



UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS

INFORME FINAL

TRABAJO DE GRADO EN LA MODALIDAD DE PASANTIA PARA OPTAR AL TITULO DE INGENIERA CIVIL DENOMINADO SUPERVISION DEL REFUERZO ESTRUCTURAL DEL CONJUNTO RESIDENCIAL LA ESTACION-POPAYAN



YURY MAGALI QUIÑONEZ

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
POPAYAN**

2009

1

*SUPERVISION DEL REFUERZO ESTRUCTURAL DEL CONJUNTO RESIDENCIAL
"LA ESTACION"*



INFORME FINAL

**TRABAJO DE GRADO EN LA MODALIDAD DE PASANTIA PARA OPTAR AL
TITULO DE INGENIERA CIVIL DENOMINADO
SUPERVISION DEL REFUERZO ESTRUCTURAL
DEL CONJUNTO RESIDENCIAL LA ESTACION-POPAYAN**



YURY MAGALY QUIÑONEZ

**Director de pasantía FIC
Ing. CARLOS ARIEL HURTADO
Supervisor de Obra
Ing. Marco Meneses**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
POPAYAN**

2009

2



NOTAS

Nota de Aceptación

Firma del jurado

Firma del director



DEDICATORIA

A Dios,
A mis padres,
fuente de inspiración en cada uno de mis logros,
a mi sobrinita quien le da alegría a mi vida,
a mis hermanos
quienes creyeron en mi siempre
y quienes, incansablemente, apoyan la consecución de mis objetivos,
y traen serenidad a mi vida.

A mi novio,
a mis amigos,
quienes,
de muchas maneras,
en muchas formas,
y en todas las oportunidades,
me brindaron su incondicional apoyo.

Gracias,
hoy y siempre,
a todos ellos



AGRADECIMIENTOS

En la obtención de nuestro objetivo, el trabajo de grado, muchas personas fueron indispensables, por eso les quiero agradecer a todos, empezando por el CONSORCIO A.M.T quien me brindo la oportunidad de realizar una pasantía para complementar la formación como ingeniera civil, quien a su vez me acogió como uno más de sus miembros, y siempre me brindaron su apoyo y experiencia técnica, profesional y personal.

Quiero agradecer en especial, al ingeniero Marco Meneses, por orientar de manera constante para que esta etapa de mi formación académica culminara con éxito.

Quiero agradecer a mis compañeros Lorena Ceballos y Andrés Castillo, por su desinteresada y constante colaboración para hacer realidad este último trabajo académico.

Quiero agradecer al ingeniero Calos Ariel Hurtado, por su incansable colaboración y asesoría en muchos aspectos de este trabajo.

¡Agradecimientos...!



TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	12
2.	JUSTIFICACIÓN	13
3.	OBJETIVOS	14
3.1	OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO	14
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL PROYECTO	15
4.	ALCANCE	16
5.	¿¿ QUE ES LA SUPERVISION TECNICA ESTRUCTURAL??	17
6.	GENERALIDADES DEL PROYECTO	18
6.1	Descripción del proyecto	18
6.2	Descripción arquitectónica.....	19
7.	ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN	21
7.1	Preliminares.....	21
7.2	Estructura.....	21
7.3	Mampostería.....	23
7.4	Instalaciones sanitarias	23
7.5	Instalaciones hidráulicas.....	24
7.6	Equipos especiales.....	24
7.7	Varios.....	25
8.	DESARROLLO DE LA PASANTIA	26
8.1	Actividades iniciales como pasante.....	26
8.2	Procesos técnicos y constructivos.....	26
8.3	Trabajo de campo.....	26
8.4	Generalidades del acero de refuerzo	27
8.4.1	Diseño estructural	27
8.4.2	Calidad del acero	28
8.4.3	Dimensiones de las barras de refuerzo utilizadas en la obra	30
8.4.4	Almacenamiento del acero de refuerzo	31
8.4.5	Figurado del acero	31
8.4.6	Diámetro mínimo de doblamiento	32
8.4.7	Transporte	33
8.5	Losas de entrepiso	33
8.5.1	Losa de entrepiso tipo (piso 2,3 ,4 ,5 ,6).....	34
8.5.1.1	Chequeo de la formaleta.....	36
8.5.1.2	Colocación del acero de refuerzo	36
8.5.1.3	Limpieza del refuerzo.....	37
8.5.1.4	Recubrimiento	37
8.5.2	Vigas.	38



8.5.2.1 Vigas ejes (1-11)	38
8.5.2.2 Vigas ejes (A, B, C, D)	41
8.5.2.3 Viga V1-V1	42
8.5.2.4 Viga V2-V2	42
8.5.2.5 Viga V3-V3	43
8.5.2.6 Viga V5-V5	44
8.5.3 Viguetas	45
8.5.3.1 Vigueta VT1	45
8.5.3.2 Vigueta VT2-VT3	46
8.5.4 Ultima revisión de la losa	47
8.5.5 Transporte y Colocación del concreto	48
8.6 Columnas	48
8.6.1 Proceso constructivo	49
8.6.2 Colocación del acero de refuerzo	50
8.6.3 Encofrado	51
8.6.4 Fundición	51
8.6.5 Descripción de las columnas	52
8.6.5.1 Columnas C1	52
8.6.5.2 Columnas C2	53
8.6.5.3 Columnas C3	54
8.7 Muros	56
8.7.1 Supervisión técnica realizada	58
8.7.2 Acero de los extremos	59
8.8 Colocación del acero de temperatura	62
8.9 Escaleras	63
8.10 Losa de séptimo entepiso	64
8.10.1 Viga V4-V4	64
8.11 Losa de octavo entepiso	66
8.12 Alternativa del refuerzo en obra	68
8.12.1 Modelo de viga armada fuera del sitio	68
8.13 Losa de cimentación torre C	71
8.13.1 Losa de cimentación torre C	72
8.13.2 Vigas de cimentación	72
8.13.2.1 Zapata Z5	74
8.13.2.2 Zapata Z6-Z6	75



8.13.2.3 Zapata Z7-Z7	76
8.14 Construcción de la estructura de sótanos	78
8.14.1 Zapatas	78
8.14.1.1 Zapata Z10	79
8.14.1.2 Zapata Z11	80
8.14.1.3 Zapata Z12	81
8.14.2 Columna C4	82
8.15 Resumen general de la supervisión del refuerzo	83
9. CALIDAD DEL CONCRETO	86
9.1 Concreto hecho en obra	86
9.1.1 Materiales	86
9.1.1.1 Agregados	87
9.1.1.2 Aditivo	88
9.1.2 Elementos estructurales a fundir	88
9.1.3 Chequeo de la manejabilidad	89
9.1.3.1 Ensayos	89
9.1.3.2 Prueba del cono o Slump	89
9.1.3.3 Pruebas de resistencia a la compresión del concreto	90
9.2 Resumen de resistencias a compresión del concreto	91
9.3 Imprevistos constructivos	95
9.3.1 Hormigueros	95
OBSERVACIONES	96
CONCLUSIONES	97
BIBLIOGRAFIA	99
ANEXOS	95



LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Aérea	Figura 2. Planta Urbana.....	18
Figura 3. Planta primer piso.....		19
Figura 4. Planta piso tipo.....		20
Figura 5. Planta séptimo piso	Figura 6. Planta octavo piso.....	20
Figura 7. Ladrillo a la vista.....		23
Figura 8. Instalaciones sanitarias.....		23
Figura 9. Instalaciones hidráulicas.....		24
Figura 10. Ascensor.....		24
Figura 11. Instalación de gas.....		25
Figura 12. Estado inicial de la obra.....		27
Figura 13. Calidad del acero de la obra.....		29
Figura 14. Almacenamiento del acero bajo techo de concreto.....		31
Figura 15. Elaboración de los ganchos	Figura 16. Corte de barras.....	32
Figura 17. Corte de losa de entrepiso.....		34
Figura 18. Losa piso tipo (2, 3, 4, 5, 6).....		35
Figura 19. Formaleta para la losa.....		35
Figura 20. Limpieza de la formaleta.....		36
Figura 21. Refuerzo de las vigas de borde	Figura 22. Colocación de los estribos por grupos.....	37
Figura 23. "Panelas" o trozos de concreto.....		38
Figura 24. Gancho de los estribos.....		39
Figura 25. Sección transversal.....		40
Figura 26. Traslapo	Figura 27. Medida del traslapo.....	40
Figura 28. Separación entre estribos	Figura 29. Traslapo.....	41
Figura 30. Longitud gancho de viga	Figura 31. Longitud gancho de estribo.....	41
Figura 32. Separación entre estribos	Figura 33. Corte de viga.....	42
Figura 34. Corte de viga	Figura 35. Separación entre estribos.....	43
Figura 36. Corte de viga	Figura 37. Separación entre estribos.....	43
Figura 38. Corte de viga	Figura 39. Longitud gancho de viga.....	44
Figura 40. Traslapo.....		44
Figura 41. Vigueta VT1	Figura 42. Corte de vigueta.....	45
Figura 43. Numero de ganchos	Figura 44. Separación entre ganchos.....	46
Figura 45. Corte de viguetas VT2-VT3	Figura 46. Separación entre ganchos.....	46
Figura 47. Limpieza de la losa antes de la fundición.....		47
Figura 48. Transporte del concreto a la losa	Figura 49. Vaciado del concreto en el sitio requerido.....	48
Figura 50. Tipos de columnas.....		49
Figura 51. Localización de las columnas.....		50
Figura 52. Colocación de los estribo.....		50
Figura 53. Colocación del collarín	Figura 54. Formaleta de la columna.....	51
Figura 55. Vaciado del concreto.....		52
Figura 56. Compactación por vibración interna.....		52
Figura 57. Forma de los estribos	Figura 58. Separación entre estribos.....	52
Figura 59. Corte de columna	Figura 60. Armado de estribos.....	53
Figura 61. Longitud de traslapo	Figura 62. Corte de columna.....	53



Figura 63. Longitud del gancho	Figura 64. Estribos dobles	54
Figura 65. Corte de columna	Figura 66. Armado de columna	55
Figura 67. Estribos triples	Figura 68. Forma de la columna	55
Figura 69. Dimensiones de la columna		56
Figura 70. Muro tipo 1		56
Figura 71. Muro tipo 2		57
Figura 72. Muro tipo 3		57
Figura 73. Muro tipo 4		57
Figura 74. Muro tipo 5		58
Figura 75. Armado del refuerzo e instalación de la formaleta		59
Figura 76. Compactación por vibración interna		59
Figura 77. Muro tipo 2	Figura 78. Muro tipo 3	60
Figura 79. Forma del estribo	Figura 80. Separación entre estribos	60
Figura 81. Separación vertical entre varillas	Figura 82. Separación horizontal entre varillas	61
Figura 83. Traslapo horizontal	Figura 84. Traslapo vertical	61
Figura 85. Muro tipo 4	Figura 86. Columna de confinamiento C1	62
Figura 87. Colocación del acero de temperatura		62
Figura 88. Encofrado para la base de las escaleras e instalación de la formaleta		63
Figura 89. Colocación del acero de refuerzo y vaciado del concreto		63
Figura 90. Losa de séptimo entrecimso		64
Figura 91. Corte de viga	Figura 92. Armado de viga	65
Figura 93. Estribo que no cumple con la separación	Figura 94. Corrección de la separación	65
Figura 95. Losa de octavo entrecimso		66
Figura 96. Separación entre estribos	Figura 97. Longitud del gancho de la viga	67
Figura 98. Gancho de estribo	Figura 99. Longitud del gancho	67
Figura 100. Despiece original viga 6		69
Figura 101. Despiece elaborado en obra		69
Figura 102. Separación entre estribos	Figura 103. Gancho de viga	70
Figura 104. Sección de viga	Figura 105. Sección de diseño	70
Figura 106. Forma de la soldadura	Figura 107. Traslapo con soldadura	71
Figura 108. Losa de cimentación torre C		71
Figura 109. Cimentación torre C		72
Figura 110. Vigas de cimentación		73
Figura 111. Verificación de las dimensiones de la excavación		73
Figura 112. Corte de zapata	Figura 113. Altura de zapata	74
Figura 114. Separación entre estribos	Figura 115. Longitud del gancho	74
Figura 116. Corte de zapata	Figura 117. Altura de zapata	75
Figura 118. Estribo que no cumple con la separación	Figura 119. Corrección de la separación	75
Figura 120. Longitud del gancho	Figura 121. Recubrimiento	76
Figura 122. Corte de zapata	Figura 123. Altura de zapata	76
Figura 124. Separación entre estribos	Figura 125. Traslapo	77
Figura 126. Zona 1		78
Figura 127. Corte de zapata	Figura 128. Recubrimiento	79
Figura 129. Separación de las varillas de refuerzo	Figura 130. Longitud del gancho	79
Figura 131. Corte de zapata	Figura 132. Refuerzo de la zapata	80
Figura 133. Separación del refuerzo	Figura 134. Dimensiones de la zapata	80



Figura 135. Corte de zapata	Figura 136. Separación entre estribos	81
Figura 137. Traslapo	Figura 138. Longitud del gancho de la zapata	81
Figura 139. Corte de columna	Figura 140. Colocación de estribos	82
Figura 141. Estribo que no cumple con la separación	Figura 142. Corrección de la separación	82
Figura 143. Distribución de los estribos	Figura 144. Longitud de traslapo	83
Figura 145. Agua de mezcla	Figura 146. Cemento Argos	87
Figura 147. Arena de Puerto Tejada	Figura 148. Agregado grueso	87
Figura 149. Aditivos plastificantes usados en la preparación de la mezcla de concreto	Figura 151. Medida del asentamiento	90
Figura 150. Prueba de slump realizada en la obra		
Figura 152. Elaboración de cilindros.....		90
Figura 153. Defectos en los muros		95
Figura 154. Hormigueros en columnas.....		95



1. INTRODUCCIÓN

La ingeniería estructural ha sido parte esencial del esfuerzo humano aplicando el conocimiento de la mecánica, matemática y las ciencias en el diseño de estructuras.

El acero como material de refuerzo es importante para la industria de la construcción, por lo cual se debe garantizar su comportamiento.

El acero de refuerzo debe cumplir con ciertas normas y especificaciones que exigen sea verificada su resistencia, ductilidad, dimensiones y límites físicos.

Mi labor como pasante fue la supervisión del refuerzo estructural con el fin de verificar que la obra cumpliera con el diseño y las especificaciones estructurales para que se satisficieran todos los requisitos de seguridad, calidad y utilidad.

El consorcio AMT da la oportunidad al estudiante de involucrarse en escenarios profesionales, aplicando los conocimientos adquiridos para resolver situaciones particulares que se presenten mediante métodos y técnicas de ingeniería, además el estudiante continua con su proceso formativo adquiriendo experiencia que le ayudara en el desarrollo profesional, así como el promover y fortalecer la relación entre la sociedad, universidad y la empresa.



