejecución y control sirvió de parámetro para agrupar las operaciones en capítulos, subcapítulos y operaciones. A continuación se presenta dicha estructura para los capítulos de cimentación y estructura.

EDIFICIO K

INICIO

CIMENTACION

EXCAVACION Y RETIRO

CONCRETO POBRE DE LIMPIEZA

CONCRETO DE CIMENTACION

MUROS DE CONTENCIÓN CONCRETO.

SOTANO

ESTRUCTURA

COLUMNAS CONC. 4000 PSI -

MUROS EN CONCRETO ESTRUCTURALES

SEMISOTANO

ESTRUCTURA

COLUMNAS CONC. 4000 PSI -

MUROS EN CONCRETO ESTRUCTURALES

LOSA ALIGERADA CASETON

PRIMER PISO

ESTRUCTURA 1

COLUMNAS CONC. 4000 PSI -

MUROS EN CONCRETO ESTRUCTURALES

LOSA ALIGERADA CASETON

SEGUNDO PISO

ESTRUCTURA

COLUMNAS CONC. 4000 PSI -

MUROS EN CONCRETO ESTRUCTURALES

LOSA ALIGERADA CASETON

TERCER PISO

ESTRUCTURA

COLUMNAS CONC. 4000 PSI -

MUROS EN CONCRETO ESTRUCTURALES

LOSA ALIGERADA CASETON

CUARTO PISO

ESTRUCTURA

COLUMNAS CONC. 4000 PSI -

MUROS EN CONCRETO ESTRUCTURALES

LOSA ALIGERADA CASETON

QUINTO PISO

ESTRUCTURA

COLUMNAS CONC. 4000 PSI -

MUROS EN CONCRETO ESTRUCTURALES

CUBIERTA

ESTRUCTURA

LOSA ALIGERADA CASETON



7. PROCESOS CONSTRUCTIVOS DEL EDIFICIO K DE LA U.P.B – BUCARAMANGA

Los procesos constructivos ejecutados en la construcción del edificio K permitieron evidenciar las actividades más significativas del proyecto, los cuales fueron la base para el desarrollo de la edificación.

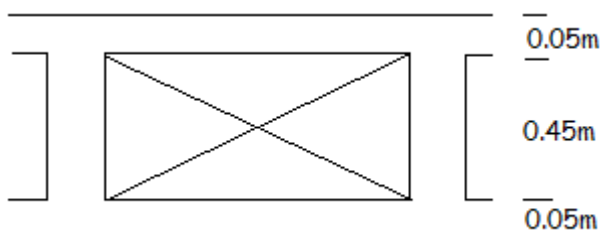
A continuación se presentan datos más relevantes de la obra.

PUNTOS IMPORTANTES DE LA OBRA:

1. En el inicio de la obra se excavaron Alrededor de 15.000 m³ de tierra con una retroexcavadora 320, 20 volquetas por día, aproximadamente 800 m³ de movimiento de tierra por día.
2. Para la excavación de zapatas y vigas de amarre se excavaron 20 zapatas de diferentes dimensiones por la distribución del edificio, los metros cúbicos de excavación para zapatas y vigas de amarre son de alrededor de 1.085 m³ de sótano, el semisótano unos 300 m³ y el primer piso de 200 m³ aproximadamente.
3. En la Cimentación se utilizaron 929 m³ con un concreto de 3.500 psi, para las columnas, pantallas y placas se empleó un concreto de 4.000 psi y para tanques concreto impermeabilizado de 3.500 psi.
4. Para la placa aligerada se emplearon 3.600 m³ de concreto, ya que se vaciaron alrededor de 600 m³ de concreto por placa y fueron 7 pisos incluyendo la cubierta.

5. La descripción de la placa es de 55cm de altura, la torta inferior y superior de 5cm de espesor y 45 cm de altura de casetón, con malla electrosoldada de 8mm. Se observa la sección transversal de la placa aligerada en la imagen 49.

Imagen 49. Sección placa aligerada



Fuente: Propia

6. Para el vaciado del concreto se utilizó una bomba hasta el tercer piso porque es más rápida y más eficiente, la bomba estacionaria hasta la cubierta pero requería fuerza manual, armar con anticipación la tubería.
7. Se necesitaron 4 personas para fundir las zapatas, 1 oficial y 3 ayudantes, excavación mecánica y manual, mortero de limpieza, armado de acero y el vaciado del concreto.
8. Se requirieron 4 personas para la fundida de las vigas de amarre 1 oficial y 3 ayudantes, excavación mecánica excavación manual, mortero de limpieza, armado de acero y el vaciado del concreto.
9. Se emplearon 4 personas para la fundida de las columnas 1 oficial y 3 ayudantes, excavación mecánica y manual, mortero de limpieza, armado de acero y el vaciado del concreto.
10. Para llevar a cabo el armado de formaleta para placa de entrepiso se requirieron 80 personas, donde se realizó el armado de parales, parales de madera, asegurar con riostras y cerchas, lubricación de formaleta con Separol de Sika, armado de vigas principales.
11. Para las vigas se ejecutó con un oficial y tres ayudantes, refuerzo de malla inferior electrosoldada, luego la postura de los distanciadores o panelas de

concreto para la malla electrosoldada, luego el armado del acero de viguetas longitudinales y transversales para posteriormente proceder al vaciado del concreto de la torta inferior y la ubicación de los casetones, colocación de la malla electrosoldada superior y al día siguiente se fundieron monolíticamente las vigas principales, viguetas, y torta superior; se niveló y se aplicó el Antisol de Sika para mantener la placa húmeda y a los 14 días se retiró la formaleta; cuando llegaba la mezcladora se le hacía la prueba de asentamiento y la toma de muestras de cilindros de compresión, se sacó una prueba cada 80 m³ por seguridad y como muestras representativas, el vaciado de las placas se realizó por tres etapas, dado por el volumen de placa.

12. El inicio del proceso constructivo de la estructura se realizó en la Primera semana de marzo con el muro de contención de la vía y al mismo tiempo la excavación de tierra; la terminación de la estructura del edificio en la fecha 15 de noviembre de 2011, adelantado 2 meses según la programación.
13. La obra inició con un personal de 60 personas de planta en cimentación mensualmente subía de a 10 personas, hasta llegar a un personal de 120; se estabilizó 2 meses y bajo el personal.

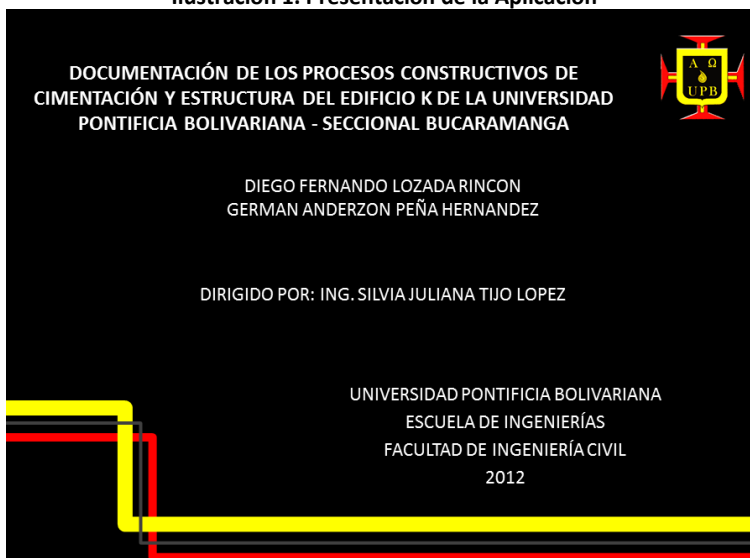
8. APLICACIÓN PARA LA EXPLICACIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DE CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURA DEL EDIFICIO K DE LA UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

La aplicación se desarrolló con el fin de brindar un acercamiento detallado de los procesos constructivos usados en el edificio K, en una interfaz cómoda y de fácil acceso para la explicación de las actividades ejecutadas en campo.

A continuación se muestra el modelo constructivo de las operaciones relacionadas con cimentación y estructura del edificio K, mediante una presentación estructurada en Microsoft Power Point.

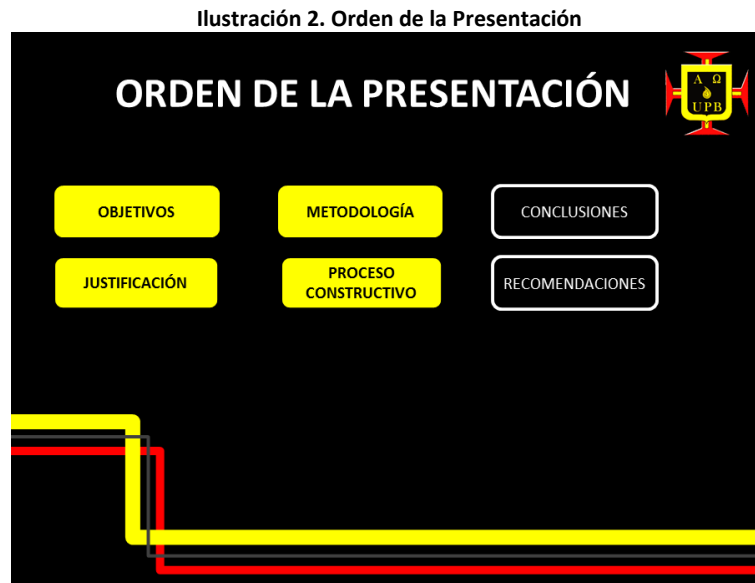
En la imagen siguiente se observa la presentación de la Aplicación.

Ilustración 1. Presentación de la Aplicación



Fuente: Propia

En la siguiente imagen se aprecia el Orden de la Presentación.



En la siguiente imagen se observa el Menú de la Aplicación de la documentación del proceso constructivo de las actividades relacionadas con cimentación y estructura, el cual contiene tres columnas, donde se encuentra los Capítulos (primera columna), de Preliminares, Cimentación y Estructura.



Como se aprecia en la siguiente imagen, cada Capítulo se deriva en Subcapítulos (segunda columna).

Ilustración 4. Aplicación



Fuente: Propia

En la imagen se muestra la secuencia que tiene esta aplicación para exponer los procesos constructivos, también se observa que cada Subcapítulo se divide en Operaciones (tercera columna) explicando por separado lo que se realizó en cada una de las actividades ejecutadas en la obra.

Además la aplicación cuenta con un hipervínculo en la parte inferior derecha llamado "Volver a Orden de la Presentación" el cual tiene como función devolver al usuario al comienzo de la presentación, sacándolo de la aplicación.

Ilustración 5. Menú de la Aplicación



Fuente: Propia

A continuación, en la imagen se puede observar que al picar en una Operación, se muestra una previa presentación de la misma, dando la oportunidad de elegir al usuario, “Entrar” para conocer más información acerca de la actividad, o “Volver al menú” para elegir otra actividad a conocer, dependiendo de su interés.

Ilustración 6. Vista previa Operaciones



Fuente: Propia

En la siguiente imagen se observa que al final de cada proceso constructivo de una Operación, existe un hipervínculo (con forma de casa) para regresar al menú de la aplicación.

Ilustración 7. Volver al Menú (en una operación)



Fuente: Propia

8.1 ESTUDIOS DE SUELOS:

Se realizaron estos estudios para determinar su capacidad de resistencia tomando muestras y ensayos del terreno como: apiques a cielo abierto para la toma de muestras, ensayos como: compresión simple, humedad natural, granulometría, límites, sondeos a 20m de profundidad para ensayos SPT, perfil de subsuelo, estos ensayos se realizaron en los laboratorios de la Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga, y se utilizaron equipos de percusión. En la imagen 50 se puede ver las perforaciones a cielo abierto del terreno, en las imágenes 51 y 52 las muestras obtenidas.

Imagen 50. Estudio de suelos



Fuente: Propia

MUESTRAS DEL EQUIPOS DE PERCUSIÓN

Imagen 51. Toma Muestras



Fuente: Propia

Imagen 52. Muestras de suelo



Fuente: Propia

8.2 DESCAPOTE DE LA ANTIGUA CANCHA DE FUTBOL DE LA UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

Esta actividad comprende todas aquellas acciones que permiten alcanzar las cotas indicadas en los planos del proyecto para tener un nivel donde éste sea guía de la construcción.

Dependiendo del proyecto se harán los respectivos movimientos de tierra, desmonte y descapote de las áreas cubiertas de capa vegetal y remoción de las raíces que pueden afectar la cimentación y el edificio como tal. Su excavación a la profundidad deseada fue de 15.000 m³. Como se puede apreciar en las imágenes 53 y 54 las demarcaciones y el descapote del terreno.

Imagen 53. Demarcación



Fuente: Propia

Imagen 54. Descapote



Fuente: Propia

Se efectúa la demarcación y excavación para llegar al nivel deseado y así poder realizar la excavación de la cimentación que comprenden zapatas y vigas de amarre.

Se llevó a cabo la demarcación con cal para tener líneas guías y así poder excavar sin salirse de los ejes respectivos.

En las siguientes imágenes se observa la excavación hasta llegar al nivel sótano.

Imagen 55. Excavación



Fuente: Propia

Imagen 56. Excavación



Fuente: Propia

La construcción del edificio “K” fue realizada en la cota más alta de la Universidad Pontificia Bolivariana en la antigua cancha de fútbol.

La excavación del sótano y semisótano fue de aproximadamente 7m de profundidad, el área a construir de sótano es 1177.68m^2 ; la maquinaria con que se realizó el movimiento de tierra fue: una retroexcavadora, un buldócer, un retro cargador y volquetas.

En el sótano del edificio “K” se ubicarán los laboratorios de procesos industriales, bombas y tanques, planta y subestación eléctrica, baños, cuartos técnicos. En la imagen 57 y 58 se ve el movimiento de tierra del sótano y semisótano.

Imagen 57. Excavación sótano y semisótano



Fuente: Propia

En el nivel 1 o sótano se realizó la excavación de zapatas y vigas de amarre, con diferentes dimensiones referentes a su diseño distribuyendo las cargas del edificio. Su excavación se ejecutó con una retroexcavadora y se terminó con la perfilación de los taludes manualmente.

El semisótano tiene un área mayor que la del sótano, porque lleva dos losas adicionales, una de ellas al norte y otra al oriente del terreno. El Semisótano tiene un área de 1897.39 m^2 , en los cuales se ubicarán: laboratorios de máquinas

eléctricas y control, laboratorios de Geotecnia y pavimentos, aula de video conferencias, salas de cómputo, laboratorio de hidráulica y aulas de estudio.

Imagen 58. Área adicional semisótano



Fuente: Propia

8.3 CAMPAMENTO

El campamento es una construcción provisional que sirve para: oficinas, alojamientos de personal, supervisores, almacenes, cafeterías, laboratorios de ensayos. La ubicación del campamento debe ser en una zona que no tenga que ver con la obra en común, para evitar inconvenientes con los trabajadores y éste es de vital importancia en una obra porque siempre se debe tener un protocolo de orden y de aseo general.

8.4 CASINO:

Área de alimentación y de descanso del personal en sus horas libres.

En las imágenes 59 a 79 se observan todas las construcciones e instalaciones presionales de la obra.

Imagen 59. Casino



Caseta
de
comidas

Fuente: Propia

8.5 BAÑO PERSONAL:

Baño independiente que garantiza la comodidad, la higiene y el orden en el campamento. Se encuentra a disposición de los empleados.

Imagen 60. Baños Provisionales



Baños
provisionales

Fuente: Propia

8.6 ALMACEN Y ZONA DE DESCARGA DE MATERIAL:

El almacén debe estar completamente sellado, con una sola puerta de entrada y salida de material; con el fin de mantener un control óptimo por parte del almacenista de los materiales más representativos económicamente y cuantitativamente. En el almacén se hacen micro-sectorizaciones para evitar contaminaciones y desorden.

Imagen 61. Zona de descargue



Fuente: Propia

Imagen 62. Almacén



Fuente: Propia

Imagen 63. Almacén y campamento.



Fuente: Propia

8.7 CONTENEDORES ADMINISTRATIVOS:

Los contenedores brindan un espacio cómodo y afectivo para realizar tareas de oficina que requiera la obra, tales como planeación, contabilidad y la celebración de comités de obra. También es de vital importancia brindar espacios limpios y agradables al personal administrativo.

Imagen 64. Contenedor de oficinas.



Fuente: Propia

8.8 SEÑALIZACION:

La seguridad es un pre-requisito importante para la obra. Por tanto siempre se muestran avisos que garanticen el bienestar y la salud de los trabajadores. También se publican de forma clara las autorizaciones constructivas por parte de las entidades legales, tales como la curaduría urbana y las diferentes entidades ambientales.

Imagen 65. Señalización de almacén



Fuente: Propia

Imagen 66. Campamento



Fuente: Propia

Imagen 67. Cafetería



Fuente: Propia

Imagen 68. Señalización uso de guantes.



Fuente: Propia

Imagen 69. Señalización Salida de emergencia.



Fuente: Propia

Imagen 70. Señalización Vía de evacuación.



Fuente: Propia

Imagen 71. Señalización uso de casco.



Fuente: Propia

8.9 CERRAMIENTO

El cerramiento se ubica antes de empezar una obra para evitar la contaminación e independizar la obra de exteriores, se hace con el fin de evitar el ingreso de personal no autorizado a la obra.

Imagen 72. Cerramiento Occidental de la obra



Fuente: Propia

Imagen 73. Cerramiento



Fuente: Propia

Imagen 74. Cerramiento para personal no autorizado



Fuente: Propia

Imagen 75. Cerramiento Entrada personal



Fuente: Propia

8.10 INSTALACIONES PROVISIONALES

Una de las primeras acciones que se deben llevar a cabo, es la implementación de las instalaciones provisionales adecuadas, aunque para ello se tendrá que realizar un análisis previo sobre las condiciones que rodean a la obra. Se debe tener todos los materiales necesarios para que el rendimiento en la obra sea factible.

Imagen 76. Instalaciones Eléctricas



Fuente: Propia

Imagen 77. Baños provisionales



Fuente: Propia

Imagen 78. Instalaciones provisionales



Fuente: Propia

Imagen 79. Alumbrado provisional



Fuente: Propia

8.11 VIA DE ACCESO A LA CONSTRUCCION DEL EDIFICIO "K"

Para la obra del nuevo edificio "K" de la U.P.B se realizó el diseño de la nueva vía que comunica la obra para el transporte de maquinaria y materiales transporte de materiales como: refuerzos de acero, parales, formaletas, casetones, cemento, y el material retirado de la obra.

En la construcción de la vía se utilizó, una retroexcavadora, un retrocargador, un vibrocompactador, 3 cuadrillas y se fabricó un filtro con geotextil, base granular, piedra rajón de 20cm a 30cm de diámetro, y se compactó con material arcilloso fino estabilizado con cemento.

La construcción de la vía consta de la excavación de aproximadamente 2.3m de profundidad, donde en el fondo se instaló un filtro con geotextil ya que se encontraba el nivel freático a esta profundidad.

En la imagen 80 se muestra la ubicación del geotextil.

Imagen 80. Fabricando filtro.



Fuente: Propia

Se extendió el geotextil en toda la vía y luego se rellenó con material de base granular y piedra rajón de 20 a 30 cm de diámetro, posteriormente se procedió a extender las piedras con el retrocargador.

En las imágenes 81 y 82 se observa la ubicación de la piedra rajón de 20cm a 30 cm de diámetro.

Imagen 81. Extendida con retrocargador



Fuente: Propia

Imagen 82. Piedra extendida



Fuente: Propia

Ya puesta y extendida la base con la piedra se recoge el geotextil uniando todas las puntas para que así quede envuelta la piedra en ella, en la superficie se agrega un material arcilloso que es transportado en volquetas y extendido con el buldócer.

En la siguiente imagen se muestra la ubicación del material arcilloso.

Imagen 83. Extendiendo material



Fuente: Propia

Ya puesto el material arcilloso en la vía se procede a realizar una mezcla de este material con cemento para estabilizar el suelo y sea resistente a las condiciones climáticas, esta mezcla se compacta con un vibro compactador.

Como se muestran en las imágenes 84 y 85 el material arcilloso es estabilizado con cemento y compactado.

Imagen 84. Base con cemento para mezclar



Fuente: Propia

Imagen 85. Vía compactada



Fuente: Propia

8.12 MURO DE CONTECION EN LA VÍA A LA OBRA

La excavación del muro de contención fue una de las primeras actividades que iniciaron la obra, junto con la excavación del sótano.

Dependiendo del diseño del muro se realiza la excavación respectiva para ubicar los refuerzos del muro de contención. Como en todas las obras lo primero que se realiza es el levantamiento topográfico, inmediatamente se realiza la excavación para la posición del muro de contención; esta excavación se realizó con máquina y su perfilación se llevó a cabo manualmente.

En las imágenes 86 y 87 se puede observar la perfilación y la ubicación de los refuerzos de acero.

Imagen 86. Perfilación manual



Perfilación
después de las
excavaciones
mecánicas para el
muro de
contención

Fuente: Propia

Armado del refuerzo del muro de contención con varilla de 1" y ½"

Imagen 87. Refuerzo del muro de contención



Refuerzo

Distanciadores
o Panelas de
concreto

Fuente: Propia

El armado del acero se lleva a cabo referente a la altura del muro, pendiente del talud, propiedades mecánicas del suelo, grado de compactación y cargas externas previamente analizadas en el diseño. Este proceso constructivo se realizó

ubicando los refuerzos transversalmente para así amarrarlos con alambre negro; posteriormente se ubican los distanciadores para separar los refuerzos del terreno y lograr que queden totalmente embebidos en el concreto.

Como se observa en la siguiente imagen el vaciado del concreto de 4.000 psi con mezcladora

Imagen 88. Vaciado de concreto.



Fuente: Propia

El vaciado del concreto se hace directo de la mezcladora al encofrado, a la vez éste fue vibrado con un vibrador eléctrico para eliminar los vacíos de aire producidos durante el vaciado. En la imagen 89 se aprecia el muro terminado

Imagen 89. Muro de contención



Fuente: Propia

9. SOTÁNO

9.1 EXCAVACIÓN DE LAS ZAPATAS

El primer paso a seguir es la verificación de planos. Una vez se han hechos los respectivos estudios y diseños del suelo, el siguiente paso es la ubicación en el terreno de los ejes de las zapatas tomando como referencia los ejes mostrados en los planos estructurales; una vez marcados las zapatas en el suelo se comenzó el proceso de excavación con maquinaria pesada, en este caso con una retroexcavadora y se terminó con perfilación manual.

Las marcaciones de las 20 zapatas de dimensiones diferentes se realizaron con cal con respecto al diseño y la distribución del edificio, la excavación de zapatas y vigas del sótano tomó un tiempo de aproximadamente 115 días y el volumen de la excavación (que comprende zapatas, vigas de amarre y excavación hasta el nivel del sótano) de 1.085 m³; como se ve en las imágenes 90 a 93.

Imagen 90. Perfilación



Fuente: Propia

Imagen 91. Excavación con maquina



Fuente: Propia

Imagen 92. Perfilación manual



Fuente: Propia

Imagen 93. Mortero de limpieza



Fuente: Propia

9.2 MORTERO DE LIMPIEZA

El mortero de limpieza se le agregó a las paredes del terreno excavado, vigas de amarre y elementos que se encuentren expuestos a contaminación por ubicarse adyacentes al talud de corte, con el fin de evitar la caída de material y contaminación del refuerzo de acero de zapatas, vigas de amarre y pantallas; como se ve en las imágenes de 94 a 97.