2. JUSTIFICACIÓN

Cumplir con el requisito de trabajo de grado en la modalidad de pasantía para optar al título de Ingeniera Civil con el propósito de realizar la supervisión del refuerzo estructural del “**Conjunto residencial la Estación**” desarrollado por el **consorcio AMT**, observando, analizando y verificando cada actividad relacionada con el proceso constructivo de las torres C y D que conforman el 50% del conjunto residencial, enfatizando en la supervisión del acero de refuerzo del mismo.

Este proyecto busca fortalecer los conocimientos adquiridos en el transcurso del proceso académico en el área de estructuras y construcción por medio de la observación y verificación de las características de los diversos miembros del sistema estructural seleccionados con base en un análisis previo, para determinar si la estructura satisface o no las especificaciones contempladas en las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente (NSR-98).

Es oportuno participar en una obra tan importante para la ciudad, ayudando a complementar la formación como ingeniera civil.

La labor del estudiante como pasante permite aprovechar al máximo los conocimientos adquiridos además que fortalece el proceso formativo, dado que permite involucrarse en los procesos constructivos y conocer técnicas en cada una de las etapas de un proyecto y en mi caso particular hacer la supervisión del refuerzo estructural.



3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO

El proyecto Conjunto Residencial La Estación consta de cuatro (4) edificios de ocho pisos de sesenta unidades residenciales cada uno, para un total de 240 apartamentos. El proyecto posee un sótano de parqueaderos, plazoleta central, portería, oficina de administración, local comercial, salón comunal, piscina y zona de recreación, además cuenta con todas sus obras de infraestructura tales como: alcantarillado sanitario y pluvial, red de acueducto, red eléctrica, teléfonos y citofonia, planta eléctrica de emergencia. Adicionalmente se incluye la apertura y construcción de la calle (5N) quinta norte.

Al inicio de la pasantía la torre D tenía un avance del 40% correspondiente a la construcción de cimentación de pilotes, losa de cimentación, pavimento de parqueaderos, sótano y cuarta losa con sus respectivas columnas y pantallas.

El objetivo principal de la pasantía consistió en la verificación en obra de la información consignada en los planos estructurales, asegurando el cumplimiento de la norma NSR 98, aplicando los conceptos aprendidos en la academia.



3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL PROYECTO

- φ Revisión de los planos y diseños estructurales con recomendaciones elaboradas por el consultor del proyecto.
- φ Verificar el acero de refuerzo, dimensiones de las secciones y detalles estructurales:
 - Diámetros, traslapos, recubrimientos, estribos, despieces, ganchos, posición y longitud.
- φ Supervisar la calidad del concreto, en lo relacionado a la rotura de cilindros, verificar si se presentan fisuras y observar en que secciones de la estructura aparecen hormigueros.
- φ Revisar y confirmar que se cumplan las especificaciones contempladas en las normas colombianas de diseño en los diferentes procesos constructivos en la ejecución de la obra para realizar los controles de calidad.
- φ Realizar una bitácora acompañada de un registro fotográfico del avance de la obra.
- φ Presentar un informe final, en el cual queden registrados los logros realizados, las observaciones más importantes referidas al aprendizaje y desarrollo de los objetivos propuestos durante esta pasantía.



4. ALCANCE

La realización de la pasantía me permitió reafirmar, actualizar, complementar y perfeccionar los conocimientos adquiridos en las diferentes áreas del programa de Ingeniería Civil de la Universidad del Cauca, especialmente lo relacionado con los aspectos de la ingeniería estructural.

En este documento se presentan los alcances logrados durante el desarrollo de la pasantía, los cuales se enumeran a continuación.

1. Descripción estructural del proyecto de la torre C y D.
2. Resultados de la supervisión estructural como:
 - Porcentaje cumplido del recubrimiento.
 - Porcentaje cumplido del despiece.
 - Porcentaje cumplido del traslapo.
 - Porcentaje cumplido de la longitud y posición de los ganchos.



5. ¿¿ QUE ES LA SUPERVISION TECNICA ESTRUCTURAL??

La palabra supervisión es compuesta, viene del latín "visus" que significa examinar un instrumento poniéndole el visto bueno; y del latín "súper" que significa privilegio, ventaja o preferencia por razón o mérito especial.

La supervisión técnica estructural es la tarea que verifica que en la construcción de la edificación se cumplan los diseños y especificaciones dadas por el ingeniero estructural.

6. GENERALIDADES DEL PROYECTO

6.1 Descripción del proyecto



Figura 1. Aérea



Figura 2. Planta Urbana

El “**Conjunto Residencial La Estación**” se localiza en el sector Centro-Norte de la ciudad, se sitúa entre la Avenida Mosquera y la Avenida Champagnat, con carrera 9 entre la calle 5N y la calle 7N. Este proyecto se desarrollará en un lote con un área de 12.287 M² y un área total construida de 31.721M². (Ver Figuras 1 y 2).

El acceso principal, tanto peatonal como vehicular del conjunto se ubica sobre la calle 5N, la cual se construirá dentro del desarrollo del proyecto, para permitir tener acceso al conjunto por la Avenida Champagnat y la Avenida Mosquera.

El conjunto cuenta con 4 torres de 8 pisos, cada piso tiene 8 apartamentos los cuales cuentan con: Una entrada general, patio interior común, una amplia zona

de acceso, sótanos de parqueaderos, dos ascensores por torre y dos zonas internas de escaleras.

6.2 Descripción arquitectónica

PLANTA PRIMER PISO

El primer nivel de cada torre consta de 4 apartaestudios de 41.95M², 2 apartaestudios de 40M², 4 apartamentos esquineros de 45.30M², y 2 apartamentos de 78.70M². (Ver Figura 3).

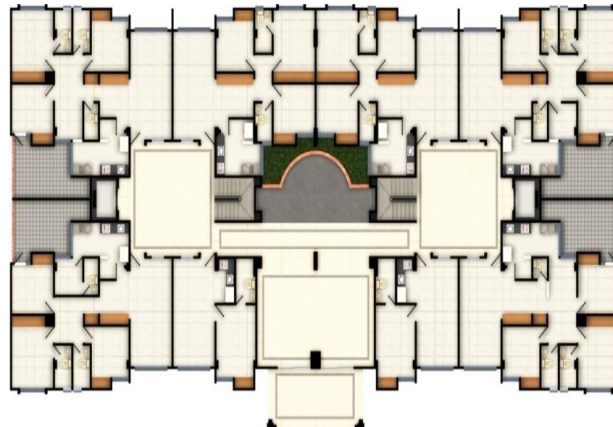


Figura 3. Planta primer piso

PLANTA PISO TIPO (PISO 2, 3, 4, 5, 6)

Los pisos del segundo al sexto nivel tienen 4 apartamentos esquineros de $100.46M^2$, 2 apartamentos medianeros de $85.50M^2$ y 2 apartamentos de $82.65M^2$. (Ver Figura 4).

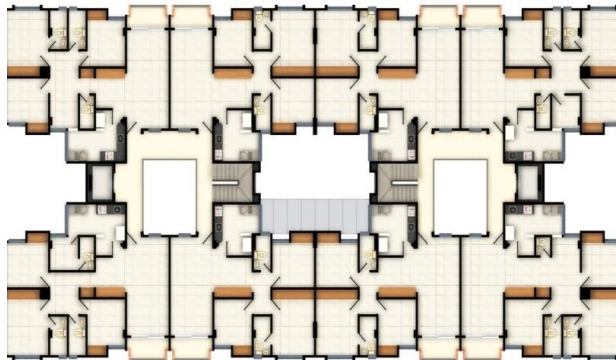


Figura 4. Planta piso tipo

PLANTA PRIMERO Y SEGUNDO PISO PENHOUSE

El séptimo y octavo piso constan de 8 apartamentos PENT HOUSE, 4 de estos son apartamentos esquineros de $188,12M^2$, 2 apartamentos medianeros de $160,41M^2$ y 2 apartamentos de $158.61M^2$. (Ver Figuras 5 y 6).

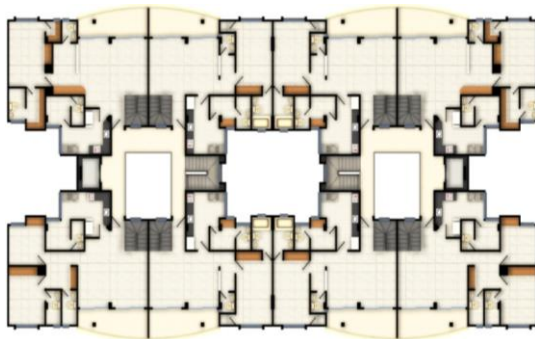


Figura 5. Planta séptimo piso

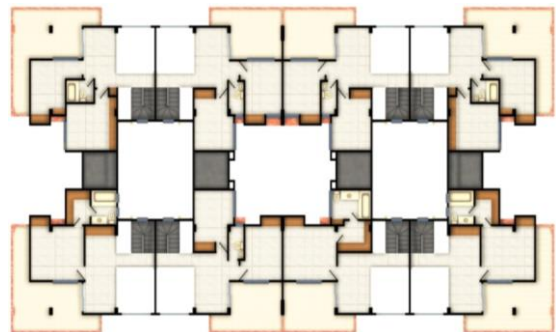


Figura 6. Planta octavo piso



7. ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN

Las siguientes son especificaciones de construcción para el proyecto “**Conjunto Residencial La Estación**”, proyecto a ejecutarse en la ciudad de Popayán por el consorcio A.M.T.

7.1 Preliminares

En esta actividad se realizaron las tareas de:

1. Localización y replanteo
2. Campamento
3. Instalaciones provisionales

7.2 Estructura

Las actividades desarrolladas para la estructura fueron:

1. Descapote general del lote
2. Excavación a maquina
3. Desalojo de material de excavación
4. Excavación a mano, la cual incluye desalojo interno
5. Excavación mecánica para pilotaje
6. Pilotes en concreto

Para la construcción del pavimento se realizaron las siguientes actividades.



7. Relleno compactado con material de sitio
8. Base compactada para pavimento
9. Placa pavimento 20 cm

Se describirán a continuación algunas actividades.

10. Columnas en concreto (0.30x0.50) m² y de (0.30x1.0) m²: Se ubicarán donde se muestran en el plano estructural, con sección y refuerzo de acuerdo al diseño, el concreto tendrá una resistencia de 3000 PSI y reforzado con 8 varillas de 5/8" y estribo de 3/8" cada 10 cm, se dispondrá de todo el equipo necesario tal como mezcladora de concreto, vibrador y andamios.
11. Concreto para escaleras: Construcción de las escaleras de acceso desde la zona de parqueadero hasta el séptimo piso, se utilizará formaleta de madera y el concreto será de una resistencia de 3000 PSI, la distribución de los peldaños es como se muestra en los planos arquitectónicos, con huella de 30 cm y contrahuella de 18 cm.
12. Acero de refuerzo: De acuerdo al diseño estructural se ubicará el acero de refuerzo, con diámetros y separación respectivas, para el refuerzo principal se colocará hierro con una resistencia $F_y = 60\text{KSI}$, para flejes y elementos menores una resistencia de $F_y = 37\text{KSI}$.

7.3 Mampostería

Se utilizará ladrillo a la vista de excelente calidad en la parte externa de cada torre, el cual se pegará con un mortero de proporción 1:3, con juntas de espesor máximo de 2 cm. (Ver Figura 7)



Figura 7. Ladrillo a la vista

7.4 Instalaciones sanitarias

Colocación de todos los accesorios y tuberías para el desagüe de las aguas servidas, se ejecutará con diámetros y alineamientos de acuerdo a los planos de diseño. (Ver Figura 8)



Figura 8. Instalaciones sanitarias

7.5 Instalaciones hidráulicas

Construcción de todas las redes de abastecimiento de agua desde los montajes de cada piso hasta el abastecimiento de cada aparato. (Ver Figura 9)



Figura 9. Instalaciones hidráulicas

7.6 Equipos especiales

En cada uno de los edificios se instalará dos ascensores, con una capacidad de 8 personas, puertas en acero inoxidable tipo corrediza en cada piso y una velocidad de desplazamiento de 60m/minuto. (Ver Figura 10)



Figura 10. Ascensor

7.7 Varios

La dotación de gas consta de una acometida general, distribución a cada uno de los edificios y tubería de distribución a cada uno de los apartamentos. Se colocará un tablero general de medidores en el primer piso, en una zona externa con buena aireación. (Ver Figura 11)



Figura 11. Instalación de gas



8. DESARROLLO DE LA PASANTIA

8.1 Actividades iniciales como pasante

Como pasante las actividades iniciales realizadas fueron las siguientes:

1. Reconocimiento de lugar.
2. Interpretación de planos y diseños.
3. Conocimiento del personal.
4. Recepción de las instrucciones por parte del Director de obra.

8.2 Procesos técnicos y constructivos

Los procesos técnicos y constructivos observados durante la supervisión del acero de refuerzo de losas de entrepiso, columnas, muros y escaleras se explicarán a continuación detallando cada elemento que lo constituye y el proceso constructivo realizado.

A continuación se da a conocer el trabajo que desarrolle en la construcción del conjunto residencial La Estación, comparando el proyecto estructural diseñado con lo realizado en obra.

8.3 Trabajo de campo

La primera actividad que se desarrollo fue el reconocimiento de la obra, encontrando que la construcción de la misma tenía un avance de cuatro meses.

En la siguiente figura se muestra el estado inicial de la obra.



Figura 12. Estado inicial de la obra

8.4 Generalidades del acero de refuerzo

8.4.1 Diseño estructural

El proyecto cuenta con un diseño estructural sismo resistente el cual fue realizado por el Ingeniero Juan Manuel Mosquera cumpliendo en su totalidad con la norma NSR-98.

Las características del sistema estructural son:

1. Sistema estructural aporticado, constituido por vigas, columnas y pantallas en concreto reforzado.
2. Grado de disipación de energía: DES.
3. Materiales:
 - Concreto: $f'c = 21$ MPa.
 - Acero: $Fy = 420$ MPa.
4. Cimentación



5. Vigas de amarre.
6. Losa de cimentación de 60cm, aligerada con casetón.
7. Columnas: Dimensiones (0.30×0.50)m² y (1.0×0.30)m²
8. Pantallas: Espesor de 15 cm.
9. Losas de entrepiso aligeradas de 35cm de espesor
10. Vigas de cubierta

8.4.2 Calidad del acero

El acero utilizado en obra es Paz del Rio identificándose fácilmente su diámetro y calidad¹. La información identificada en el acero es: (Ver Figura 13)

1. Logotipo del fabricante.
2. Diámetro nominal de la barra
3. Símbolo de soldabilidad
4. Mínimo límite de fluencia garantizado, en miles de PSI.
5. País.