Imagen 94. Mortero de limpieza de zapata



Fuente: Propia

Imagen 95. Mortero de limpieza muros



Fuente: Propia

Imagen 96. Mortero de limpieza Cimentación



Fuente: Propia

Imagen 97. Mortero de limpieza Vigas



Fuente: Propia

9.3 ARMADO Y VACIADO DE ZAPATAS

Una vez se haya hecho la excavación de las zapatas y de aplicar el mortero de limpieza a las paredes del terreno, se llevó a cabo el amarrado del acero de refuerzo de las zapatas, El primer paso es verificar los niveles y plomos respectivos; se ejecutó ubicando los aceros longitudinalmente y transversalmente con referencia al diseño estructural. En cada cruce de los aceros se amarró con alambre negro número 18 para que esta estructura quede en forma de parrilla y así ubicar las columnas principales en la parte superior de la parrilla.

Para las zapatas del edificio K de la U.P.B no se necesitó formaleta porque estas zapatas fueron excavadas en un suelo estable.

El siguiente paso fue el vaciado de concreto, el concreto se llevó a la obra, ya que se preparó en planta y se pre mezcló previamente de llegar a la obra, en algunas situaciones la mezcladora fundió las zapatas directamente o en ciertos casos se extendió un plástico y con las carretillas trasladaban el concreto hasta la zapata, que a su vez fue vibrado mecánicamente para evitar vacíos de aire; en la cimentación de zapatas y vigas de amarre se utilizaron 929 m³ con un concreto de 3.500 psi. Como se ve en las imágenes 98 y 99.

Imagen 98. Armado del refuerzo



Fuente: Propia

Imagen 99. Armado del refuerzo



Fuente: Propia

9.4 ARMADO DE LOS PEDESTALES DE LAS ZAPATAS

Una vez se han ubicado los refuerzos de la zapata y están completamente asegurados, se procede a la ubicación de las columnas principales; el proceso es ubicar los refuerzos de la columna en la superficie de la zapata, amarrándola con alambre negro N.18; a la columna se le hizo un dobléz de 90 grados en una de sus puntas para que esta sea puesta en la superficie de la zapata y así amarrar fácilmente; en la parte inferior de la columna se ubicaron los estribos iniciales para que estos al momento de fundirse la zapata queden embebidos en este elemento (construcción monolítica).

Para las zapatas del edificio K de la U.P.B se llevó un tiempo aproximado de 22 días en la ejecución del armado del refuerzo en la cimentación. Como se observa en las imágenes 100 y 101 el armado de los refuerzos de las zapatas.

Imagen 100. Armado pedestal



Fuente: Propia

Imagen 101. Armado pedestal y columna

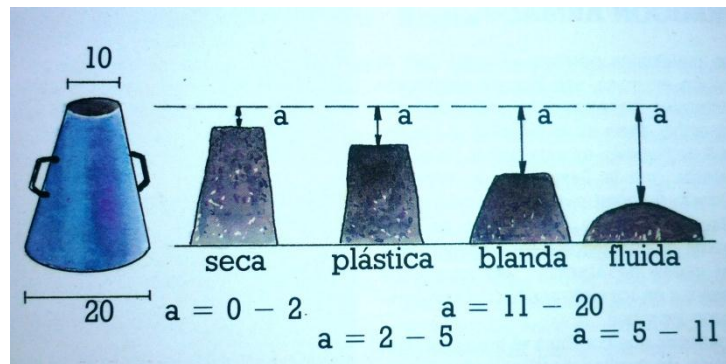


Fuente: Propia

9.5 FUNDICIÓN DE LAS ZAPATAS

En el vaciado de las zapatas se deben tener precauciones con la caída del concreto a la zapata, para evitar posible exudación y heterogeneidad del concreto o segregación de los agregados; hay variadas formas de evitar esos inconvenientes, como: la ubicación de canales de madera o de acero, bajar un poco más la mangera de la bomba y se recomienda antes del vaciado del concreto hacer las prueba del cono para conocer el asentamiento, además un asentamiento de 4" es de buena trabajabilidad; durante el vaciado del concreto de la zapata se realizó vibrado mecánico para sacar los vacíos de aire. Como se observa en la imagen 103.

Imagen 102. Asentamiento¹⁶



Fuente: Biblioteca Atrium de la Construcción

Canal de
madera para
el descargue
del concreto

Imagen 103. Vaciado de zapatas



Vibrador
eléctrico

Fuente: Propia

¹⁶ BIBLIOTECA ATRIUM DE LA CONSTRUCCION. Volumen I, Materiales para la construcción. "Aglomerantes y hormigón armado", página 59. Editorial Océano/Centrum. Barcelona, España.

9.6 ARMADO Y VACIADO DE LAS VIGAS DE AMARRE

Para realizar el vaciado del concreto de vigas de amarre es necesario que el área que ocupen se encuentre limpia, por lo tanto se debe aplicar un concreto pobre de limpieza, para separar el terreno de la viga; Luego de aplicar el solado de limpieza de 5cm de espesor, se empieza el armado de la viga de amarre con su respectivo diseño estructural y así garantizar el trabajo en conjunto con las zapatas, columnas y vigas de amarre; el acero es amarrado con alambre negro No 18, la herramienta a utilizar para este tipo de trabajo es el gancho de acero, después del solado de limpieza y antes de la estructura se ubican unos distanciadores de 7 cm o 5 cm de espesor para evitar el contacto del acero con el suelo, después de haber hecho este proceso se realiza el armado y vaciado de las vigas de amarre.

El primer paso es verificar en los planos los refuerzos respectivos que van en cada viga de amarre; el paso siguiente es el proceso de armado de refuerzo, que se llevó figurado de fábrica: se ubican las varillas corrugadas horizontalmente empalmándolas con las zapatas y columnas, a estos refuerzos se les rodean los estribos respectivos y se amarran los tres primeros estribos para poder ubicar los demás y así con una tiza o un marcador se hacen unas líneas guías en los refuerzos horizontales para poder ubicar los estribos respectivos; los estribos fueron amarrados con alambre N.18.

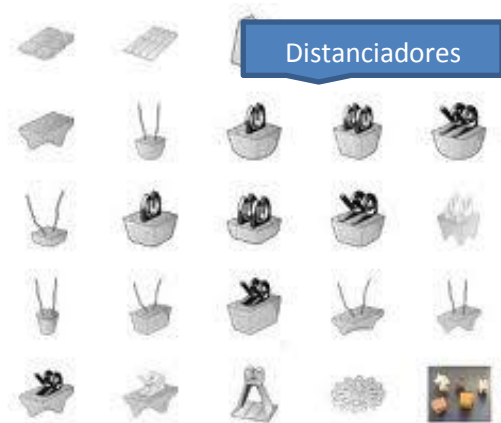
Las formaletas se colocaron en su mayoría donde estaban ubicadas las zapatas y las columnas por el espacio que existía en ella, como se observa en la imagen (101 y 102), fueron aseguradas con parales, amarrados con alambre y gancho asegurador de formaleta. Como se observa en las imágenes 104 a 107.

Imagen 104. Gancho de acero



Fuente: Propia

Imagen 105. Distanciado de concreto¹⁷



Fuente: Forjados, construcción

Imagen 106. Armado vigas de amarre



Fuente: Propia

Imagen 107. Armado vigas de amarre



Fuente: Propia

A la formaleta se agrega un antiadherente llamado Separol de Sika, para que se facilite el retiro de la formaleta de la viga ya fundida. Como se observa en la imagen 111.

¹⁷ FORJADOS, CONSTRUCCION. "Empresas". Disponible en:
<http://webs.demasiado.com/forjados/constru/separadores/index.htm>

Imagen 108. Encofrado vigas de amarre



Fuente: Propia

Imagen 109. Encofrado vigas de amarre



Fuente: Propia

Imagen 110. Viga terminada



Fuente: Propia

Imagen 111. Antiadherente.



Fuente: Propia

Después de que las formaletas están ubicadas en la viga y una parte de la columna, se procede al vaciado de concreto de las vigas de amarre, este proceso se realizó con bomba y mezcladora por los inconvenientes que hay al trasladar la mezcladora al lugar del elemento a fundir.

En las ocasiones en las que se utilizó la bomba de concreto, se agregó minutos antes un mortero fluido para que el concreto no se atascara en la tubería de la bomba; este mortero tiene como función purgar la bomba. Como se observa en la imagen 112.

Imagen 112. Mortero de purga



Fuente: Propia

La imagen 112 muestra el mortero o mezcla de cemento, arena y agua para que fluya el concreto por la tubería de la bomba.

Imagen 113. Concreto de la mezcladora a la bomba



Fuente: Propia

Después de agregar el mortero a la bomba se procede a agregar el concreto de 3.500 psi para las vigas de amarre. Como se ve en la imagen 113.

Imagen 114. Bomba de concreto



Fuente: Propia

Una vez finalizado la colocación de la formaleta se procedió al vaciado de concreto de 3.500 psi, que inicialmente consistió en ubicar la tubería de la bomba en las vigas de amarre a fundir.

Se utilizó un vibrador eléctrico para los vacíos de aire que quedan dentro del concreto de la viga; este proceso de vaciado tardó un tiempo aproximado de 20 días. Como se muestra en la imagen 115.

Imagen 115. Vaciado en viga de amarre.



Fuente: Propia

La manguera de la bomba es maniobrada por un ayudante o un oficial

Imagen 116. Vibrador eléctrico.



Fuente: Propia

Después del vaciado del concreto en la viga de amarre se le agregó en la superficie un aditivo llamado “Antisol” de Sika para evitar el fraguado acelerado del concreto. Como se ve en la imagen 117.

Imagen 117. Antisol



Fuente: Propia

En la mañana siguiente al día de la fundida, se retiran las formaletas, removiendo los parales que la sostienen, ganchos para formaleta y los alambres que los unen, como se observa en las imágenes 118 y 119.

Imagen 118. Retiro de formaleta



Fuente: Propia

Imagen 119. Retiro de formaleta



Fuente: Propia

9.7 ARMADO Y VACIADO DE LAS PANTALLAS

Las pantallas o muros de contención están presentes desde la cimentación hasta el tercer piso del nuevo edificio “K” de la U.P.B.

La colocación del refuerzo de las pantallas viene desde la ubicación de los aceros de refuerzo de las vigas de amarre, similar a las columnas con zapatas; las pantallas están unidas a las vigas de amarre y a las columnas para obtener una mayor resistencia; el proceso es traslapar los aceros verticales de las pantallas hasta alcanzar su altura deseada.

El armado de una pantalla es similar a la de una columna, ubicando los estribos y los ganchos en los refuerzos verticales, amarrándolos con alambre No.18.

Las pantallas van traslapadas o ancladas a las columnas que están a sus laterales, para este proceso de armado de las pantallas se necesitó: andamios, tablonés de madera, dos ayudantes y un maestro por cada muro. Como se observa en las siguientes imágenes.

Imagen 120. Refuerzos verticales de pantallas



Fuente: Propia

Imagen 121. Estribos de pantallas



Fuente: Propia

Las formalelas fueron ubicadas desde la parte inferior de la pantalla, estas se colocaron una sobre otra, enganchándolas con los aseguradores y una vez puesto el encofrado de la pantalla, se situaron cerchas metálicas sobre la formalela, asegurando con parales metálicos y parales de madera. Su ubicación está demostrada en las imágenes 122 y 123.

Imagen 122. Formaleta de pantallas



Fuente: Propia

Imagen 123. Encofrado de pantallas



Fuente: Propia

9.8 VACIADO DE CONCRETO DE LAS PANTALLAS DE 4.000 PSI

El vaciado de las pantallas se llevó a cabo descargando el concreto en una batea de aproximadamente 8 m³, ya que la mezcladora no alcanzaba a llegar al encofrado de las pantallas por las excavaciones de las zapatas y vigas de amarre.

Por esta razón se descargó el concreto en la batea y por medio de carretillas se transportaba hasta la estructura y por medio de baldes, palas y operadores que trasladaba hacia la pantalla, este proceso es visto en las imágenes (124 a 127), al mismo tiempo es puesto el vibrador eléctrico para sacar los vacíos que se quedan dentro de la estructura.

Imagen 124. Descargue de concreto a batea



Fuente: Propia

Imagen 125. Transporte concreto con carretilla



Fuente: Propia

Imagen 126. Vaciado de pantallas o muros



Fuente: Propia

Imagen 127. Carga de baldes



Fuente: Propia

El proceso del retiro de la formaleta se realizó removiendo los ganchos aseguradores de la formaleta y cortando los alambres, soltando los parales y por medio de una espátula se soltaron fácilmente, para desarmar las formaletas superiores se hicieron secciones de andamios para su fácil retiro. Como se ve en las siguientes imágenes.

Imagen 128. Retiro de formaleta de pantallas



Fuente: Propia

Imagen 129. Retiro de formaleta de pantallas



Fuente: Propia

9.9 ARMADO Y VACIADO DE LAS COLUMNAS DEL SÓTANO

Las columnas son elementos puntuales que se encargan de transmitir las cargas a la cimentación, a su vez tiene resistencia tanto a sismos y vientos, las columnas trabajan a compresión son las que sostienen las cargas muertas y vivas de las placas aligeradas, la columna es el elemento estructural lineal vertical donde su sección longitudinal es mucho más grande que su sección transversal.

El primer paso que se realizó fue la lectura e interpretación de planos estructurales, asegurando que los ejes estén bien marcados; con la información obtenida se toman medidas y se marcan unas líneas guía con una cimbra de color, donde se fue ubicando la columna.

El siguiente paso es el armado del refuerzo; ya que la columna es un elemento que tiene continuidad desde la cimentación hasta los pisos deseados, se traslaparon los refuerzos verticales y se procedió a la ubicación de los estribos correspondientes, amarrados con alambre negro N. 18, y por último se hicieron los

traslapos del siguiente piso para continuar con la columna. Como se ve en la imagen 131.

Imagen 130. Armado de las columnas del sótano



Fuente: Propia

Imagen 131. Armado de las columnas del sótano



Fuente: Propia

Imagen 132. Amarre con alambre No.18



Fuente: Propia

Imagen 133. Gancho de acero



Fuente: Propia

El siguiente paso consistió en ubicar las formaletas en las columnas, ya que para el diseño estructural del edificio K se diseñaron 26 columnas, el primer paso fue ubicar las formaletas en cada una de las columnas con los niveles y plomos correctos, la formaleta fue puesta una encima de la otra anclándola con ganchos

aseguradores para formaleta, sosteniendo la formaleta con parales metálicos y en algunos casos parales de madera, también se amarraban las formaletas con alambre, cruzando la columna de un lado a otro y asegurándolas para que el concreto no abriera la formaleta. Como se observa en las imágenes 134 y 135.

Imagen 134. Formaleta de columnas



Fuente: Propia

Imagen 135. Gancho de formaleta



Fuente: Propia

El vaciado del concreto para columnas del sótano fue hecho con mezcladora y bomba, en este proceso los ayudantes se tuvieron que montar en andamios para que pudieran ubicar la tubería de la bomba en la superficie de la columna, y así se descargara el concreto de 4000 psi, agitándolo mecánicamente para sacar los vacíos de aire producidos durante el vaciado.

Imagen 136. Vaciado de columnas



Fuente: Propia

El retiro de la formaleta de la columna, se realizó retirando los ganchos aseguradores de formaleta, el alambre, las correas y finalmente las formaletas la cuales se ubicaron en el piso para posteriormente limpiarlas y reutilizarlas.

Imagen 137. Retiro de formaleta



Fuente: Propia

Imagen 138. Retiro de formaleta



Fuente: Propia

Columnas sin formaleta y listas para el armado de la formaleta para la losa entrepiso del semisótano

Imagen 139. Columnas terminadas



Fuente: Propia

9.10 PLACA ENTREPISO DEL SÓTANO

Las placas o entrepisos pueden ser aligerados o macizos, en este caso se trabajó con placa aligerada con casetones, armada en dos direcciones con respecto a su diseño.

Antes de iniciar el proceso constructivo se hizo un chequeo de planos estructurales generales y de detalles para el armado del refuerzo, verificando medidas y niveles.

El primer paso fue el armado de la estructura provisional que consta de un armazón de parales, crucetas y cerchas donde se sostienen posteriormente las formaletas inferiores. Como se muestran en las siguientes imágenes.

Imagen 140. Armado de estructura provisional



Fuente: Propia

Imagen 141. Armado de estructura provisional



Fuente: Propia

Después de haber armado la estructura provisional se procede a ubicar las formaleas inferiores, que son formaleas metálicas de tamaño estándar, ya que su función es soportar el concreto fresco en estado plástico mientras éste se endurece.

Imagen 142. Armado de estructura provisional



Fuente: Propia

Imagen 143. Armado de estructura provisional



Fuente: Propia

Una vez puesta y asegurada la formaleta se procede a armar el refuerzo de vigas; esta placa tiene dos tipos de refuerzo de acero, el primero corresponde a las mallas electrosoldadas que arman la torta inferior y la superior, el otro tipo lo conforman las viguetas que a su vez determinan la dimensión de los aligeramientos o casetones. Como se muestra en las imágenes 144 a 148.

Imagen 144. Armado refuerzos viga



Fuente: Propia

Imagen 145. Armado refuerzos losa



Fuente: Propia

Luego de armado el refuerzo, se ubica la formaleta lateral previamente engrasado o humedecida con el producto Separol de Sika, luego se asegura amarrándola con alambre a la vigueta de borde.

Para el vaciado del concreto fue necesario inicialmente efectuar la revisión de niveles y plomos con la ayuda de una manguera y un metro, comprobándolos con los planos estructurales.

En seguida se ubican los distanciadores o panelas de concreto entre refuerzo de acero y la formaleta inferior.

Imagen 146. Ubicación distanciadores



Fuente: Propia

Para el vaciado del concreto de la torta inferior se transporta el concreto mediante la bomba previamente mezclado, desde la mezcladora hasta el sitio de vertido, en este momento se vibra mecánicamente de acuerdo a los planos estructurales dicha torta tiene un espesor de 5 cm.

Una vez vaciado el concreto de 4.000 psi de la torta inferior se instalan los casetones fabricados de madera y lona en las áreas entre las viguetas, los casetones son aligeramientos que hacen la placa más liviana, este tipo de casetón queda embebido dentro de la placa, lo cual lo hace no recuperable.

Imagen 147. Sección losa



Fuente: Propia

Imagen 148. Placa lista para fundirse



Fuente: Propia

Para la torta superior se lleva a cabo de igual manera que en la torta inferior se sitúa la malla electrosoldada, se procede al vaciado del concreto de las viguetas que arman la placa de dos sentidos; inicialmente el concreto se distribuye uniformemente con una pala preparándolo para ser vibrado mecánicamente, garantizando así que no queden burbujas de aire ni hormigueros dentro del concreto.

El concreto fue descargado distribuido por zonas; esta losa se fundió en tres partes y al momento del descargue del concreto se recomendó descargarlo equitativamente por medidas de seguridad, ya que si se descarga en un área puntual los parales podrían no resistir el peso excesivo y fallar, ocasionando pérdidas importantes. El proceso está demostrado en las imágenes 149 a 153.

Imagen 149. Vaciado del concreto de la placa aligerada



Fuente: Propia

Una vez finalizado el proceso del vaciado del concreto, se procede a nivelarlo mediante el uso de un perfil tubular metálico de sección rectangular, eliminando al máximo las irregularidades de la superficie; posteriormente con una llana de madera se deja la superficie lo más plana posible.

Imagen 150. Nivelación



Fuente: Propia

Imagen 151. Terminación con Llana de madera



Fuente: Propia

Al finalizar el proceso de afinado con el perfil rectangular se aplicó un producto llamado Antisol de Sika sobre la superficie de la placa, esto con el fin de retardar la evaporación del agua garantizando que el concreto alcance la resistencia a la compresión calculada en el diseño estructural.

Imagen 152. Losa terminada



Fuente: Propia

Imagen 153. Aplicación de antisol.



Fuente: Propia

Días después del vaciado del concreto se retiran las formaletas laterales, ocho días más tarde se procede a retirar las formaletas inferiores, así como la respectiva estructura temporal.

Las herramientas y materiales usados en este proceso son: andamios, tablones de madera, parales, cerchas, formaleta, alambre, gancho de acero, gancho asegurador, martillo, el proceso se realiza con la colocación de las cerchas de una columna a otra para que tengan un soporte; después se empieza a distribuir la formaleta y asegurarlos con alambre y ganchos aseguradores.

Imagen 154. Sótano



Fuente: Propia

Imagen 155. Sótano



Fuente: Propia

El sótano estará conformado por laboratorios de procesos industriales, bombas y tanques que abastezcan al edificio, planta subestación eléctrica, baño público, aseo y depósitos, cuarto técnico, escaleras, circulaciones, muros el área que tiene el sótano es de 1177 m² a nivel.

9.11 DISTRIBUCION DE AREAS DEL SOTANO

SOTANO NV 989.5	
Espacio Físico	Área (m ²)
Área nivel sótano	1177.68
laboratorio de procesos industriales	692.88
Bombas y tanque (laboratorio de hidráulica)	69.70
Planta y subestación eléctrica	77.47
Baño Publico	48.19
Aseo y Deposito	11.79
Cuarto Técnico	19.01
Escaleras	54.73
Circulaciones	174.88
Muros	29.03

10. SEMISÓTANO

10.1 COLUMNAS DEL SEMISÓTANO

Al día siguiente de haber fundido la losa de entrepiso del semisótano, se procedió a traslapar el refuerzo proveniente de las columnas del sótano (con las mismas dimensiones que son de 1.2mx0.5m) y la instalación de los estribos, los cuales fueron amarrados con alambre negro No.18.

En la imagen 156; se observa la ubicación de los refuerzos de las columnas y las pantallas, también se puede apreciar la ubicación de la formaleta con sus respectivos parales, andamios, tablonés y operadores. En las imágenes 156 a 159 se puede observar el armado y vaciado de las columnas.

Imagen 156. Armado de refuerzo de columnas



Fuente: Propia

Imagen 157. Encofrado columnas



Fuente: Propia

Al momento del vaciado del concreto se agregó dentro de la columna o pantalla una mezcla de agua y cemento, para contribuir a la adherencia del concreto de la losa con el concreto de la columna o pantalla.

Para el vaciado de las columnas y pantallas del semisótano, se llevó a cabo con bomba y con un concreto de 4.000psi; a este concreto no se le hizo prueba de asentamiento ya que para ser bombeado tenía que ser fluido.

Al igual que en todos los procesos de vaciado de concreto, se chequea previamente que se encuentren niveladas y aplomadas las formaletas; además fue necesario agitar el concreto mecánicamente con un vibrador, para eliminar los vacíos de aire producidos durante el vaciado.

Imagen 158. Vaciado de columnas



Fuente: Propia

Imagen 159. Vaciado de columnas



Fuente: Propia

Imagen 160. Retiro de formaletas



Fuente: Propia

Imagen 161. Columnas terminadas



Fuente: Propia

El semisótano tiene un área mayor que el sótano, por lo tanto fue necesario la construcción de zapatas y columnas adicionales para este piso. Como se ve en la imagen 162 y 163.