¹ Fuente: Tomado notas de concreto Armado 1.

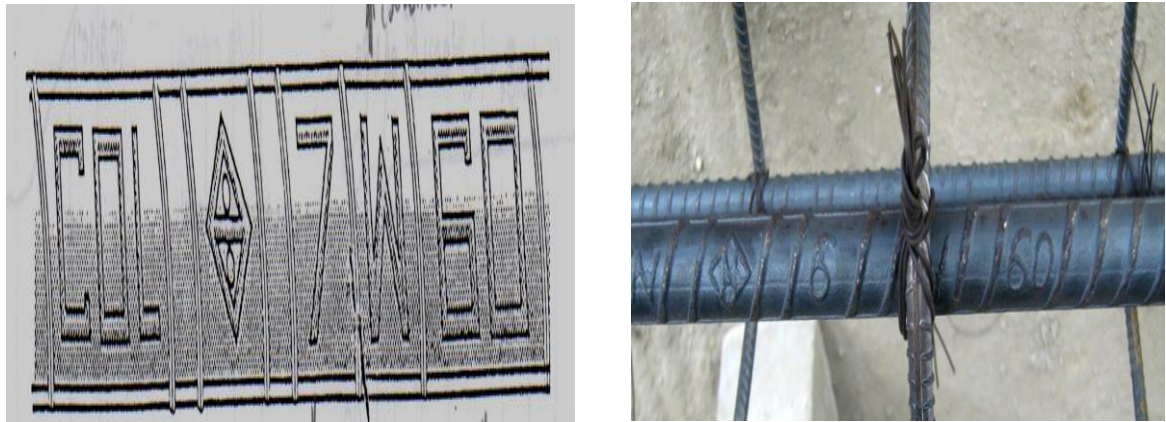


Figura 13. Calidad del acero de la obra

Las varillas utilizadas en obra para el diseño del refuerzo estructural cumplen con las especificaciones estipuladas en la norma NSR-98 para un ($F_y = 420 \text{ MPa}$).

El acero de refuerzo utilizado es corrugado² y de igual manera se cumple con las dimensiones nominales de las barras de refuerzo establecidas en la tabla³. (Ver tabla 1).

² Normas Colombianas de diseño y construcción sismo- resistente NSR-98. Titulo C. Capitulo C.3.5.3

³ Normas Colombianas de diseño y construcción sismo- resistente NSR-98. Titulo C. Tabla C.3.2



8.4.3 Dimensiones de las barras de refuerzo utilizadas en la obra

Las barras se denominan por un número, el cual corresponde al número completo de octavos de pulgada, que tiene su diámetro nominal.

Designación de la barra	Diámetro de referencia en pulgadas	DIMENSIONES NOMINALES			Masa (Kg/m)
		Diámetro (mm)	Área (mm ²)	Perímetro (mm)	
N°3	3/8	9.5	71	30.0	0.560
N°4	1/2	12.7	129	40	0.994
N°5	5/8	15.9	199	50	1.552
N°6	3/4	19.1	284	60	2.235
N°7	7/8	22.2	387	70	3.042
N°8	1.0	25.4	510	80.0	3.973

Tabla 1. Dimensiones del refuerzo

Nota: la barra N° 3, se cambio por una varilla de 9.0 mm

8.4.4 Almacenamiento del acero de refuerzo

Las varillas de refuerzo deben estar almacenadas bajo techo y apoyadas sobre soportes cuya separación y altura sean calculadas para evitar el contacto con el suelo. Los arrumes de varillas deben permanecer cubiertos con lonas para proteger el material del depósito de polvo y elementos que provoquen su oxidación.

Las varillas figuradas deben depositarse en construcciones cubiertas aisladas del suelo y protegidas con lonas. (Ver figura 14)



Figura 14. Almacenamiento del acero bajo techo de concreto

8.4.5 Figurado del acero

El acero de refuerzo empleado, es suministrado en varillas de 6.0m⁴ de longitud, el cual es cortado y figurado en obra en un lugar adecuado.

⁴ Luis Fernando Polanco F., "Manual de construcción 1". Universidad del Cauca 2000. Pág. 89

Las barras son cortadas con un equipo especial y los ganchos son elaborados con una herramienta exclusiva para este fin. Además los dobleces y ganchos necesarios se realizan en frío⁵. (Ver Figuras 15 y 16)



Figura 15. Elaboración de los ganchos



Figura 16. Corte de barras

8.4.6 Diámetro mínimo de doblamiento

En la tabla 2 se especifica el diámetro mínimo de doblamiento según el espesor de la barra a utilizar. Se cumple con el diámetro interior de doblamiento de estribos de barra N° 5 (5/8"), el cual no debe exceder de 4 veces el diámetro⁶ de la barra (4db). (Ver Tabla 2)

Se está cumpliendo con el diámetro mínimo de doblamiento de las barras de refuerzo, el cual no debe ser menor que los valores mínimos dados en⁷:

⁵ Normas Colombianas de diseño y construcción sismo- resistente NSR-98. Titulo C. Capitulo C.7.3.1

⁶ Normas Colombianas de diseño y construcción sismo- resistente NSR-98. Titulo C. Capitulo C.7.2.2

⁷ Normas Colombianas de diseño y construcción sismo- resistente NSR-98. Titulo C. Capitulo C.7.2.1



Barra	Diámetro mínimo de doblamiento
N° 2(1/4") a N°8(1") 6M (6mm) a 25m (25mm)	6db
N° 9(1-1/8") a N°11(1-3/8") 32M (32mm)	8db
N° 14(1-3/4") y N°18(2-1/4") 45M (45mm) y 55m (55mm)	10db

Tabla 2. Diámetro mínimo de doblamiento

8.4.7 Transporte

Para subir las barras de refuerzo al piso en el cual se está trabajando se utiliza una torre grúa. Las varillas tienen la longitud adecuada de acuerdo con el despiece del elemento a construir.

8.5 Losas de entrepiso

El proceso constructivo de las losas de entrepiso inicia con la colocación de los puntos de nivel, luego se continua con el montaje de la obra falsa o formaleta, la cual consta de puntales metálicos, cerchas metálicas y tableros de madera, para garantizar la rigidez del conjunto se arriostran con diagonales largas y cortas (tijeras) en los dos sentidos del armado (Ver Figura 19), luego comienza el armado del refuerzo de vigas y viguetas, siempre confrontando el acero puesto en obra con la especificación que da el diseño estructural, posteriormente se ubica la tubería de instalaciones hidráulicas, sanitarias, eléctricas y desagües, luego se colocan tableros laterales de 35 cm de alto los cuales forman el contorno de la losa, después se encajan los casetones que son los que proporcionan el

aligeramiento a la misma, estos fueron hechos con una estructura en listones de madera y forrados en esterilla de guadua. (Ver. Figura 17)

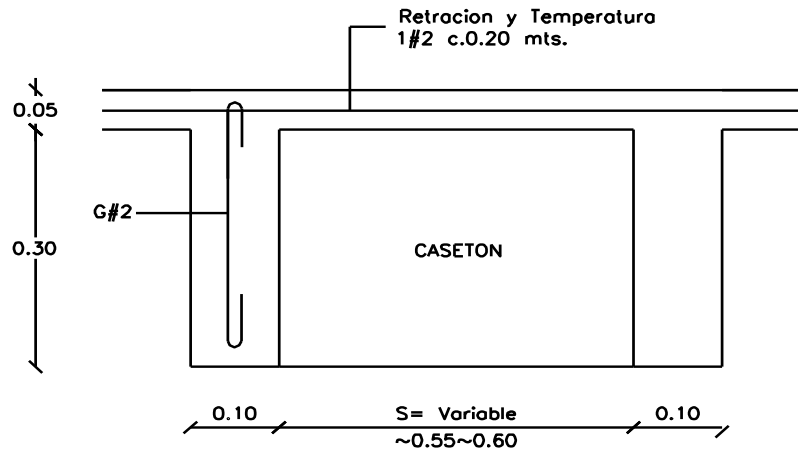


Figura 17. Corte de losa de entrepiso

Una vez dispuestos los casetones se procedió a armar la malla de retracción y temperatura de la losa, finalmente se colocó el concreto verificándose continuamente los niveles, para cumplir las dimensiones del espesor que solicitaba el diseño y vibrando correctamente para que el concreto llenara todos los espacios.

8.5.1 Losa de entrepiso tipo (piso 2,3,4,5,6)

Esta losa de entrepiso está constituida por vigas de ejes (1-11), vigas A, B, C y D, V1, V2, V3 y V5, también por viguetas VT1 y VT3, las cuales se describirán más adelante. (Ver Figura 18)

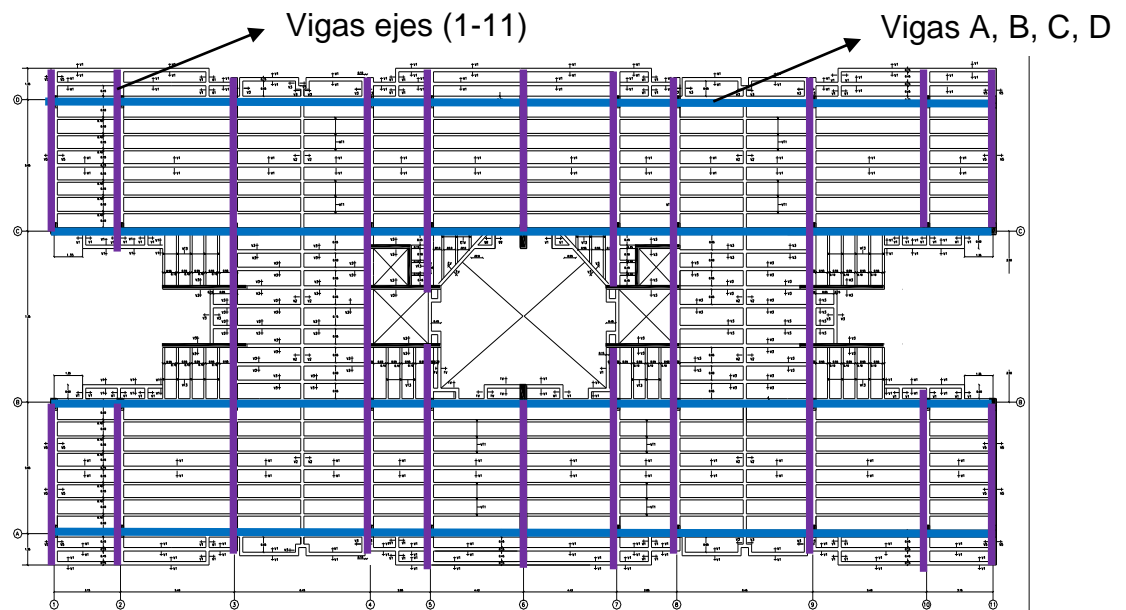


Figura 18. Losa piso tipo (2, 3, 4, 5, 6)

Se verifica que se está cumpliendo con las dimensiones arquitectónicas de la losa, ya que se colocan los tableros y laterales con las longitudes y alineamientos necesarios para lograr las dimensiones de los planos.



Figura 19. Formaleta para la losa

8.5.1.1 Chequeo de la formaleta

Antes de empezar a armar el refuerzo del elemento, debe asegurarse que la formaleta este limpia, libre de residuos de madera, basura, clavos, piedras o cualquier otro material, además que se encuentre correctamente alineada y nivelada. (Ver Figura 20)

A medida que se iba colocando el refuerzo se chequeó que las barras cumplieran las dimensiones indicadas en los planos y que se colocaran dentro de la formaleta⁸, adicionalmente se verificó la separación, el recubrimiento, la longitud de los ganchos y las longitudes de traslazo estipuladas en los planos de diseño.



Figura 20. Limpieza de la formaleta

8.5.1.2 Colocación del acero de refuerzo

Se comienza a armar el refuerzo de las vigas principales de la losa y de ultimo se arman las vigas de los bordes, colocando y apoyando cuidadosamente las barras

⁸ Normas Colombianas de diseño y construcción sismo- resistente NSR-98. Titulo C. Capitulo C.7.3.2

como se indica en los planos⁹, se cumplió con el espaciamiento correcto de los estribos, la longitud de traslapo y se respetó el diámetro de estas de acuerdo al despiece de cada viga según el diseño. Para esto se hicieron grupos provisionales de 15 a 20 estribos que permitieron una mejor manejabilidad. (Ver Figura 21 y 22)



Figura 21. Refuerzo de las vigas de borde Figura 22. Colocación de los estribos por grupos

8.5.1.3 Limpieza del refuerzo

Cabe anotar que en el momento del vaciado del concreto, el refuerzo estuvo libre de barro, aceite o cualquier otra sustancia no metálica que pudiera disminuir la adherencia entre el acero y el concreto¹⁰.

8.5.1.4 Recubrimiento

A medida que se va avanzando en la colocación del refuerzo se deben ir colocando las “panelas” o trozos de concreto que sirven como apoyo de la

⁹ Luis Fernando Polanco F., “Manual de construcción 1”. Universidad del Cauca 2000. Pág. 91

¹⁰ Normas Colombianas de diseño y construcción sismo- resistente NSR-98. Título C. Capítulo C.7.4.1

armadura y que garantizan el recubrimiento mínimo del refuerzo¹¹. En la obra se utilizan como "panelas" bloques de (5 x 5 x 3) cm de concreto, fabricados en obra, esto especialmente para las vigas. (Ver Figura 23)



Figura 23. "Panelas" o trozos de concreto

8.5.2 Vigas.

El tamaño de vigas utilizado fue de (30x35) cm² y de acuerdo a la cuantía de acero se disponen varias secciones: Vigas entre ejes (1-11), Vigas entre ejes A, B, C y D, V1-V1, V2-V2, V3-V3, V4-V4, V5-V5 y V6-V6.

8.5.2.1 Vigas ejes (1-11)

Estas vigas están ubicadas en sentido transversal de la losa, son las primeras en armarse debido a que son vigas de carga. A medida que se iba armando cada una de estas vigas se realizaba una supervisión rigurosa para cumplir con los requisitos de control de calidad.