Imagen 162. Excavación a máquina de zapatas



Fuente: Propia

Imagen 163. Mortero de limpieza excavación



Fuente: Propia

Imagen 164. Armado refuerzo cimentación



Fuente: Propia

Imagen 165. Columnas terminadas



Fuente: Propia

10.2 LOSA ALIGERADA DEL SEMISÓTANO

Después de haber fundido las columnas se procede a la ubicación de la formaleta con sus respectivos apoyos como parales, cerchas, alambre, gancho asegurador, para el descargue de la malla electro soldada, torta inferior, casetones, tubería y el concreto de 4000psi para la losa del primer piso. Como se ve en la imagen 166, 167 y 168.

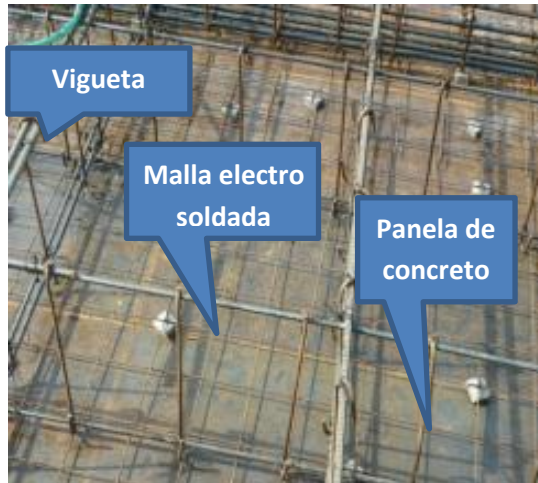
Imagen 166. Armado de la estructura provisional



Fuente: Propia

Ubicación de malla electrosoldada, refuerzo vigas de amarre, viguetas, descargue de la torta superior, postura de los respectivos casetones y la ubicación de la tubería eléctrica.

Imagen 167. Armado refuerzo



Fuente: Propia

Imagen 168. Postura casetones



Fuente: Propia

El vaciado de concreto de 4.000 psi, se llevó a cabo distribuyéndolo por medidas de seguridad, el concreto es bombeado ya que está a una altura considerable. Después de haber descargado el concreto del entrepiso, se procede a la nivelación requerida con una regla metálica y se terminó con una llana de madera de 60cm de largo.

Para evitar un fraguado acelerado se le agrego un aditivo llamado Antisol de Sika. Como se ven en las siguientes imágenes.

Imagen 169. Vaciado y nivelación de concreto



Fuente: Propia

Imagen 170. Vaciado y nivelación de concreto



Fuente: Propia

El concreto se bombeó por medio de una bomba con una tubería de impulsión de (4"), que su sección final tiene una manguera plástica para el fácil manejo y distribución del concreto.

Imagen 171. Bombeo de concreto



Fuente: Propia

Imagen 172. Antisol



Fuente: Propia

El semisótano consta de laboratorios de máquinas eléctricas y control con aula, laboratorios de geotecnia y pavimentos con aulas, aula de video conferencias, salas de alumnos, dos aulas de computo, laboratorios simulación virtual, laboratorio hidráulica, fotocopidora, baño público, aseo y depósitos, cuarto técnico, escaleras, circulaciones, zona verde central, terraza cubierta norte entre eje 3 y 4, área cubierta entre eje 7 y 8, el área del semisótano es de 1897, 39 m².

10.3 DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS DEL SEMISOTANO

SEMISOTANO NV 993.5	
Espacio Físico	Área (m ²)
Área nivel sótano	1897.39
laboratorio de Maquinas Eléctricas y control + (aula)	208.75
Laboratorio de Geotecnia y Pavimentos + (aula)	168.89
Aula de video conferencias	93.46
Salas de alumnos	30.42
Aulas de computo (2)	134.99

SEMISOTANO NV 993.5	
Espacio Físico	Área (m2)
Laboratorio Simulación virtual	70.30
Laboratorio Hidráulica	265.63
Fotocopias	45.77
Baño Publico	40.79
Aseo y deposito	11.79
Cuarto Técnico	19.01
Escaleras	54.73
Circulaciones	488.68
Zona verde central	200.68
Muros	53.98
Terraza Cubierta norte entre eje 3 y 4	18.04
Área cubierta entre eje 7 y 8 Fachada Norte	61.91

Imagen 173. Avance constructivo semisótano



Fuente: Propia

11. PRIMER PISO

11.1 COLUMNAS DEL PRIMER PISO

El proceso constructivo de las columnas del primer piso se empezó por el armado del refuerzo que indican los diseños estructurales, el armado de las columnas del primer piso fue realizado traslapando los refuerzo de las columnas inferiores o columnas del semisótano y así encajando sus respectivos estribos y ganchos en las columnas. Una vez se amarró y se aseguró el refuerzo de la columna se verificaron los niveles y plomos de estas.

Para el armado de los refuerzos de las columnas del primer piso se necesitaron dos secciones de andamios, aproximadamente 6 tablones, un oficial y dos ayudantes por columna. Como se observa en la imagen 174.

Imagen 174. Armado de refuerzo de columnas



Fuente: Propia

11.2 ARMADO DE LA FORMALETA Y VACIADO DE LA COLUMNA

El proceso a seguir es la ubicación de la formaleta metálica en la columna, la formaleta se sostiene por medio de ganchos aseguradores, alambres y parales, la formaleta se ubicó alrededor del refuerzo de la columna uniéndola con ganchos aseguradores, al instante de ser ubicada la formaleta se sostuvo con parales para el momento del vaciado el concreto soportar su peso.

El paso siguiente fue el vaciado de las columnas del primer piso, esta fundición se llevó acabo con bomba y su proceso se inició haciendo una mezcla de agua y cemento y así poder agregarla al fondo de la columna para tener una adherencia con la losa inferior; al finalizar el proceso anterior se procedió al vaciado de la columna colocando la tubería de la bomba en la parte superior para el descargue del concreto, al mismo tiempo del vaciado es vibrado para la salida de los vacíos que permanecen en la columna. Como se aprecia en la imagen 175.

Imagen 175. Columnas



Fuente: Propia

11.3 ARMADO DE LOSA ENTREPISO PRIMER PISO

Después de armado y fundido las columnas del primer piso o nivel 3, se procedió al armado de la placa de entrepiso, ubicando los parales de tal forma que las cerchas metálicas son puestas en el parte superior de los parales, los cerchas metálicas fueron colocadas con respecto a la dimensión de la formaleta como la podemos observar en la imagen (170 y 171), estas formaletas fueron unidas por ganchos aseguradores y (los parales y cherchas) con alambre.

Imagen 176. Armado de estructura provisional o formaleta.



Fuente: Propia

Imagen 177. Estructura puesta



Fuente: Propia

Una vez se haya puesto la formaleta de la placa de entrepiso se adiciona el Separol de “Sika” en la formaleta para el fácil retiro cuando esté terminada la placa.

El paso siguiente, se llevó a cabo con la instalación de la malla electrosoldada en toda la placa, uniendo unas con otras con alambre; enseguida se armó el refuerzo de las vigas de columna a columna incluyendo los estribos, los cuales fueron amarrados con alambre.

Armadas las vigas, se procedió a ubicar los refuerzos de la viguetas, extendiendo el refuerzo y traslapándolo con las vigas; y posteriormente la ubicación de los distanciadores debajo de la malla electrosoldada. Como se ve en la imagen 178.

Imagen 178. Aplicando Separol.



Fuente: Propia

Imagen 179. Malla electrosoldada



Fuente: Propia

Después de la postura de la malla electrosoldada y armado de vigas y viguetas se procedió al vaciado de la torta inferior de 5cm; una vez se vació la torta inferior de concreto se ubicaron los casetones. Como se observa en las imágenes 180 y 181.

Imagen 180. Torta inferior



Fuente: Propia

Imagen 181. Casetones.



Fuente: Propia

Ubicados los casetones y redes eléctricas, se realizó el vaciado del concreto en la placa, la cual fue de aproximadamente 600m³; el vaciado de concreto de la placa

fue realizado con bomba y un personal de 20 personas, que realizaban actividades como la manipulación de la tubería del concreto, el arrastre del concreto con palas de madera, el vibrado del concreto, la nivelación y el riego del Antisol.

El vaciado de la placa fue realizada en tres fases por la cantidad de concreto y el rendimiento de las otras actividades como el armado del refuerzo del siguiente piso. Como se muestran en las imágenes 182 a 184.

11.4 VACIADO DE LA PLACA DEL PRIMER PISO

Imagen 182. Antisol



Fuente: Propia

Imagen 183. Nivelación del concreto



Fuente: Propia

11.5 LOSA ALIGERADA DEL NIVEL 3 O PRIMER PISO

Imagen 184. Placa aligerada del nivel 3 ó primer piso



Fuente: Propia

El primer piso se conformará por salas de tesis, laboratorios virtuales, laboratorios simulaciones ingeniería de industriales, sala de trabajo en grupo, dinámica estructural, cuarto técnico, automatización de procesos industriales, mezzanine hidráulica, sala sur de tesoristas, estancia alumnos, baño público, aseo y depósito, cuarto técnico, escaleras, circulaciones, muros, terraza cubierta entre eje 7 y 8 fachada norte, el área que cubre a nivel del primer piso es de 1827,98 m².

Imagen 185. Avance del primer piso



Fuente: Propia

11.6 DISTRIBUCION DE AREAS DEL PRIMER PISO

PRIMER PISO NV 997.5	
Espacio Físico	Área (m2)
Área nivel Primer Piso	1827.98
Sala Norte tesistas	46.28
Laboratorio Virtual	101.65
Laboratorio Simulación Ingeniería Industrial	300.52
Sala de trabajo en grupo	76.36
Dinámica Estructural (civil)	34.64
Laboratorio De Materiales de Construcción	210.42
Cuarto Técnico	8.61
Automatización de Procesos Industriales	248.62
Mezzanine Hidráulica	46.64
Sala Sur de Tesistas	82.63

PRIMER PISO NV 997.5	
Espacio Físico	Área (m2)
Estancias Alumnos	55.28
Baño Publico	36.28
Aseo y deposito	11.79
Cuarto Técnico	19.01
Escaleras	54.73
Circulaciones	321..84
Muros	137.92
Terraza Cubierta entre eje 7 y 8 Fachada Norte	34.76

12.SEGUNDO PISO.

12.1 ARMADO DE COLUMNAS Y PLACA ENTREPISO DEL SEGUNDO PISO

ARMADO DE COLUMNAS

El proceso del armado de columnas proviene desde que se armaron las columnas del primer nivel, las cuales se conformaron por los aceros que se traslaparon de la columna anterior y la ubicación de los estribos. Como se observa en las imágenes siguientes. Como se muestran en las figuras 186 y 187.

Imagen 186. Refuerzo de columnas y vigas



Fuente: Propia

Imagen 187. Refuerzo losa entrepiso



Fuente: Propia

FORMALETA DE LAS COLUMNAS

La estructura de la columna es encofrada de tal manera que tenga sus dimensiones, niveles y plomos respectivos de cada una de ellas. La colocación de la formaleta pudo ser vertical u horizontal, la que sea más adecuada para su armado, en este caso se ubicaron horizontales por su dimensión. Las formaletas fueron unidas y aseguradas con ganchos aseguradores, alambre y parales, para esto se necesitó andamios, tablonés de madera, oficiales y ayudantes. Como se observa en la imagen 188.

Imagen 188. Encofrado columnas segundo piso.



Fuente: Propia

VACIADO DE LAS COLUMNAS DEL SEGUNDO PISO

Una vez ya este encofrado las columnas, se procede a agregarle una mezcla de agua y cemento en el fondo de la columna, para cuando se funda la columna tenga una mayor adherencia con la placa.

El proceso de vaciado de las columnas se llevó a cabo, ubicando la tubería de la bomba en la parte superior de la columna y vaciando el concreto, al mismo tiempo del vaciado la columna se vibra mecánicamente para sacar los vacíos de aire. Como se ve en la imagen 189.

Imagen 189. Vaciado del concreto de columnas



Fuente: Propia

RETIRO DE LA FORMAleta DE LAS COLUMNAS DEL SEGUNDO PISO

El retiro de la formaleta se lleva a cabo de igual manera que se ha realizado anteriormente; retirando ganchos aseguradores, alambre, parales y formaleta. Como se muestra en la imagen 190.

Imagen 190. Retiro de formaleta



Fuente: Propia

CONSTRUCCION DE LA PLACA ALIGERADA DEL SEGUNDO PISO

Para la Construcción del segundo nivel se utilizó el mismo proceso constructivo de los anteriores pisos, pero ya que este piso tiene un área más grande y es diferente a los demás pisos, por lo tanto fue necesario emplear vigas o perfiles metálicos P200 en I, que se utilizaron para sostener la estructura provisional con un voladizo que no era posible sostener con parales por su altura.

Una vez fundidas las columnas y armada la estructura temporal, se armó el refuerzo de vigas, viguetas y la instalación de la malla electrosoldada. Como se se en la imagen siguiente.

Imagen 191. Armado de la placa de entrepiso.



Fuente: Propia

El sistema que se implementó en la construcción del voladizo, constó de una serie de vigas metálicas con perfiles en I que se ubicaron sobre la losa inferior, donde su función es sostener la estructura provisional y el concreto a vaciar del segundo piso.

Este proceso se llevó a cabo poniendo unos perfiles como columnas enterradas en el suelo, las cuales fueron el apoyo de una de las esquinas de las vigas, que amarradas a la retroexcavadora se subieron y se ubicaron con la otra esquina de apoyo en la losa inferior a la que se iba construir. Como se ve en la imagen 192 y 193.

Imagen 192. Ubicación de los perfiles



Fuente: Propia

La ubicación de los parales, formaleas y cerchas se llevó a cabo en la superficie de las vigas metálicas. Se empleó este proceso, porque en el tercer nivel lleva un voladizo producto de un área mayor.

Una vez el concreto es vaciado y ha conseguido la resistencia deseada se retiró las vigas metálicas, ya que son vigas provisionales.

Imagen 193. Voladizo apoyado en la estructura de perfiles.



Fuente: Propia

Por otra parte, tambien se usaron estas vigas o perfiles metalicos en el laboratorio de hidraulica de la facultad de Ingenieria Civil; sin embargo en este caso solo se cruzaron los perfiles de viga a viga como se ve en la imagen 191 y no fue necesario acoplar uno de estos como columna o apoyo.

Imagen 194. Laboratorio de hidráulica.



Fuente: Propia

Imagen 195. Armado de losa de entrepiso



Fuente: Propia

Imagen 196. Vigas de amarre y columnas



Fuente: Propia

Vaciado de la torta inferior, postura del caseton

Imagen 197. Torta inferior



Fuente: Propia

Imagen 198. Postura de casetones



Fuente: Propia

Imagen 199. Vaciado del concreto de la placa



Fuente: Propia

Imagen 200. Avance del segundo piso



Fuente: Propia

12.2 DISTRIBUCION DE AREAS DEL SEGUNDO PISO

SEGUNDO PISO NV 1001.5	
Espacio Físico	Área (m2)
Área nivel segundo Piso	2062.77
Laboratorio Redes de Telecomunicaciones	56.53
Laboratorio de Instrumentación	87.68
Sala de Proyectos Electrónica	95.57
Centro Administrativo Laboratorios	192.97
Laboratorio de señales y Microelectrónica	120.62
Laboratorio de Control de procesos	174.70
Laboratorio de dinámica estructural (mezzanine)	98.27
(4) aulas de electrónica	225.64
Laboratorio de antenas	54.29
Laboratorio de Comunicaciones Básicas	54.13
Estancias Alumnos	55.28
Aseo y deposito	11.79
Cuarto Técnico	19.01
Escaleras	54.73
Circulaciones	433..92
Muros	140.10
Terraza Cubierta eje 7 -9 y D-E	29.67
Terraza Cubierta 0-1 y C-D	37.88
Terraza Cubierta Eje 8 y 9 sobre Fachada Norte	14.98
Terraza Cubierta Eje 4 y 6 sobre Fachada Norte	32.49
Terraza Descubierta ejes 0-1 y C-D	38.16
Placa Descubierta 7-8 Sobre Fachada Norte	34.36

13. TERCER PISO

13.1 COLUMNAS Y LOSA DEL TERCER PISO

REFUERZO DE LAS COLUMNAS DEL TERCER PISO

Al día siguiente de haber fundido la losa de segundo piso, se comenzó la ubicación de los refuerzos de las columnas del tercero; este proceso se llevó a cabo colocando los estribos en los refuerzos verticales con su respectivo espaciamiento. Los estribos son enganchados o amarrados con alambre No.18 y en este trabajo se necesitaron herramientas de trabajo como: andamios, tablonés, gancho de acero, alambre, oficiales y ayudantes para cada una de las columnas. Como se observa en la imagen 201 y 202.

Imagen 201. Refuerzo de las columnas del tercer piso.



Fuente: Propia

Imagen 202. Amarre de los estribos



Fuente: Propia

FORMALETA DE COLUMNAS DEL TERCER PISO

El paso a seguir es la ubicación de la formaleta de las columnas del tercer piso. Una vez ya traslapado los refuerzos verticales, estribos y la columna tenga sus niveles y plomos adecuados, se procedió a forrar o encofrar la columna con la formaleta, este proceso se llevó a cabo colocando la formaleta alrededor de los refuerzos de la columna y asegurándola con unos ganchos aseguradores metálicos y alambre. La formaleta se sostiene con parales de acero y de madera; apenas se haya terminado el proceso de encofrar de la columna se procedió al vaciado de ella. Como se demuestra en la imagen 203.

Imagen 203. Encofrado de columnas



Fuente: Propia

VACIADO Y RETIRO DE LA FORMALETA

Una vez se haya puesto la formaleta en la columna se funde inmediatamente con un concreto de 4.000 psi; para este proceso se necesitó un oficial y dos ayudantes, que manipularon la manguera de la bomba y el vibrador eléctrico que retira todos los vacíos de aire. En el retiro de las formaletas se emplean herramientas tales como andamios, tablonés, corta frío, alicates, esto se ejecutó armando los andamios por secciones, subiendo los tablonés necesarios para poder pararse en ellos y efectuar el trabajo de retirar los ganchos aseguradores metálicos y alambres N.18 y así retirar las formaletas con mucha precaución. Como se ven en las imagen 204 y 205.

Imagen 204. Ubicación de formaleta



Fuente: Propia

Imagen 205. Retiro de formaleta

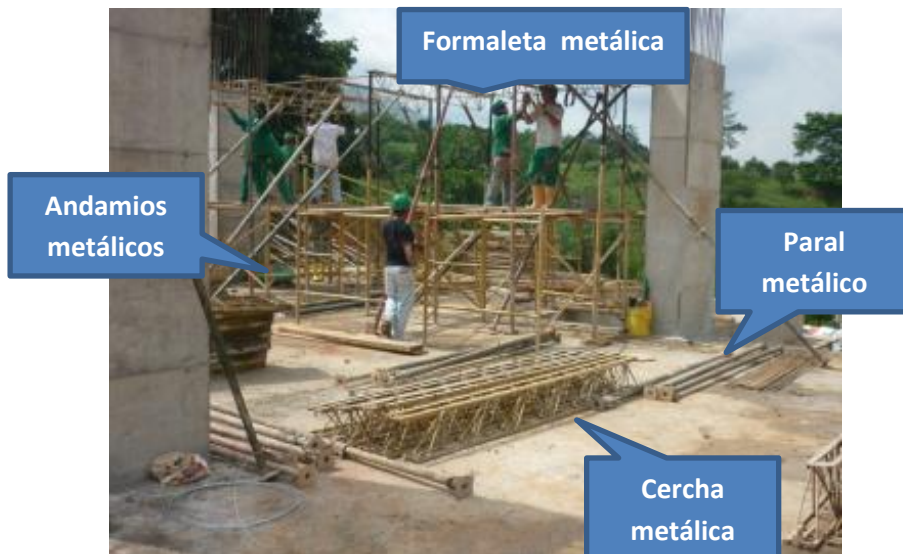


Fuente: Propia

13.2 PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA LOSA ALIGERADA DEL TERCER PISO

Una vez se haya retirado la formaleta de las columnas, se procede a la construcción de la losa armando la estructura provisional. Como se observa en la imagen 206.

Imagen 206. Armado de la formaleta de placa aligerada



Fuente: Propia

UBICACIÓN DE LA MALLA ELECTRO SOLDADA, VIGAS DE AMARRE REFORZADAS, VIGETAS, TORTA INFERIOR, CASETON

Una vez este toda la formaleta puesta y asegurada se armó las vigas de amarre y viguetas con sus respectivos estribos. Inmediatamente se extiende la malla electrosoldada inferior, uniéndolas con alambre. Como se ven en las imágenes 207 y 208.

Imagen 207. Vigas, viguetas y torta inferior



Fuente: Propia

Imagen 208. Ubicación de casetones



Fuente: Propia

VACIADO DE LA LOSA ALIGERADA DEL TERCER PISO

El vaciado del concreto se realizó distribuyéndolo en el área a fundir por medidas de seguridad, para evitar accidentes con los parales metálicos y las cerchas metálicas. Antes de vaciar el concreto, se extiende la malla electro soldada superior y se instala la respectiva tubería eléctrica.

Para el vaciado del concreto se implementaron mezcladora con bomba estacionaria y un gran número de trabajadores aproximadamente un personal de 20 personas, al mismo tiempo que se descarga el concreto en la placa se colocaba el vibrador eléctrico para retirar todos los vacíos aires que quedan en la placa; estas 20 personas realizaban trabajos como manipulación del concreto,

manipulación del vibrador eléctrico, extendida del concreto en el área a fundir, nivelación y pulido del concreto. Como se muestra en las imágenes 209 y 210.

Imagen 209. Vaciado de losa del tercer piso



Fuente: Propia

Imagen 210. Vaciado de losa del tercer piso



Fuente: Propia

Ya extendido el concreto se procede a la nivelación de este con unas reglas metálicas de aproximadamente 2m de largo por un ancho de 5 a 7 cm, una vez haya pasado estas reglas metálicas se procede a pulir el concreto con unas reglas o llana de madera que aproximadamente de 60 a 80 cm de largo dejándola con su nivel requerido, poco después se le agrega una liquido llamado Antisol para evitar las fisuras en del concreto. Como se ve en la imagen 211.