¹¹ Muñoz M. Harold A., "Construcción de estructuras". Asocreto. 1998. Pág. 81

De acuerdo a lo especificado en los planos estructurales de detalle, en los cuales se determina que la estructura tiene una capacidad de disipación de energía especial (DES), para construcción sismo resistente, por lo cual los ganchos de los estribos tienen un doblé de 135° , con una longitud de desarrollo de 6 veces el diámetro de la barra¹². (Ver Figura 24)

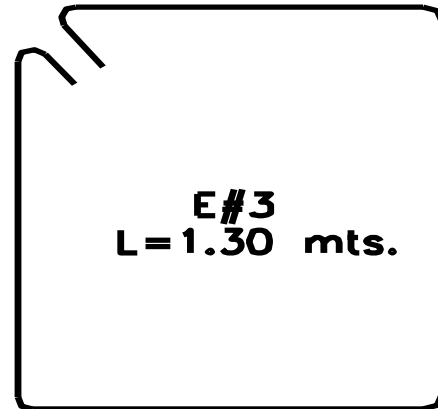


Figura 24. Gancho de los estribos

Se cumplió con la posición del acero, la separación entre estribos, la longitud del gancho y las dimensiones de la sección de acuerdo a lo establecido en los planos de diseño. (Ver Figura 25)

¹² Normas Colombianas de diseño y construcción sismo- resistente NSR-98. Titulo C. Capitulo C.7.1.2

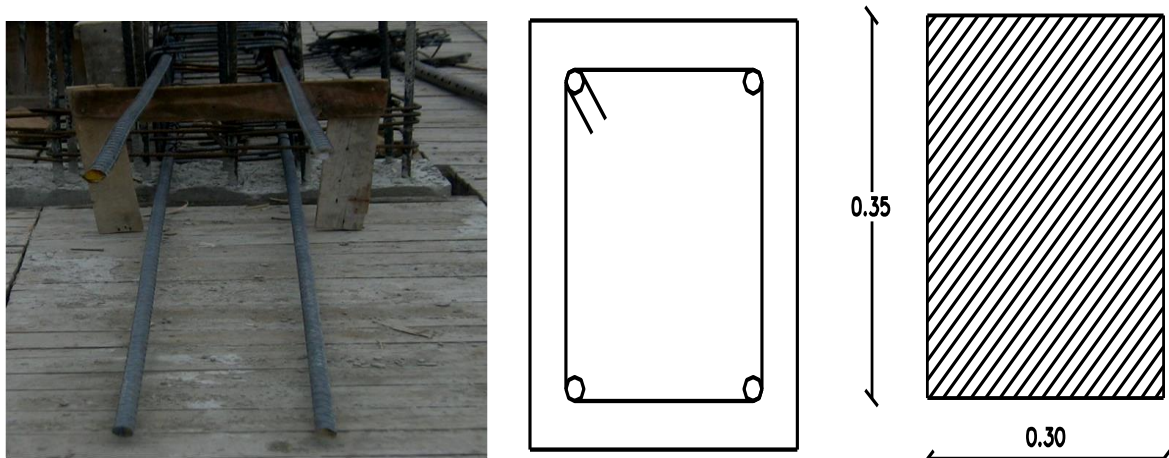


Figura 25. Sección transversal

La supervisión de estribos se realizó contando el número de estos y verificando su posición, de igual manera se verificó que la longitud de traslape fuera 40 veces el diámetro de la varilla. (Ver Figura 26 y 27)



Figura 26. Traslape



Figura 27. Medida del traslape

8.5.2.2 Vigas ejes (A, B, C, D)

Estas vigas cumplen la función de riostra, las cuales están ubicadas en el sentido longitudinal de la losa de entrepiso. En estos elementos se verifica la colocación del refuerzo principal, traslapos y la separación entre estribos. (Ver Figura 28 y 29)

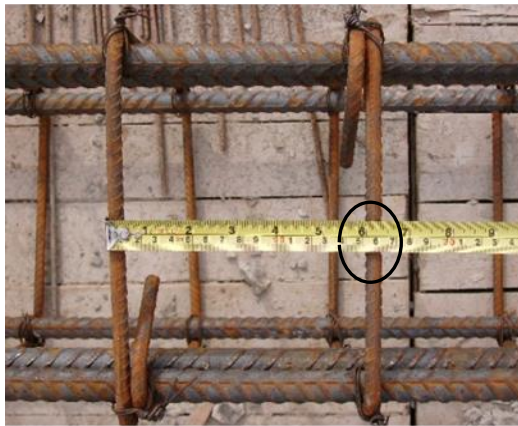


Figura 28. Separación entre estribos



Figura 29. Traslapo

De igual manera se chequea la longitud de los ganchos, el cual debe ser de 30cm para el gancho de la viga y para el estribo sea como mínimo 7.5cm. (Ver Figura 30 y 31)



Figura 30. Longitud gancho de viga



Figura 31. Longitud gancho de estribo

8.5.2.3 Viga V1-V1

Este tipo de vigas se encuentran ubicadas en el borde externo de la losa y en la parte central de forma longitudinal entre los ejes A-B y C-D.

El corte de viga contiene 4 varillas # 3, (2 en la parte superior y 2 en la inferior), esta viga no se armo con este acero sino con barras de 9mm, de igual manera se está cumpliendo con el diseño especificado. Tiene estribos # 2 cada 15 cm. (Ver Figura 32 y 33)



Figura 32. Separación entre estribos

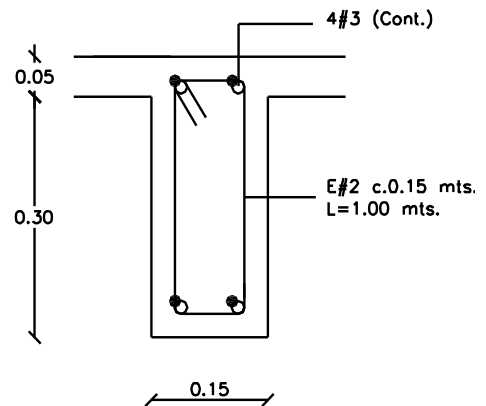


Figura 33. Corte de viga

8.5.2.4 Viga V2-V2

La viga V2 se encuentra en medio de las vigas de carga 3-4 y 8-9, y está diseñada con (2#4 en la parte superior y 4#5 en la parte inferior).

El acero se asegura, mediante amarres con alambre negro, esto con el fin de evitar su desplazamiento durante el vaciado y vibrado del concreto, además se verifica que la separación entre estribos este acorde con el diseño. (Ver Figura 34 y 35)

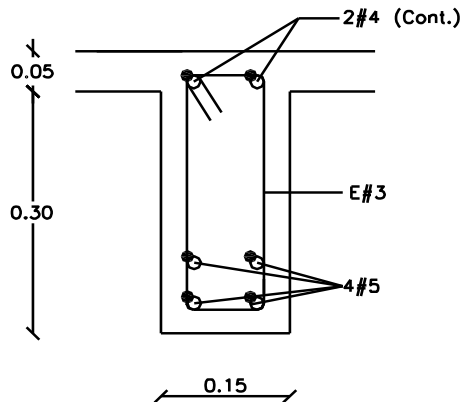


Figura 34. Corte de viga



Figura 35. Separación entre estribos

8.5.2.5 Viga V3-V3

Esta viga está situada entre los ejes B-C y recibe cargas de la viga V2-V2 transfiriéndolas a las vigas y muros perpendiculares que le dan apoyo.

Esta viga fue diseñada con (2#4 en la parte superior y 2#4 en la parte inferior verificando la separación entre estribos, la longitud de traslapo, longitud del gancho y el despiece que se indica en los planos. (Ver Figura 36 y 37)

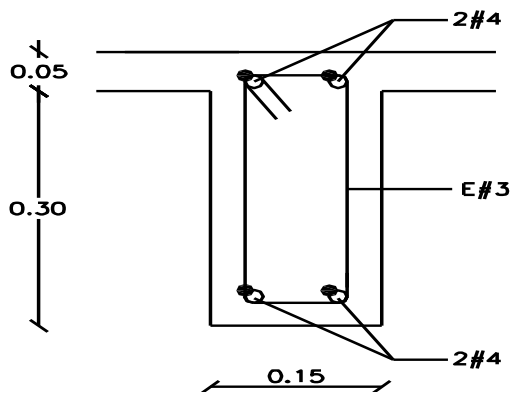


Figura 36. Corte de viga



Figura 37. Separación entre estribos

8.5.2.6 Viga V5-V5

Está situada en los ejes 1 y 11 entre los ejes A-B y C-D .

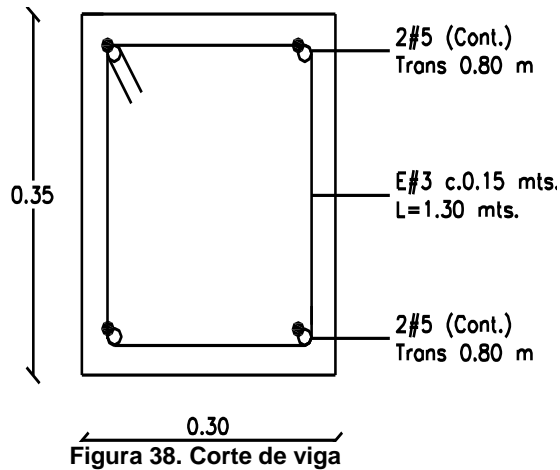


Figura 39. Longitud gancho de viga

Esta es una viga principal que cumple con la colocación del acero, las dimensiones y la separación de los estribos, longitud del gancho, longitud de traslapo y las dimensiones de la sección. (Ver figuras 38, 39 y 40)



Figura 40. Traslapo

8.5.3 Viguetas

8.5.3.1 Vigüeta VT1

El refuerzo de estas viguetas consiste en dos paquetes, cada uno de estos se encuentra conformado por 2 barras paralelas, quedando ubicados en la parte superior e inferior de los ganchos¹³. (Ver Figuras 41 y 42)

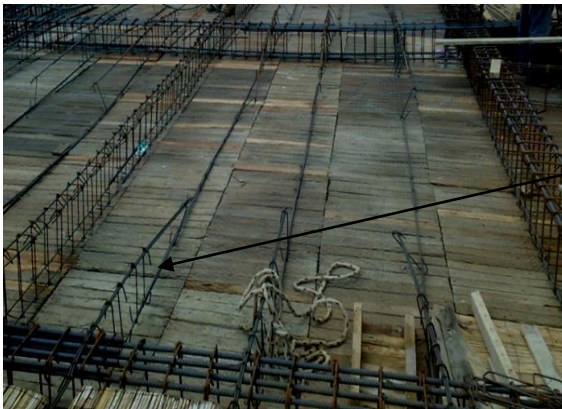


Figura 41. Vigüeta VT1

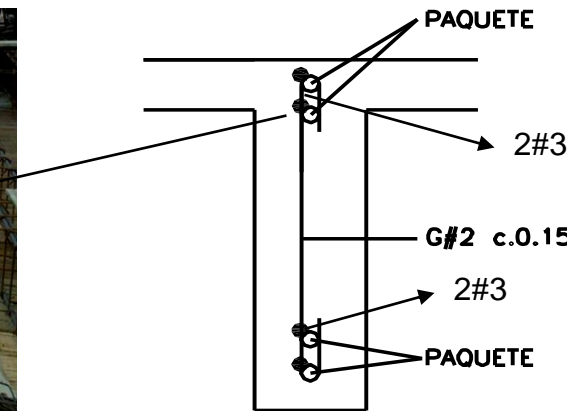


Figura 42. Corte de vigüeta

En el diseño se especifica que deben ir 5 ganchos #2 (colocados cada 15 cm), lo cual se cumplió adecuadamente, pero se está colocando un sexto gancho ubicándolo en el extremo de la varilla superior para garantizar que la misma quede en la posición adecuada. (Ver figura 43 y 44)

¹³ Normas Colombianas de diseño y construcción sismo-resistente NSR-98. Titulo C. Capitulo C.7.6.6.2



Figura 43. Numero de ganchos



Figura 44. Separación entre ganchos

8.5.3.2 Vigueta VT2-VT3

Al igual que las viguetas VT1, transfieren las cargas hasta la vigas principales, de la misma forma se verifico que el acero para el armado de las viguetas este de acuerdo al diseño estructural y cumpla con las especificaciones constructivas (diámetros, longitudes, traslapos, separación entre estribos y ganchos). (Ver Figuras 45 y 46)

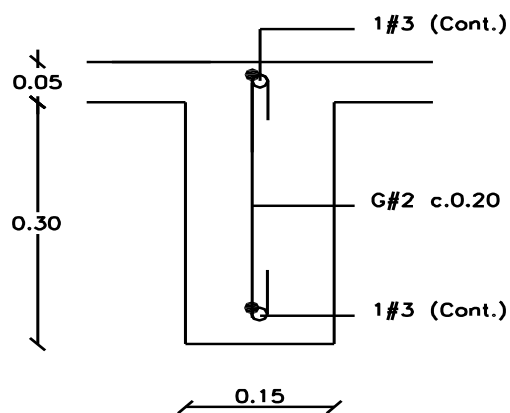


Figura 45. Corte de viguetas VT2-VT3



Figura 46. Separación entre ganchos

8.5.4 Ultima revisión de la losa

Cuando la losa esté totalmente armada y lista para la fundición, se debe hacer la última revisión, la cual consiste en: nivelación de la formaleta, rigidez del conjunto y apuntalamiento, además de la limpieza, traslapos, longitudes y separaciones, de tal manera que las condiciones y requisitos se hayan cumplido satisfactoriamente, ya que si la losa se funde sin tener en cuenta esta revisión, puede generar problemas de nivelación y en casos extremos generen posibles grietas o fallas¹⁴. Es necesario humedecer los casetones, para evitar que estos absorban el agua de la mezcla de concreto y causen agrietamientos superficiales. Igualmente debe garantizarse la humedad posterior a la fundición en especial en días de intenso sol, además que puede afectar su manejabilidad y resistencia¹⁵. (Ver Figura 47)



Figura 47. Limpieza de la losa antes de la fundición

¹⁴ **Fuente:** Información obtenida de los ingenieros de la Obra.

¹⁵ **Fuente:** Información obtenida de los ingenieros de la Obra.

8.5.5 Transporte y Colocación del concreto

El proceso de vaciado de la losa consiste en la preparación del concreto en una mezcladora que vacía directamente a los recipientes que se elevan mediante el uso de una torre grúa y lleva el concreto hasta su sitio de colocación. En caso de que la torre grúa no alcance el lugar donde se debe vaciar el concreto, se ubica para facilitar el desplazamiento de los bugís unos tabloncillos de madera sobre los casetones con el fin de evitar el desperdicio del concreto. Cabe anotar que los bugís deben estar limpios y se debe impedir golpes y vibraciones para evitar la segregación. (Ver Figura 48 y 49)



Figura 48. Transporte del concreto a la losa



Figura 49. Vaciado del concreto en el sitio requerido

8.6 Columnas

A continuación se describen 3 tipos de columnas: C1, C2 y C3. (Ver Figura 50)

- C1: Constituida por una sección de (30x50) cm², tiene 10 varillas de 5/8", fleje doble # 3, con longitud= 1.30 m, cada piso está compuesto por 36 columnas por piso.

- C2: Constituida por una sección de (30×50) cm², tiene 10 varillas de 7/8", fleje doble # 3, con longitud= 1.30 m, cada piso está compuesto por 4 columnas por piso.
- C3: Constituida por una sección de (1.0×0.30) m², tiene 14 varillas de 5/8", fleje triple # 3, con longitud= 1.30 m, cada piso está compuesto por 4 columnas por piso.



Figura 50. Tipos de columnas

8.6.1 Proceso constructivo

La localización de todas las columnas se realizó utilizando equipos de topografía de alta precisión, también se emplearon plomadas, hilos, cimbras y flexómetros, posteriormente se armó el castillo de refuerzo con acero figurado, se confrontó con los planos estructurales que la disposición y la cantidad del acero instalado, sea el indicado en el diseño, luego se dispuso el armado de la formaleta de madera, la cual fue impregnada con aceite quemado, que aplicado sobre la formaleta impide la adherencia del concreto sobre ella. Una vez armada, es apuntalada de tal forma que conserve la verticalidad y el plomo durante el vaciado del concreto, actividad que se supervisa mediante la implementación de plomadas antes y

después del vertimiento del concreto. Finalmente se realizó el vaciado y la vibración interna del hormigón mediante vibradores eléctricos, donde se hizo necesaria la implementación de andamios metálicos y tablonés para facilitar la maniobrabilidad de los obreros mientras vierten y compactan el concreto. (Ver Figura 51)

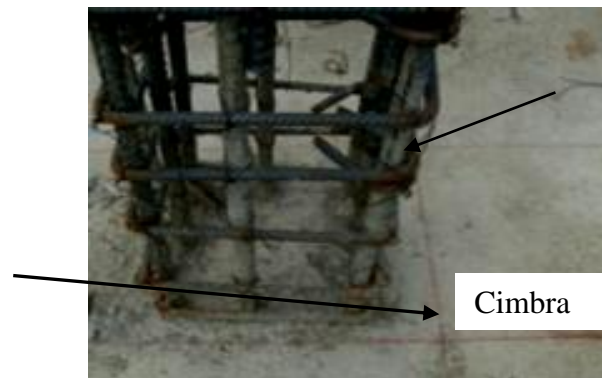


Figura 51. Localización de las columnas

8.6.2 Colocación del acero de refuerzo

El refuerzo principal de las columnas arranca desde las vigas de cimentación, garantizando su anclaje, colocando el refuerzo de acuerdo a lo indicado en los planos. Cumpliendo con el traslape, la separación de los estribos y con el recubrimiento. (Ver Figura 52)



Figura 52. Colocación de los estribo

8.6.3 Encofrado

La formaleta se construye en madera, y debe cumplir con los requisitos de estanqueidad, resistencia, indeformabilidad y durabilidad¹⁶.

Debe garantizarse el plomo, alineamiento, anclaje y fijación de la formaleta a través de procedimientos constructivos adecuados. (Ver Figura 53 y 54)

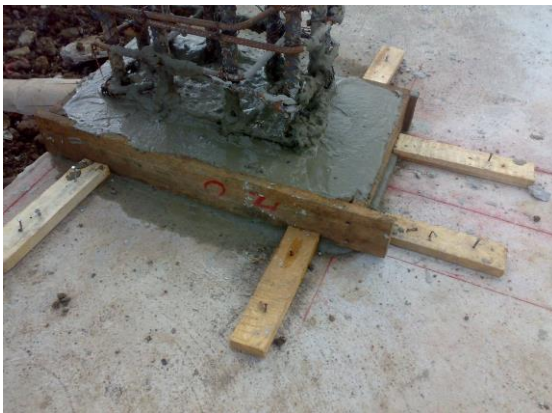


Figura 53. Colocación del collarín



Figura 54. Formaleta de la columna

8.6.4 Fundición

El concreto es elaborado en obra con una proporción de: (1:21/2:21/2) el cual es utilizado para losas de entrepiso y columnas; la mezcla es transportada por medio de una torre grúa y se traslada en bugís hasta el vaciado por medio de baldes y posteriormente se realiza el proceso de vibrado. (Ver Figuras 55 y 56)

¹⁶ Fuente: Notas materia Construcción I



Figura 55. Vaciado del concreto



Figura 56. Compactación por vibración interna

8.6.5 Descripción de las columnas

8.6.5.1 Columnas C1

El refuerzo de esta columna está compuesto por (10 varillas de 5/8") y estribos #3 con una distancia entre ellos de 10 cm. (Ver Figuras 57 y 58)

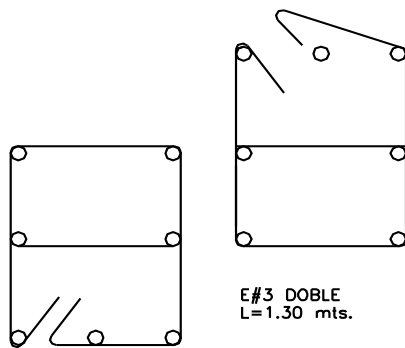


Figura 57. Forma de los estribos



Figura 58. Separación entre estribos

Los ganchos cumplen con la longitud diseñada integrándose muy bien a las varillas que conforman la columna, cumpliendo con la distribución de los estribos. (Ver Figuras 59 y 60)

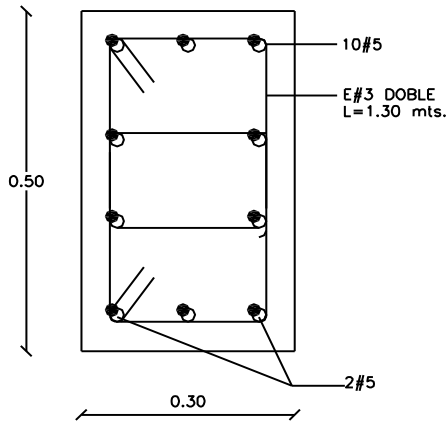


Figura 59. Corte de columna



Figura 60. Armado de estribo

8.6.5.2 Columnas C2

Estas se ubican en los sitios de mayor carga aferente, teniendo diámetros mayores que las C1, aunque la sección de (30 x 50) cm² sea la misma. Se está cumpliendo con la cantidad de varillas y el traslazo que deben tener, también se verifico la sección de los estribos. (Ver Figuras 61 y 62)



Figura 61. Longitud de traslazo

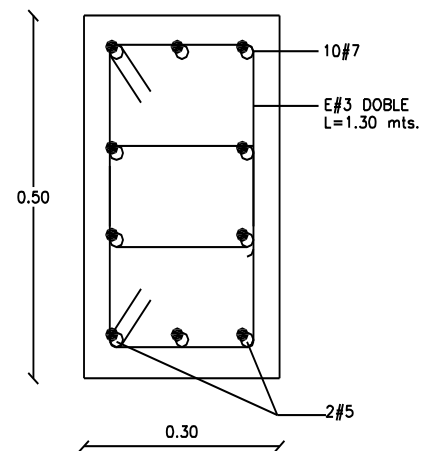


Figura 62. Corte de columna

Los estribos se figuran en obra cumpliendo con las dimensiones y el diámetro establecido, colocándolos cuidadosamente para que las columnas queden armadas adecuadamente. (Ver Figuras 63 y 64)



Figura 63. Longitud del gancho

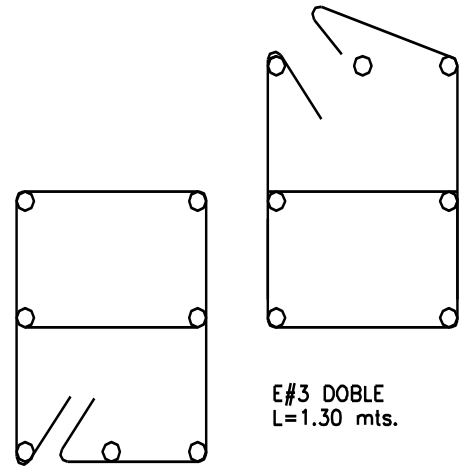


Figura 64. Estribos dobles

8.6.5.3 Columnas C3

Estas se ubican en el eje central de la losa y son las de mayor sección (1.0x0.30) m². Se controla muy bien la colocación del acero de refuerzo y los estribos triples para que se cumpla con lo especificado tanto en los planos de diseño como en las normas. (Ver Figuras 65 y 66)

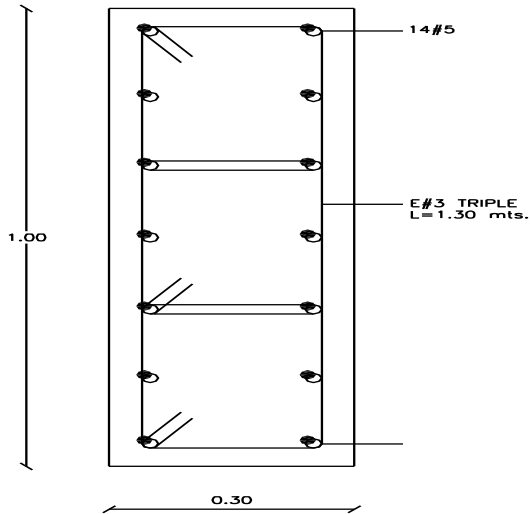


Figura 65. Corte de columna



Figura 66. Armado de columna

Los estribos que forman esta columna se arman con mucho cuidado para cumplir con la forma que se indica en los planos de diseño. (Ver Figuras 67 y 68)

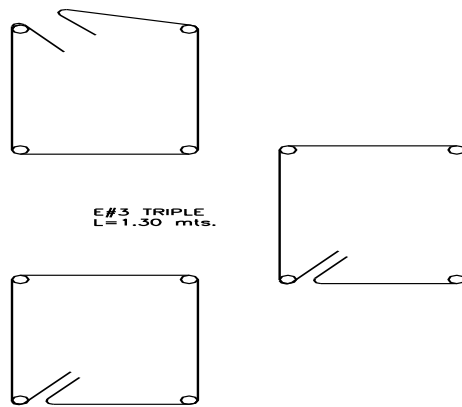


Figura 67. Estribos triples



Figura 68. Forma de la columna

Después de fundidas las columnas se verifica el cumplimiento de las dimensiones especificadas en el diseño.

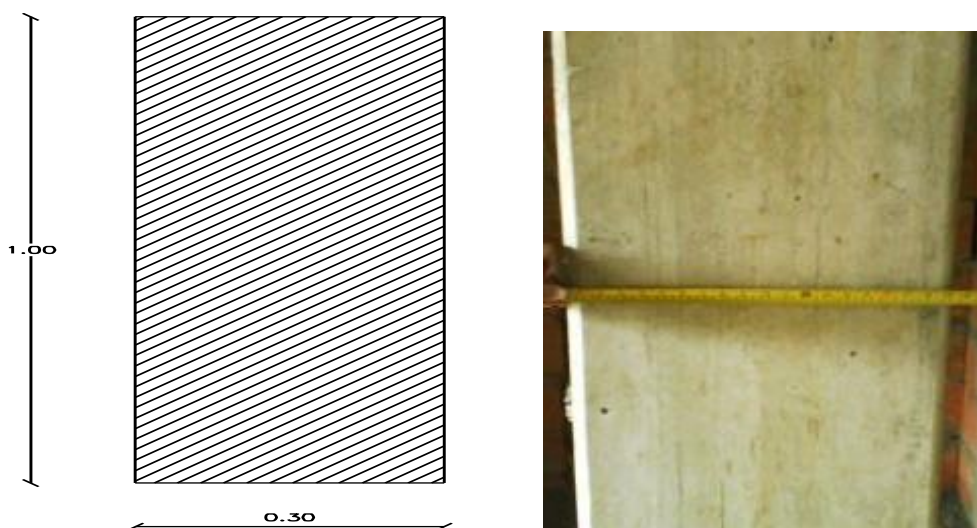


Figura 69. Dimensiones de la columna

8.7 Muros

Se manejan 5 tipos de pantallas. M1, M2, M3, M4 y M5.

- M1: Constituida por una sección de (4.0×0.15) m², tiene 25 varillas de 1/2" en el sentido vertical y 17 varillas de 1/2" en el sentido horizontal, hay 4 pantallas por piso. (Ver Figura 70)

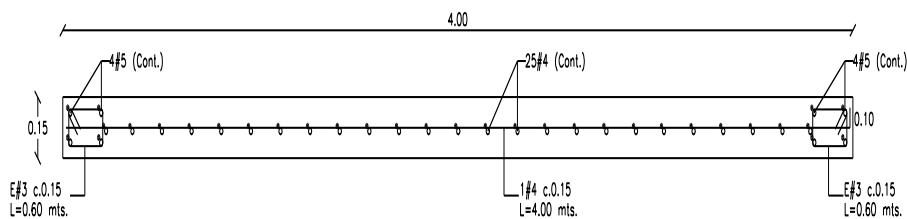


Figura 70. Muro tipo 1

- M2: Constituida por una sección de (3.5×0.15) m², tiene 21 varillas de 1/2", en el sentido vertical y 17 varillas de 1/2" en el sentido horizontal, hay 4 pantallas por piso. (Ver Figura 71)

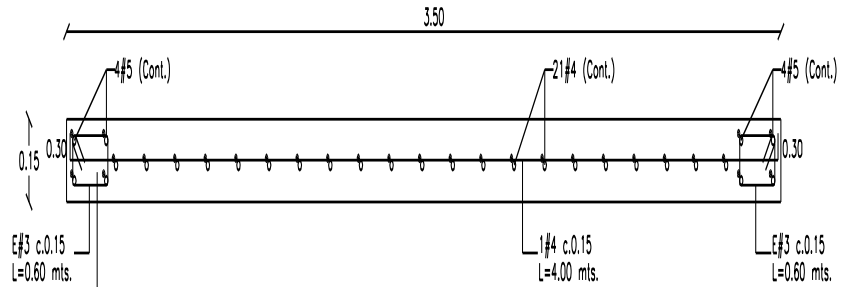


Figura 71. Muro tipo 2

- M3: Constituida por una sección de (2.10×0.15) m², tiene 11 varillas de 1/2", en el sentido vertical y 17 varillas de 1/2" en el sentido horizontal hay 2 pantallas por piso. (Ver Figura 72)

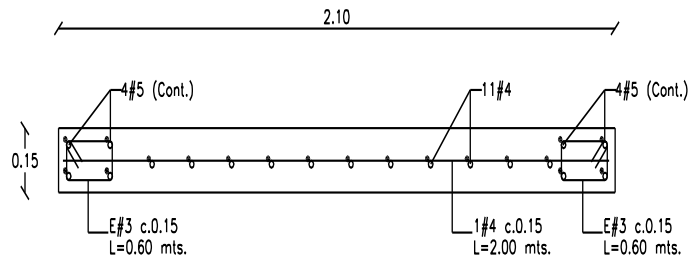


Figura 72. Muro tipo 3

- M4: Constituida por una sección de (4.95×0.15) m², tiene 34 varillas de 1/2", en el sentido vertical y 17 varillas de 1/2" en el sentido horizontal a lado y lado de esta lleva 1 columna C1, hay 4 pantallas por piso. (Ver Figura 73)

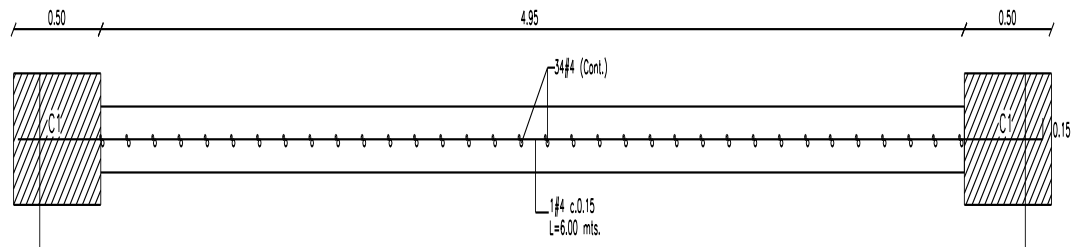


Figura 73. Muro tipo 4

- M5: Constituida por una sección de (1.90×0.15) m², tiene 11 varillas de 1/2", en el sentido vertical y 17 varillas de 1/2" en el sentido horizontal hay, 2 pantallas por piso. (Ver Figura 74)

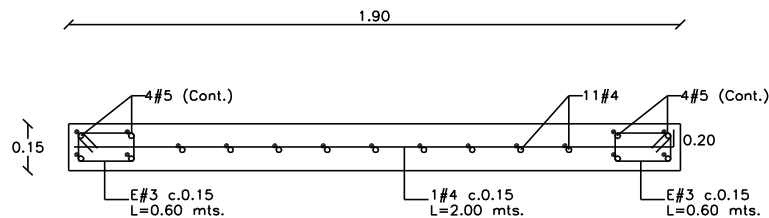


Figura 74. Muro tipo 5

Los muros tienen una parrilla de 1/2", cada 15 cm, tanto en sentido horizontal como vertical, los M1, M2, M3 y M5 tienen acero de confinamiento en los bordes, y el M4 tiene columna C1 en sus extremos.