Imagen 211. Nivelación losa



Fuente: Propia

Imagen 212. Placa terminada



Fuente: Propia

Imagen 213. Avance Tercer piso



Fuente: Propia

13.3 DISTRIBUCION DE LAS AREAS DEL TERCER PISO

TERCER PISO NV 1005.5	
Espacio Físico	Área (m2)
Área nivel tercer Piso	1948.16
Sala estar de Profesores	54.66
(5) Oficinas directores + secretarias y espera	238.15
(1) salas de juntas + baño secretarias y tintos	47.94
(5) salas de atención alumnos + Área Espera	71.95
Sala de docentes (16 puestos)	96.52
Sala de docentes (10 puestos)	51.32
Sala de docentes (10 puestos)	51.32
Sala de docentes (10 puestos)	51.32
(5) salas de atención alumnos + Espera Alumnos	78.19
Sala de profesores sur capacidad (30) Puestos	210.42
Decanatura + Baño + (2) Coordinadores	57.03
Estancias Alumnos	55.28
Baño Publico	36.28
Aseo y deposito	11.79
Cuarto Técnico	19.01
Escaleras	54.73
Circulaciones	451.16
Muros	204.13
Terraza Cubierta costado Norte	94.88
Terraza Cubierta entre ejes 8-9 y D-E	12.08

14. CUARTO PISO

14.1 PROCESO CONSTRUCTIVO DE LAS COLUMNAS DEL CUARTO PISO

Ya vaciado el concreto de la losa del tercer piso, se procede a comenzar a trabajar en el armado de refuerzo de las columnas; este proceso es realizado traslapando los refuerzos verticales y entrelazando los estribos en las varillas verticales con un espaciamiento específico. Como se muestran en la imagen 214.

Imagen 214. Armado de refuerzo de columnas



Fuente: Propia

Una vez haya finalizado el amarre de los aceros esta lista para la ubicación de las formaleas metálicas, estas formaleas fueron puestas horizontalmente para su fácil instalación y acomodamiento; estas formaleas metálicas son ancladas o amarradas con ganchos aseguradores y alambre. Estas columnas se forman con sus respectivas dimensiones, niveles y plomos y al igual que en las demás columnas se usaron parales, tablones, alambre, y personal.

En este caso de la construcción de las columnas del cuarto piso hubo una disminución de dimensión de las columnas que fue de 1.2x0.5m a una reducción de 1x0.4m.

En el caso de las pantallas también surgió un cambio porque a partir del cuarto piso no se realizó la construcción de más pantallas de concreto. Como se muestra en la imagen 215.

Imagen 215. Encofrado de columnas



Fuente: Propia

VACIADO DE CONCRETO DE LAS COLUMNAS Y RETIRO DE LA FORMALETA DEL CUARTO PISO

Con el encofrado listo se llevó a cabo el vaciado del concreto, el cual se realizó con bomba por su altura, la tubería utilizada es de 4" metálica que al final tiene 3m de manguera para el fácil manejo de la bomba.

Una vez ya fundida la columna se esperó un mínimo de un día para el retiro de la formaleta, retirando los ganchos aseguradores, los alambres y con precaución se descargó en la losa, ya que ésta formaleta tiene un peso de aproximadamente 45

kg y la facilidad del retiro es porque cuando es ubicada la formaleta se le agrega un anti adherente llamado Separol para que no se pegue con el concreto.

Imagen 216. Vaciado y retiro de la formaleta de columnas

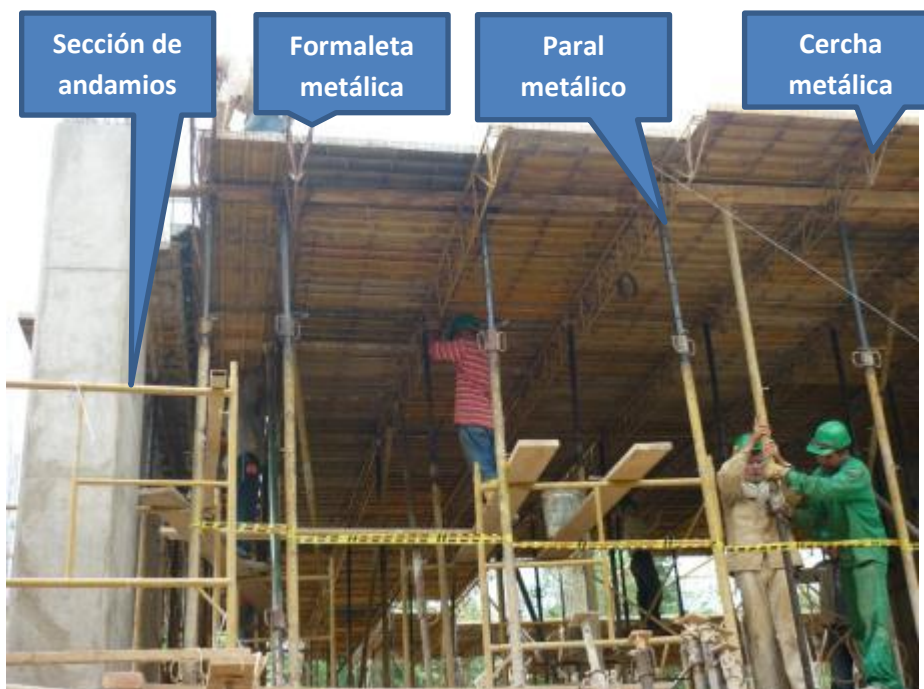


Fuente: Propia

14.2 ARMADO DE LOSA ALIGERADA DEL CUARTO PISO

Una vez este fundida las columnas, se emprende a la construcción de la cubierta del cuarto piso o piso del quinto, para la construcción de la placa se necesitó de la estructura provisional de cerchas metálicas, parales metálicas, secciones de andamios, tablonés de madera y se empleó el mismo método constructivo del armado de las losas anteriores. La instalación de la estructura provisional se observa en la imagen 217.

Imagen 217. Ubicación de la formaleta de losa aligerada



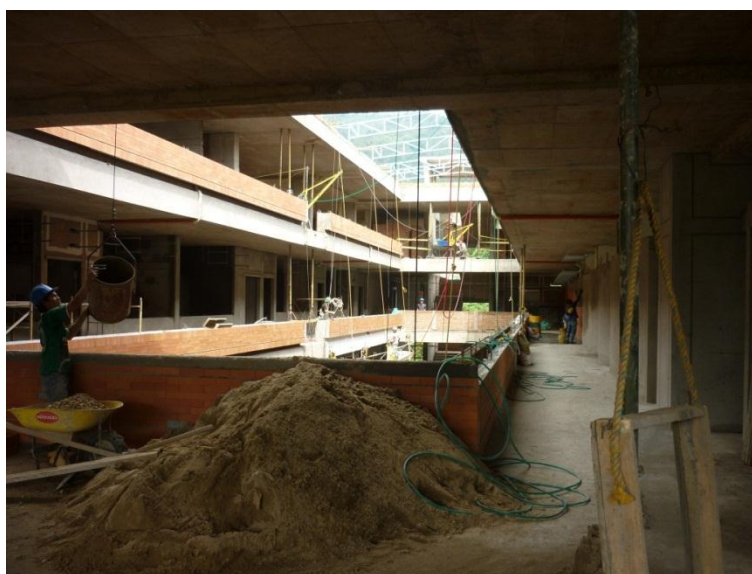
Fuente: Propia

14.3 DISTRIBUCION DE ÁREAS DEL CUARTO PISO

CUARTO PISO NV 1009.5	
Espacio Físico	Área (m2)
Área nivel cuarto Piso	1878.76
Nuevas Tecnologías	54.62
Director de comunicación social + baños + secretaria	45.74
Sala de profesores de comunicación social (10 Puestos)	93.76
.+ baños + (2) sala de atención alumnos + espera	
(2) salas edición de video + oficina CPA	98.17
Estudio Tv en (doble altura)	159.04
(2) cabinas audio	71.13
Sala redacción	54.49
Camerino + Deposito	22.36

CUARTO PISO NV 1009.5	
Espacio Físico	Área (m2)
Sala de Edición de Audio	27.61
Sala de fotografía digital infografía y multimedia	26.71
sala de producción audiovisual	26.28
Estudio Fotografía	39.75
(6) aulas	335.99
Estancia Alumnos	55.28
Baño publico	36.28
Aseo y deposito	11.79
Cuarto Técnico	19.01
Escaleras	54.73
Circulaciones	467.8
Muros	117.09
Terraza Cubierta eje 4-5 y A-B	31.32
Cubierta Verde descubierta entre ejes 7-9 y D-E	29.81

Imagen 218. Avance cuarto piso



Fuente: Propia

15. QUINTO PISO

15.1 ARMADO DE LA ESTRUCTURA DE LAS COLUMNAS DEL QUINTO PISO

Terminada la placa del cuarto piso se ejecutó el empalme o traslapo del refuerzo de las columnas provenientes del cuarto piso y la ubicación de sus respectivos estribos y ganchos. Como se ve en la imagen 219.

Imagen 219. Refuerzo de columna



Fuente: Propia

Posteriormente se encofró la columna para el vaciado del concreto, este encofrado se aseguró con ganchos aseguradores de formaleta, alambre y parales con el fin de evitar que la fuerza de empuje del concreto abriera el encofrado.

Para el vaciado del concreto, se realizó el mismo proceso para el vaciado de concreto de columnas del cuarto piso. Como se observa en la imagen 220.

Imagen 220. Encofrado de columna



Fuente: Propia

Un día después de fundidas las columnas del quinto piso, se desencofró revertiendo el proceso de encofrado; el Separol facilitó el retiro de las formaletas.

POSTURA DEL REFUERZO DE VIGAS, MALLA ELECTRO SOLDADA Y VIGUETAS

Luego de terminadas las columnas, se ejecutó el armado de la estructura provisional que consiste en un armazón de parales, cerchas y formaletas, la cual sostuvo el refuerzo y el vaciado del concreto. Como se observa en la imagen 221 a 223.

Imagen 221. Armado de viga



Refuerzo de
Viga

Fuente: Propia

Imagen 222. Malla electrosoldada



Fuente: Propia

Imagen 223. Ubicación de viguetas



Fuente: Propia

VACIADO DEL LA TORTA INFERIOR

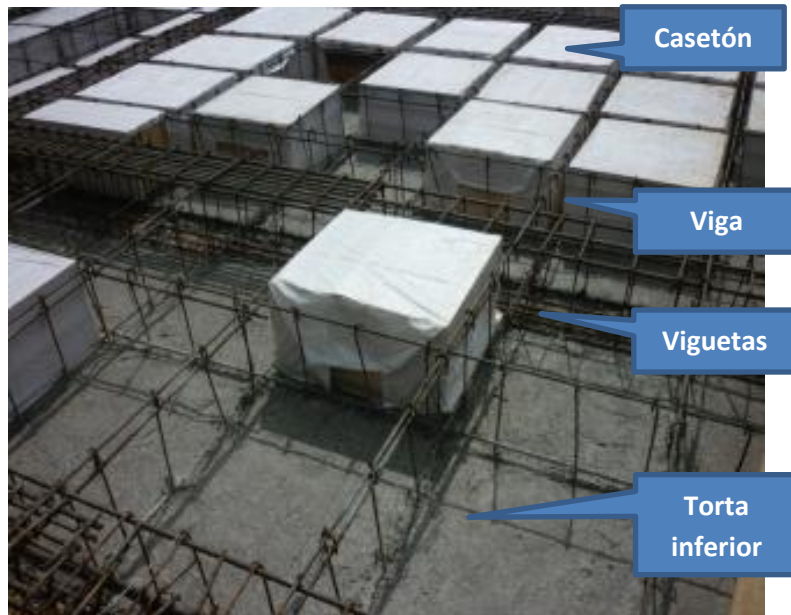
La torta inferior es un concreto de 4.000 psi de altura 5cm. como se demuestran en las figuras 224 a 226.

Imagen 224. Vaciado de la torta inferior



Fuente: Propia

Imagen 225. Ubicación de casetones



Fuente: Propia

Imagen 226. Ubicación de los casetones



15.2 VACIADO DEL CONCRETO DEL QUINTO PISO

Una vez estén ubicados todos los casetones de la placa se procede al vaciado del concreto del quinto piso o cubierta, este vaciado es realizado con la misma monitoria de los anteriores pisos y en este caso también se utilizó una bomba estacionaria.

Se reforzó la cubierta y esta quedo como una cubierta habitable y con base a lo anterior se dejó con el mismo refuerzo de las anteriores placas. Por lo tanto del primer piso al piso tres su diseño estructural es igual y los pisos 4 y 5. Como se ven en las imágenes 227 a 230.