Los muros del sótano fueron construidos en concreto reforzado, tienen una altura de 3.40 m. Todos los muros tienen un espesor de 15 cm.

8.7.1 Supervisión técnica realizada

El proceso inicia con el armado y amarre del refuerzo del muro, en esta etapa se tuvo especial cuidado en el amarre, puesto que al haber tantos puntos para amarrar, era posible olvidar algunas zonas, además se verificó los traslapos de las varillas, de tal forma que se cumpliera con las longitudes de desarrollo establecidas en ella. Seguidamente se procedió a realizar el encofrado de los muros utilizando formaletas de madera, cumpliendo con el espesor del muro, de igual manera se verificó la verticalidad de la formaleta para que tuviera la rigidez necesaria para realizar el vaciado del concreto. (Ver Figura 75)



Figura 75. Armado del refuerzo e instalación de la formaleta

Durante el vertimiento de la mezcla de concreto se verificó que se vibrara adecuadamente, de tal forma que la mezcla quedara homogénea para evitar que se formaran hormigueros. (Ver Figura 76)



Figura 76. Compactación por vibración interna

8.7.2 Acero de los extremos

El acero de refuerzo utilizado en los extremos de cada muro esta por constituido por (4 varillas #5) y estribos #3, los cuales se elaboran en obra. (Ver Figuras 77, 78, 79 y 80)



Figura 77. Muro tipo 2



Figura 78. Muro tipo 3



Figura 79. Forma del estribo



Figura 80. Separación entre estribos

El acero de los muros cumple con el despiece, la longitud de traslapo horizontal y vertical, además con la distancia de 15cm establecido entre varillas horizontales y verticales formando una cuadrícula o parrilla. (Ver Figuras 81, 82 83 y 84)



Figura 81. Separación vertical entre varillas



Figura 82. Separación horizontal entre varillas



Figura 83. Traslapo horizontal



Figura 84. Traslapo vertical

Los muros (M4) que se encuentran confinados en los extremos verticales por columnas C1, cumpliendo con los requisitos de diseño. (Ver Figura 85 y 86)



Figura 85. Muro tipo 4



Figura 86. Columna de confinamiento C1

8.8 Colocación del acero de temperatura

El acero de temperatura consiste en una malla electrosoldada de 5.0 mm de diámetro, con separación de 15 cm en las dos direcciones. (Ver Figura 87)



Figura 87. Colocación del acero de temperatura

8.9 Escaleras

Normalmente, las escaleras de concreto reforzado se construyen como losas inclinadas, con huellas y contra huellas monolíticas, por lo tanto, primero debe construirse el encofrado para la base de la escalera, luego se instala el refuerzo de acuerdo con el diseño estructural. Se realizó el encofrado, la colocación del refuerzo y la fundición de forma adecuada en el proceso constructivo. (Ver Figuras 88 y 89)



Figura 88. Encofrado para la base de las escaleras e instalación de la formaleta



Figura 89. Colocación del acero de refuerzo y vaciado del concreto

8.10 Losa de séptimo entrepiso

Este piso se diferencia por la colocación de vigas V4-V4, ubicada entre ejes 3-4 y 8-9, formando parte de las vigas de borde de la losa. (Ver Figura 90)

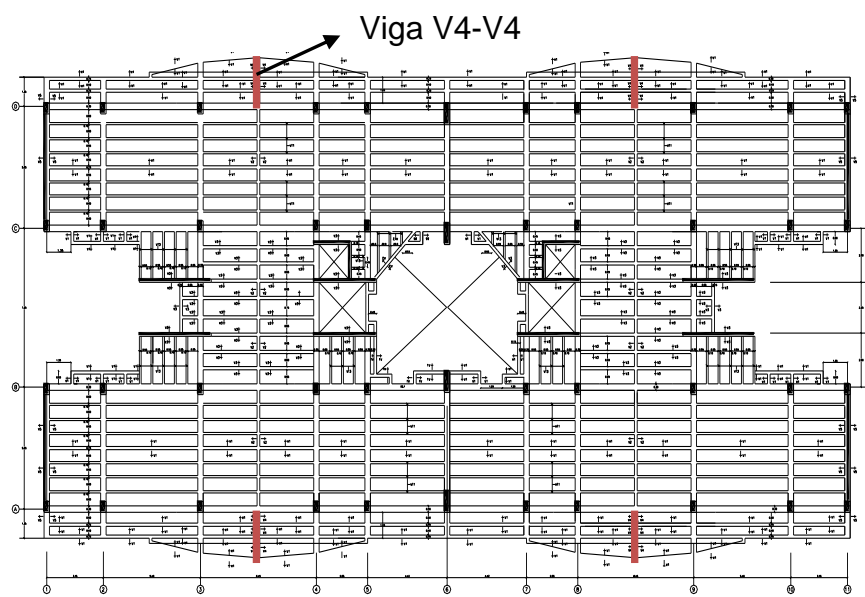


Figura 90. Losa de séptimo entrepiso

8.10.1 Viga V4-V4

La viga está reforzada con 4#5 (2 en la parte superior y 2 en la inferior). Se cumplió adecuadamente con el acero especificado en el diseño estructural, además se chequeó la longitud del gancho, el traslapeo y el recubrimiento. (Ver Figuras 91 y 92)

Cuando se colocan los estribos se generan errores como por ejemplo, que la distancia entre ellos sea mayor o menor a la indicada en los planos (15 cm), por

lo cual se debe hacer una supervisión rigurosa para que esto no suceda o para que se corrija cuando sea necesario. (Ver Figuras 93 y 94)

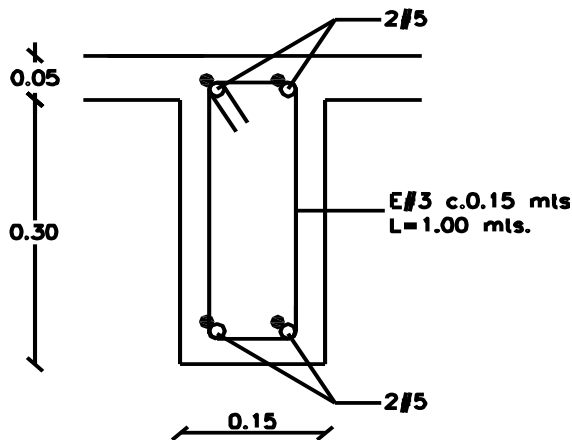


Figura 91. Corte de viga



Figura 92. Armado de viga



Figura 93. Estribo que no cumple con la separación



Figura 94. Corrección de la separación

8.11 Losa de octavo entrepiso

En este tipo de losa se suprimen las vigas de borde V1 y V3 entre los ejes 3-4 y 8-9. (Ver Figura 95)

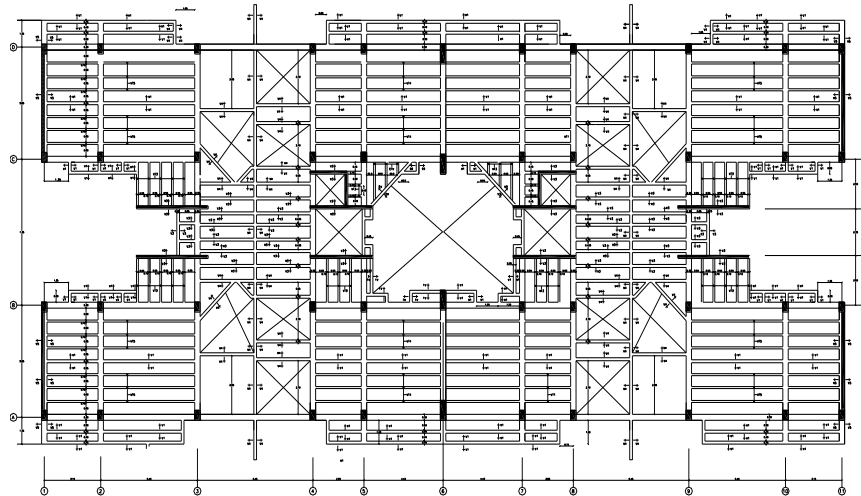


Figura 95. Losa de octavo entrepiso

Esta losa no tiene vigas adicionales a las que se han manejado y supervisado en losas anteriores.

La supervisión realizada a las vigas mostro que se cumplió con el despiece, con la separación entre estribos, la longitud de traslapo, la longitud del gancho y con el número de estribos. (Ver Figuras 96 y 97)



Figura 96. Separación entre estribos



Figura 97. Longitud del gancho de la viga

La longitud de traslapo según el diseño debe ser de 40 veces el diámetro de la barra ($40d_b$), con la cual se cumplió satisfactoriamente. De igual manera se verificó la longitud del gancho y la separación entre estribos. (Ver Figuras 98 y 99)



Figura 98. Gancho de estribo



Figura 99. Longitud del gancho



8.12 Alternativa de colocación del refuerzo en obra

Para lograr disminuir el tiempo de amarre del acero de las vigas se optó por reemplazar el traslape de 40db por soldadura de varillas. El traslape convencional se reemplazó por 2 cordones de 10 cm con soldadura 60-13 en cada varilla mediante un conector de 30 cm con el mismo diámetro de la barra a empalmar. Este cambio se realizó en un lugar adecuado para este fin, el castillo de acero se transportó con la torre grúa, la cual las ubicaba sobre el tablero de la losa, en su respectivo eje y se ensamblan inmediatamente.

La soldadura fue consultada al Ing. diseñador Juan Manuel Mosquera y la verificación de la resistencia de esta se realizó en el laboratorio con unas probetas de ensayo, cuyos resultados arrojaron que la soldadura cumple satisfactoriamente.

8.12.1 Modelo de viga armada fuera del sitio

Se trabajaron 4 tipos de vigas: Viga eje 2, eje 6, eje 8 y eje 10 con las cuales se ensayó un método para observar si el rendimiento y los costos de este, serían mejores con respecto a las vigas armadas en los tableros. Cabe resaltar que al armar cada una de estas vigas se modificó el despiece cuidando que el traslape de las varillas de la parte superior de la viga no coincida en el mismo sitio con el traslape de la parte inferior de esta. Se conservó el diámetro de las varillas, longitud de traslape, distancia entre estribos y la longitud del gancho.



φ Ejemplo Viga eje 6.

Despice original. (Ver Figura 100)

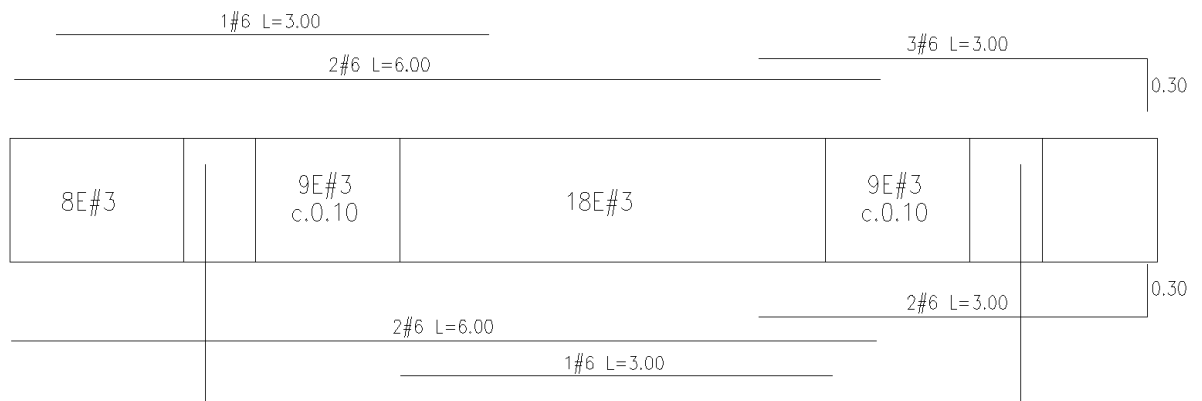


Figura 100. Despice original viga 6

Despice elaborado en la obra. (Ver Figura 101)

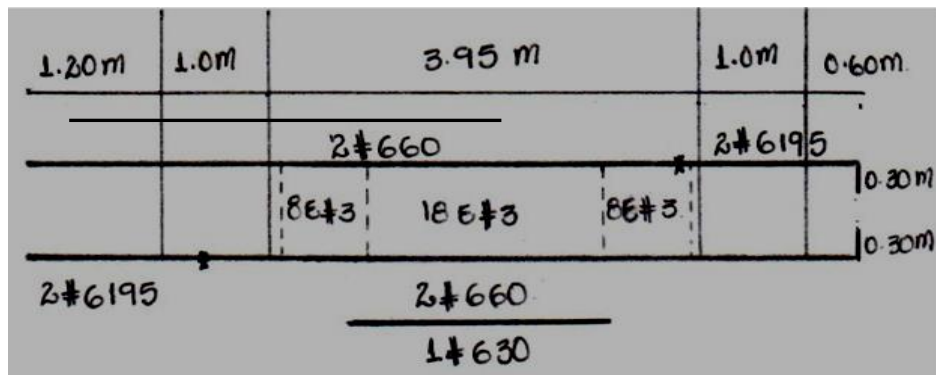


Figura 101. Despice elaborado en obra

Se puede observar que se conserva la distancia entre estribos la cual es de 15 cm en la parte central de la viga. (Ver Figura 102)



Figura 102. Separación entre estribos



Figura 103. Gancho de viga

Se verifico el despiece, la separación entre estribos y la longitud del gancho.
(Ver figuras 103, 104 y 105).



Figura 104. Sección de viga

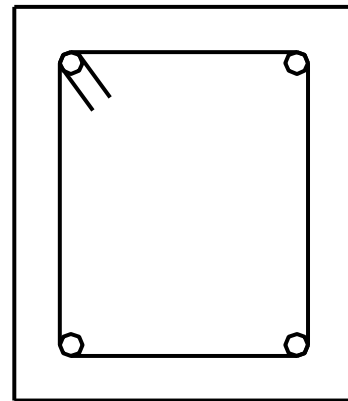


Figura 105. Sección de diseño

La longitud del cordón de soldadura es de 30 cm. (Ver Figuras 106 y 107)



Figura 106. Forma de la soldadura



Figura 107. Traslapo con soldadura

8.13 Losa de cimentación torre C

Una vez terminada la construcción de la torre D se inició el proceso constructivo de la torre C y luego del replanteo y demás actividades, se ejecutó la construcción de la losa de cimentación. (Ver Figura 108)

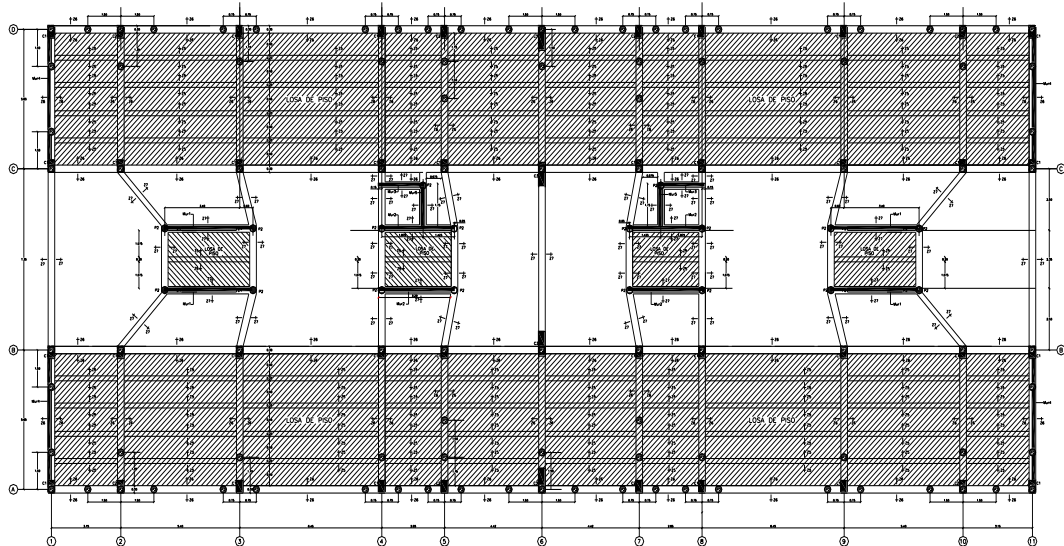


Figura 108. Losa de cimentación torre C

8.13.1 Losa de cimentación torre C

El proceso se inició con la colocación de un solado de limpieza en proporción (1:3.3), posteriormente se realizó la instalación del refuerzo, cuidando el espaciamiento entre las barras, además se verificó constantemente que la cantidad de acero puesto en obra, coincida con la especificación del diseño estructural; adicionalmente se colocan separadores de concreto (panelas de concreto) que eviten el contacto entre el refuerzo y el suelo, facilitando que el recubrimiento del acero sea el adecuado. (Ver Figura 109)



Figura 109. Cimentación torre C

8.13.2 Vigas de cimentación

Estas vigas se encuentran en los planos como zapatas. A continuación se describen tres tipos de zapatas: Z5, Z6 y Z7. (Ver Figura 110)



Figura 110. Vigas de cimentación

Para controlar el proceso se verificó las profundidades y el ancho de las zanjas. En cuanto a la colocación del refuerzo, se confrontó la cantidad de acero puesto en obra, con la especificación que da el diseño estructural; además se comprobó que el espaciamiento entre las paredes de la zanja y el acero sea suficiente para que se cumpla con el recubrimiento mínimo del acero. (Ver Figura 111)



Figura 111. Verificación de las dimensiones de la excavación

8.13.2.1 Zapata Z5

Estas se ubican en la parte interna de forma longitudinal en la losa de cimentación formando las vigas encargadas de soportar las presiones que genera el suelo sobre la losa de piso y las lleva hasta las vigas principales de carga (Z6). Se cumplió con el diseño especificado en los planos. (Ver Figuras 112 y 113)

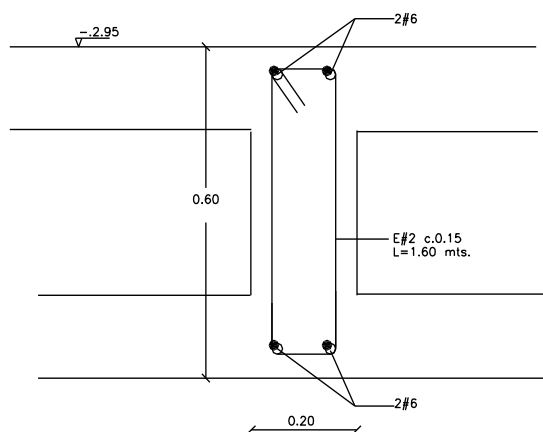


Figura 112. Corte de zapata



Figura 113. Altura de zapata

Se cumplió con la altura, separación entre estribos y con la longitud del gancho. (Ver Figuras 114 y 115)



Figura 114. Separación entre estribos



Figura 115. Longitud del gancho

8.13.2.2 Zapata Z6-Z6

Estas se ubican en la parte perimetral y transversal de la losa siendo las vigas principales de cimentación puesto que poseen un peralte de 90cm y tienen mayor refuerzo. (Ver Figuras 116 y 117)

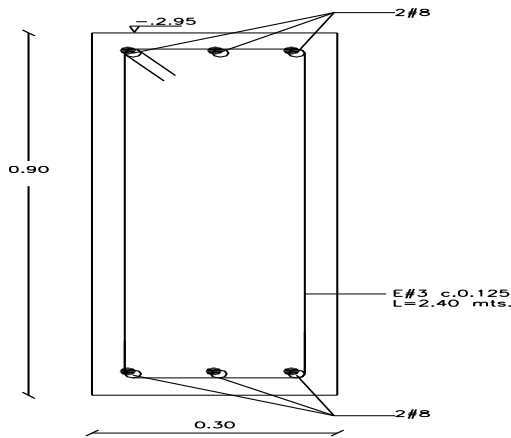


Figura 116. Corte de zapata



Figura 117. Altura de zapata

Se debe supervisar que los estribos queden bien distribuidos y con la separación adecuada para que no se generen errores que causen separaciones mayores o menores a las indicadas en los planos. (Ver Figuras 118 y 119)



Figura 118. Estribo que no cumple con la separación



Figura 119. Corrección de la separación

El gancho tiene la longitud establecida en los planos, el cual debe ser como mínimo 7.5 cm valor que se cumplió totalmente en la obra. De igual manera se cumplió con el recubrimiento. (Ver Figuras 120 y 121)



Figura 120. Longitud del gancho



Figura 121. Recubrimiento

8.13.2.3 Zapata Z7-Z7

Se ubican entre los ejes B y C, en cada uno de los 11 ejes transversales. Sirven para amarrar las losas de cimentación de cada lado, además reciben la carga de las losas de las escaleras y sirven como elemento de arranque a las pantallas de concreto.

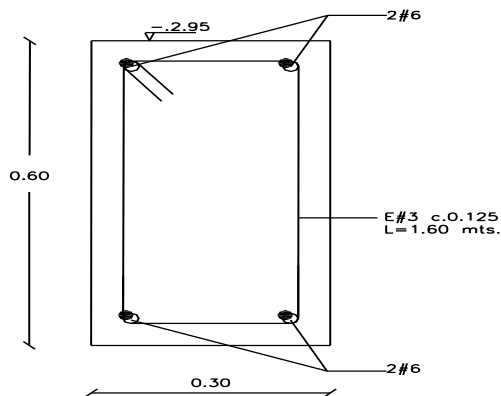


Figura 122. Corte de zapata



Figura 123. Altura de zapata

La zapata se encuentra reforzada con, (2#6 en la parte superior y 2#6 en la parte inferior). Se chequeo la altura, la separación entre estribos y la longitud de traslapo. (Ver Figuras 122, 123, 124 y 125)



Figura 124. Separación entre estribos



Figura 125. Traslapo

8.14 Construcción de la estructura de sótanos

La estructura de sótanos consiste en la construcción de zapatas, vigas de amarre, columnas y una losa de entrepiso que conforman la plazoleta central del proyecto.

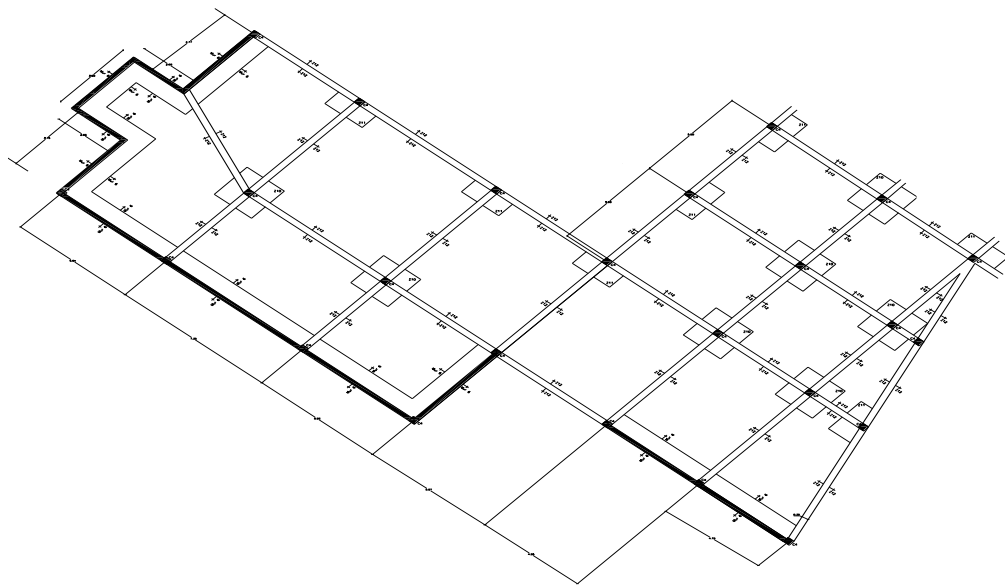


Figura 126. Zona 1

8.14.1 Zapatas

Son elementos de concreto reforzado, podemos identificar dos dimensiones de estas, así: zapatas centrales con una sección de $(2 \times 2) \text{ m}^2$ y peralte de 30 cm y zapatas excéntricas o de borde de $(2 \times 1) \text{ m}^2$ y altura de 30 cm, en ambos casos el refuerzo consiste en una parrilla con acero de acuerdo al diseño estructural.

8.14.1.1 Zapata Z10

Son zapatas aisladas con una sección de $(2 \times 2) \text{ m}^2$ y una altura de 30 cm, reforzada con una parrilla de acero de refuerzo # 3 con una separación de 15 cm en ambos sentidos. Cumpliendo con el recubrimiento y la longitud del gancho que lleva en los extremos de la parrilla. (Ver Figuras 127,128, 129 y 130)

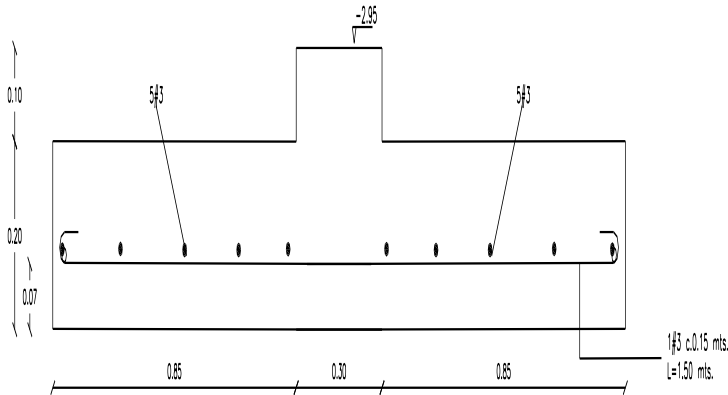


Figura 127. Corte de zapata



Figura 128. Recubrimiento



Figura 129. Separación de las varillas de refuerzo



Figura 130. Longitud del gancho

8.14.1.2 Zapata Z11

Son zapatas aisladas y se ubican en los bordes de la estructura. Tienen una sección de $(2 \times 1) \text{ m}^2$ y una altura de 30 cm, reforzada con una parilla de acero # 3 en ambos sentidos. Se verifica la sección, separación del refuerzo, el recubrimiento y que después de fundida la misma quede con las dimensiones adecuadas. (Ver Figuras 131, 132, 133 y 134)

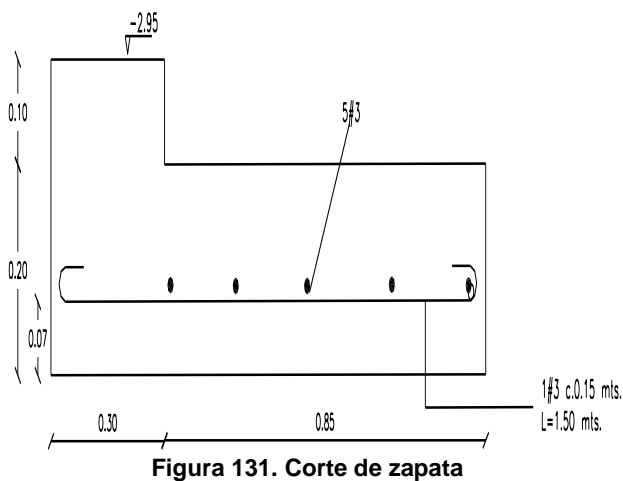


Figura 131. Corte de zapata



Figura 132. Refuerzo de la zapata

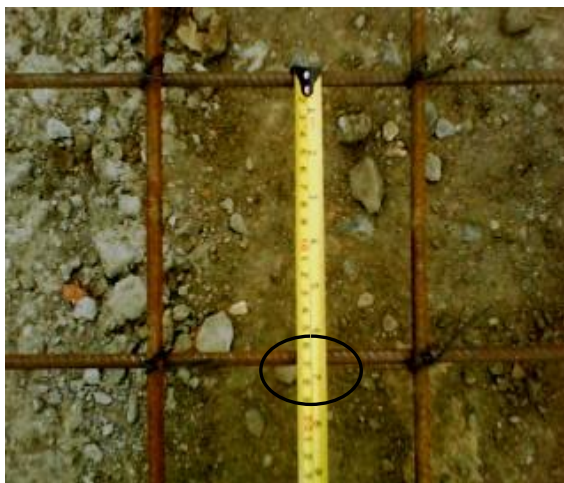


Figura 133. Separación del refuerzo



Figura 134. Dimensiones de la zapata

8.14.1.3 Zapata Z12

En realidad se trata de una viga de amarre la cual se identifica en los planos estructurales como Zapata 12, tiene una sección rectangular de $(30 \times 30) \text{ cm}^2$ y reforzada con 4 varillas #5, y estribos con una separación de 15 cm uniforme a lo largo de la viga, la longitud de traslapeo es de 40 veces el diámetro de la barra y con gancho en los extremos de la zapata de 20 cm. (Ver Figuras 135, 136, 137 138)