Imagen 227. Vaciado del concreto.



Fuente: Propia

Imagen 228. Vaciado de losa de entrepiso



Fuente: Propia

Imagen 229. Nivelación concreto



Fuente: Propia

Imagen 230. Aplicando el Antisol



Fuente: Propia

Una vez este la placa fundida la placa se procede la ubicación de la cubierta y la realización de las siguientes actividades como la mampostería, las instalaciones hidráulicas y sanitarias, pañetes, pintura, pisos de baldosa, muros en baldosa.

Imagen 231. Avance del quinto piso



Fuente: Propia

Imagen 232. Cubierta del quinto piso



Fuente: Propia

15.3 DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS DEL QUINTO PISO

QUINTO PISO NV 1013.5	
Espacio Físico	Área (m2)
Área nivel quinto Piso	1766.38
(3) Aulas	168.70
Auditorio	139.21
Cafetería + Área mesas+ Baños	213.17
Control Máster	41.76
(6) Aulas	335.9
Estancia Alumnos	55.28
Baño publico	36.28

QUINTO PISO NV 1013.5	
Espacio Físico	Área (m2)
Aseo y deposito	11.79
Cuarto Técnico	19.01
Escaleras	54.73
Circulaciones	517.26
Muros	91.79
Cubierta Verde Bajo techo sector norte entre eje 4-5 y A-B	21.77
Terraza Cubierta Sur	59.73

16. ÁREA POR PISO

DETALLE DE AREAS POR PISOS EDIFICIO K UPB	
Área Nivel Sótano	1177.68
Área Nivel Semisótano	1897.39
Área Nivel Primer Piso	1827.98
Área Nivel Segundo Piso	2062.77
Área Nivel Tercer Piso	1948.16
Área Nivel Cuarto Piso	1878.76
Área Quinto Piso	1766.38

TOTAL AREA DISEÑADA EDIFICIO K UPB	12559.12
---	-----------------

Lab. Estructuras y resistencia de materiales en primer piso	192.92
---	--------

AREA TOTAL DISEÑADA EDIFICIO (K) UPB	12752.04
---	-----------------

17. FACHADA SUR OCCIDENTAL

En las imágenes 233 a 236 se observa el avance de la obra.

Imagen 233. Fachada sur occidental "render"



Fuente: Propia

Imagen 234. Fachada sur occidental "avance"



Fuente: Propia

18. FACHADA NOR OCCIDENTAL

Imagen 235. Fachada nor occidental "render"



Fuente: Propia

Imagen 236. Fachada nor occidental "avance"



Fuente: Propia

19.CONCLUSIONES

- La revisión de los distintos procesos constructivos del edificio K de la Universidad Pontificia Bolivariana permitió evidenciar que tanto el material bibliográfico existente como las clases teóricas del pregrado necesitan apoyarse en otros métodos de enseñanza más didácticos que faciliten un mayor acercamiento a la realidad de los procedimientos empleados en la práctica.
- El registro fotográfico de las diferentes actividades relacionadas con la cimentación y estructura permiten hacer un cubrimiento a los procedimientos con una línea de tiempo más amplia que aquella que podría lograrse en una visita técnica, la cual se limita a los procedimientos que se están ejecutando en el momento de la observación. Además, la fotografía permite capturar muchos detalles que son difíciles de observar a simple vista por un visitante.
- El proceso de capturar la información visual y complementarla con detalles encontrados en fuentes técnicas enriquece el aporte al estudiante ya que éste puede encontrar situaciones reales y puede observar a su vez las aplicaciones de la teoría que le ha sido enseñada en clase.
- Las tecnologías de la información y la comunicación ofrecen herramientas que pueden ser aprovechadas para la enseñanza a estudiantes de pregrado. En el presente trabajo se empleó un software de fácil acceso y aplicación para que cada usuario puede interactuar y explorar a su propio ritmo las actividades del proyecto. El diseño de la aplicación permite recorrer las actividades más relevantes del proyecto (dentro de la etapa de cimentación y estructura) organizadas a través de la Estructura de actividades del proyecto.
- El producto final de este trabajo de grado puede ser utilizada por estudiantes de cualquier universidad, pero tiene un valor agregado para los estudiantes de la UPB Bucaramanga, pues el producto terminado (edificio K) se encuentra localizado en el campus de esta seccional y podrá ser observado por los estudiantes de esta institución, luego esto permitirá asimilar mejor las descripciones del proyecto.

20.RECOMENDACIONES

A continuación se presentan algunas recomendaciones que pueden tomarse en cuenta para la ejecución de futuros trabajos relacionados:

- Se considera importante continuar con el proceso de seguimiento a las demás actividades del edificio para documentar este proyecto en su totalidad y lograr un seguimiento completo a la edificación cubriendo las etapas más relevantes del proyecto.
- Para el presente trabajo se contó con el apoyo de la dirección de Planeación de la Universidad y con personal directivo del proyecto. Se advierte que es fundamental contar con la aprobación de la empresa constructora para tener accesos a las instalaciones y a la información requerida para trabajos de este tipo.
- La documentación de las actividades requiere hacer un seguimiento a la programación del proyecto dado que es imposible permanecer tiempo completo en la obra, no obstante se requiere conocer con antelación las actividades que serán desarrolladas para hacer una preparación de los instrumentos necesarios y para coordinar la presencialidad durante el evento.
- La mejor forma de organizar la información obtenida en campo es relacionarla con la estructura de desglose del trabajo (EDT), también conocida como WBS. De esta forma se estructura la información de la mano con la programación y con los capítulos del proyecto.
- El acceso a la información sobre programación y desarrollo de actividades del proyecto debe estar permitido a las personas que realicen seguimientos de este tipo. Se debe respetar la confidencialidad de esta información y limitarse a la necesaria para los fines pertinentes
- Debido a la cantidad de detalles que contiene cada actividad se recomienda documentar todo lo observado inmediatamente se finaliza una actividad, para evitar la omisión, el olvido o la confusión de información. Una técnica recomendada es hacer pequeños videos que permitan observar detenidamente el proceso que se está realizando.
- Por seguridad se debe contar con todos los elementos de protección personal para evitar lesiones mayores en caso de accidente.

- Se recomienda consultar con el personal profesional a cargo todo aquello que parezca extraño o que no sea claro en las observaciones. Esto permite complementar el proceso de seguimiento y disminuye los posibles errores en los que se puede incurrir al documentar algún procedimiento que esté siendo mal ejecutado. Por lo anterior se requiere estudiar el proceso de la actividad que será observada antes de que esto ocurra, de esta forma se puede hacer una mejor comparación de lo teórico con lo real y se puede detectar posibles variaciones en los procedimientos.
- Durante el trabajo se notó que en obra se dan distintas denominaciones a las herramientas y maquinaria, y que estas denominaciones hacen parte de la jerga del personal del proyecto. Sin embargo, se debe consultar los nombre técnicos para que la información sea generalizada y conserve el carácter técnico que un trabajo con fines académicos requiere.
- Se recomienda subir la Aplicación para la Explicación del Proceso Constructivo de Cimentación y Estructura del Edificio K a la Pagina Web de la Universidad Pontificia Bolivariana.
- Para la captura de información gráfica, se aconseja que la Facultad de Ingeniería Civil adquiera una cámara con mayor resolución.
- Finalmente, es aconsejable tener evidencia de la mayor cantidad de procesos, dado que en un proyecto de este tipo una vez ejecutada una actividad no esta no puede ser repetida, lo que significa que la información que no ha sido documentada o la documentada de forma incorrecta se perderá si no se captura su momento.

21. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ARME, IDEAS EN GUADUA. Soacha, Cundinamarca [En línea]. Disponible en:
<http://www.armeideasenguadua.com/caseton_sintetico.php 23/agosto/2011>

A.V Ingeniería. “Aditivos para concreto”. Islas margarita, Venezuela [En línea]. Disponible en:
<http://www.google.com.co/imgres?q=vaciado+de+concreto&start=136&num=10&um=1&hl=es&safe=active&biw=1280&bih=699&tbm=isch&tbnid=_fuuE95WlABZM:&imgrefurl=http://www.avingenieria.com/ae/aditivos.htm&docid=qCcZgEpeiN1yJM&imgurl=http://www.avingenieria.com/jpg/vaciado1.jpg&w=256&h=192&ei=TrJfT4OQLcOYgwf10syaCA&zoom=1&iact=hc&vpx=841&vpy=165&dur=317&hovh=152&hovw=194&tx=78&ty=87&sig=104352059022423938101&sqi=2&page=8&tbnh=152&tbnw=194&ndsp=20&ved=1t:429,r:3,s:136> (24/agosto/2011)

BIBLIOTECA ATRIUM DE LA CONSTRUCCION. Volumen 5, Elementos constructivos.
“Infraestructura: cimentaciones y muros”, páginas 11 y 17. Editorial Océano/Centrum. Barcelona, España.

CONSTRUCTORA C&V. “Paral metálico” [En línea]. Santamarta, Colombia. Disponible en:
<http://www.actiweb.es/constructoracv/paraless_de_acero.html>
MADERERA CAROL LTDA. “La empresa y sus funciones” [En línea]. Disponible en:
<<http://madereracarolltda.blogspot.com/>>(5/sep/2011)

CHROBAK, R. The Globalization and the Engineering Teaching for the XXI century [En línea].
Primer congreso Argentino de Enseñanza en la Ingeniería. (1996). Recuperado el 10 de octubre de 2011, Disponible en: <<http://scienti.colciencias.gov.co:8084/publindex/docs/articulos/0123-2126/1/6.pdf>>

FERRERO, A., & Pipa, D. Sistema constructivo "Benuma" para la producción del hábitat social: Hábitat y tecnología [En línea]. Revista de Arquitectura el cable , 54-59. (2006). Disponible en:<<http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/elcable/article/view/1249>>

FERREX. “Varilla corrugada 4200” [En línea]. Disponible en:
<<http://www.materialesdeconstruccion.com.mx/materiales-varilla-4200.php>>

FORJADOS, CONSTRUCCION. “Empresas” [En línea]. Disponible en:
<<http://webs.demasiado.com/forjados/constru/separadores/index.htm>>

GRISCO. “Formaleta manoportables metálicas de tablero plano” [En línea]. Envigado, Colombia. Disponible en:
<http://www.google.com.co/imgres?q=formaleta+metalica&um=1&hl=es&safe=active&sa=N&biw=1280&bih=656&tbm=isch&tbnid=w_j1qR2aP2kVoM:&imgrefurl=http://www.grisco.net/formaletas.php&docid=U5vzMv5vggzdyM&imgurl=http://www.grisco.net/cms-assets/images/Formaletas/647444.formaletas2.jpg&w=720&h=540&ei=_7NfT_mIM8f8ggepvbmmC>

A&zoom=1&iact=rc&dur=208&sig=104352059022423938101&page=2&tbnh=144&tbnw=163&start=18&ndsp=24&ved=1t:429,r:4,s:18&tx=73&ty=91> (1/sep/2011)

RENTECON. "Sistema de formaleta metálica modular" [En línea]. Disponible en:
<http://www.renteco.com/archivos/alquileres_archivos/2129_formaleta.pdf>

Universidad de Los andes. (s.f.). Procesos constructivos. Edificio Mario Laserna [En línea].
Recuperado el 10 de Octubre de 2011, Disponible
en:<<http://construccion.arquitectura.uniandes.edu.co/>>

Zavala, C., & Valdivia, G. H. Guía para la construcción del sistema constructivo CS. [En línea]
(2002). Lima: s.n. Disponible en: <http://www.ipred-iisee.org/database/guidelines%20earthquake/No.2_CartillaCS.pdf>