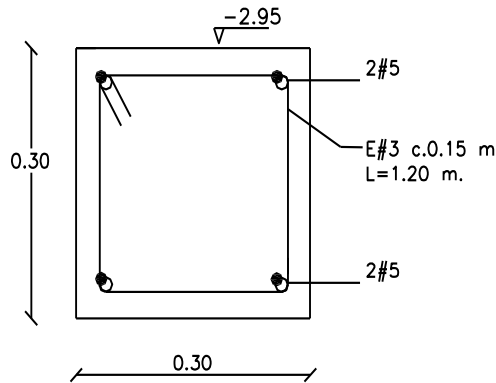


Figura 135. Corte de zapata



Figura 136. Separación entre estribos



Figura 137. Traslapeo



Figura 138. Longitud del gancho de la zapata

8.14.2 Columna C4

La columna tiene una sección de (30×30) cm² y posee refuerzo de 8#5 con estribos #3 cada 10 cm. (Ver Figuras 139 y 140)

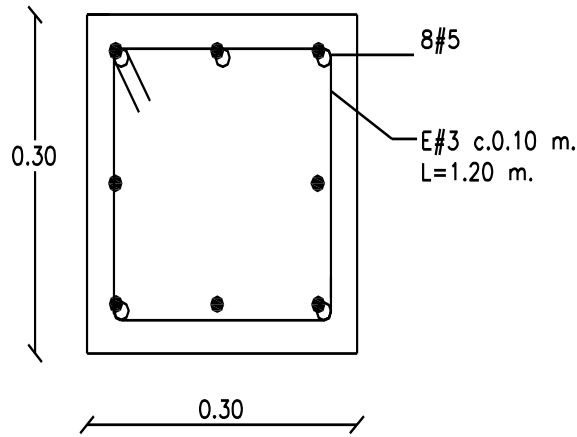


Figura 139. Corte de columna



Figura 140. Colocación de estribos

Se chequeo la separación entre estribos para que estos, no queden con separaciones mayores o menores a las indicadas en el diseño estructural. (Ver Figuras 141 y 142)

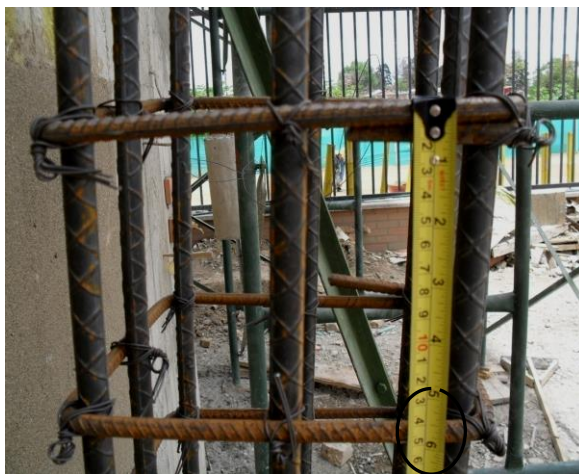


Figura 141. Estribo que no cumple con la separación

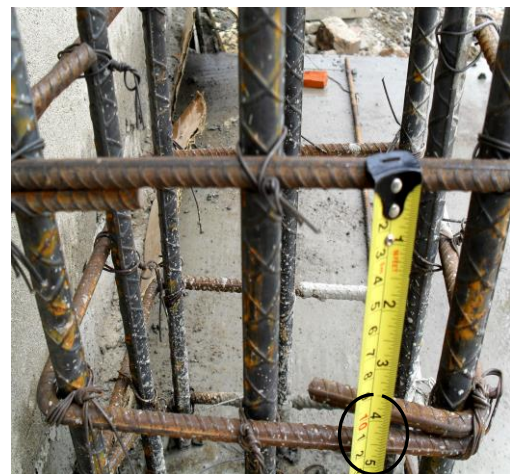


Figura 142. Corrección de la separación

Se cumplió con la longitud de traslapo y con la distribución de los estribos a lo largo de la columna. (Ver Figuras 143 y 144)



Figura 143. Distribución de los estribos



Figura 144. Longitud de traslapo

8.15 Resumen general de la supervisión del refuerzo

ELEMENTO ESTRUCTURAL	LONGITUD DE TRASLAPO	LONGITUD Y POSICION DE LOS GANCHOS	RECUBRIMIENTO	DESPIECE
VIGAS				
Entre ejes (1-11)	OK	OK	OK	OK
Ejes (A,B,C,D)	OK	OK	OK	OK
V1-V1	OK	OK	OK	OK
V2-V2	OK	OK	OK	OK
V3-V3	OK	OK	OK	OK
V4-V4	OK	OK	OK	OK
V5-V5	OK	OK	OK	OK
V6-V6	OK	OK	OK	OK



ELEMENTO ESTRUCTURAL	LONGITUD DE TRASLAPO	LONGITUD Y POSICION DE LOS GANCHOS	RECUBRIMIENTO	DESPIECE
VIGUETAS				
VT1	OK	OK	OK	OK
VT2	OK	OK	OK	OK
VT3	OK	OK	OK	OK
COLUMNAS				
C1	OK	OK	OK	OK
C2	OK	OK	OK	OK
C3	OK	OK	OK	OK
MUROS				
M1	OK	OK	OK	OK
M2	OK	OK	OK	OK
M3	OK	OK	OK	OK
M4	OK	OK	OK	OK
M5	OK	OK	OK	OK
ZAPATAS				
Z5	OK	OK	OK	OK
Z6	OK	OK	OK	OK
Z7	OK	OK	OK	OK
Z10	OK	OK	OK	OK
Z11	OK	OK	OK	OK
Z12	OK	OK	OK	OK

Tabla 3. Resumen general de la supervisión del refuerzo



Después de la supervisión del refuerzo que conforma cada elemento estructural se puede concluir que la longitud de traslapo, recubrimiento, despiece, la longitud y posición de los ganchos se cumplió al 96%.



9. CALIDAD DEL CONCRETO

9.1 Concreto hecho en obra

Inicialmente el diseño de mezcla recomendaba una proporción en volumen suelto 1:21/2:21/2, luego de realizar un control de resistencia, lo cual se verifico con cilindros de prueba y analizados en el laboratorio y teniendo en cuenta las resistencias logradas se determino modificar la dosificación a 1:21/2:3. De todas formas se garantiza que esta proporción también cumpliera con la resistencia de diseño (21 Mpa).

9.1.1 Materiales

El concreto está constituido por agua, cemento, agregados y aditivos si es necesario.

La dosificación de concreto se hace en volumen, con una proporción de 1:21/2:21/2

1 bulto de cemento

21/2 cajones de arena

21/2 cajones de grava

La cantidad de agua es subjetiva

El agua de mezcla utilizada en la obra es del acueducto. (Ver Figura 145)



Figura 145. Agua de mezcla



Figura 146. Cemento Argos

9.1.1.1 Agregados

El agregado grueso utilizado procede de trituración mecánica, dicho triturado es suministrado por la empresa Ecocivil. El tamaño máximo del triturado es de 3/4". El agregado fino es de Puerto Tejada. (Ver Figuras 147 y 148)



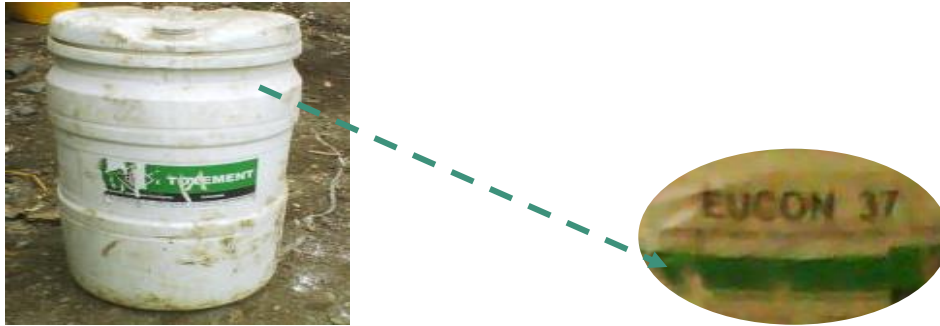
Figura 147. Arena de Puerto Tejada



Figura 148. Agregado grueso

9.1.1.2 Aditivo

- Eucon 37: Aditivo utilizado al inicio de la obra.



- Sikafluid

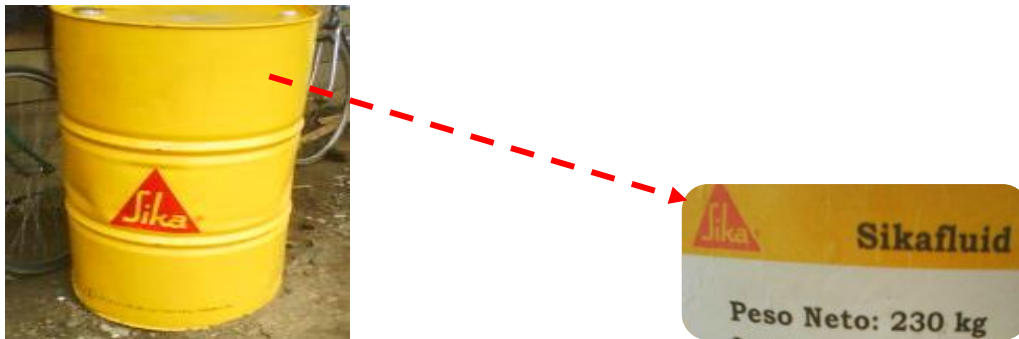


Figura 149. Aditivos plastificantes usados en la preparación de la mezcla de concreto

9.1.2 Elementos estructurales a fundir

Todos los elementos estructurales deben cumplir con una Resistencia a la Compresión del Concreto $f'c = 3000$ PSI.



9.1.3 Chequeo de la manejabilidad

La manejabilidad es una propiedad del concreto en estado fresco, que hace referencia a la facilidad del concreto para ser mezclado, manejado, transportado, colocado, compactado y terminado sin que se pierda uniformidad de la mezcla; es decir que esta no sufra ni exudación ni segregación¹⁷.

9.1.3.1 Ensayos

Una forma de medir la consistencia o fluidez de una mezcla del concreto es a través de la Prueba del cono o Slump (NTC 396).

El ensayo de medición de manejabilidad empleado en obra es el Cono o Slump.

9.1.3.2 Prueba del cono o Slump

Esta prueba se realizaba siempre que había fundición, con el fin de controlar la cantidad de agua adicionada a la mezcla, y que de esta forma no se fuera a alterar su resistencia. (Ver Figuras 150 y 151)

¹⁷ Rivera L. Gerardo A. ,“ Concreto Simple”. Unicauca. 1992. Capitulo 2.2 “Agregados para mortero y concreto”.



Figura 150. Prueba de slump realizada en la obra



Figura 151. Medida del asentamiento

9.1.3.3 Pruebas de resistencia a la compresión del concreto

La Resistencia a la Compresión es uno de los parámetros más importantes para evaluar la calidad de un concreto. (Ver Figura 152)



Figura 152. Elaboración de cilindros

A continuación se muestran los resultados de las resistencias obtenidas hasta la fecha.



9.2 Resumen de resistencias a compresión del concreto

CONJUNTO RESIDENCIAL LA ESTACION

CONSTRUCTOR:

CONSORCIO AMT

LABORATORIO : CITEC LTDA

Fecha de Toma	Sector	N de Cilindros	Edad en días	Resistencia en PSI	% de Resistencia
27-Abr-09	pantalla nivel 3 eje 11 C-D	3	7	2483	83
			14	2405	80
			28	3210	107
	losa nivel 3	3	7	2514	84
			14	3409	114
			28	4107	137
28-Abr-09	losa nivel 4	3	7	2493	83
			14	3636	121
			28	4387	146
29-Abr-09	losa nivel 4 eje 4 entre A y B	3	7	2936	98
			14	3954	132
			28	4478	149
01-May-09	losa nivel 4 ejes 8-9	3	7	2308	77
			14	3345	111
			28	3741	125



Fecha de Toma	Sector	N de Cilindros	Edad en días	Resistencia en PSI	% de Resistencia
08-May-09	pantallas piso 5	3	7	2135	71
			14	2193	73
			28	3476	116
12-May-09	losa nivel 5 ejes 1-3	3	7	3015	100
			14	3648	122
			28	4175	139
15-May-09	columnas ejes 1-3	3	7	1997	67
			14	2721	91
			28	3056	102
20-May-09	losa nivel 5 Ejes 7-8, C-D	3	7		
			14		
			28		
21-May-09	columnas nivel 5 ejes 5 y 6	3	7	2911	97
			14	3707	124
			28	4400	147

Fecha de Toma	Sector	N de Cilindros	Edad en días	Resistencia en PSI	% de Resistencia
21-May-09	columnas nivel 5 ejes 5 y 6	3	7		
			14		
			28		
26-May-09	losa piso 6 sector eje 1-2	3	7		
			14		
			28		



28-May-09		3	7	3595	120
			14	3701	123
			28	4210	140
29-May-09	losa 6 eje 5 y 6	3	7	2556	85
	entre A y B		14	2762	92
			28	3575	119
30-May-09	pantallas nivel 7	3	7		
			14		
			28		

Fecha de Toma	Sector	N de Cilindros	Edad en días	Resistencia en PSI	% de Resistencia
06-Jun-09	pantallas	3	7		
			14		
			28		
11-Jun-09	losa 7 sector 3 y 4	3	7		
			14		
			28		
16-Jun-09	losa 7 sector 6 y 8	3	7		
			14		
			28		
27-Jun-09	losa 8	3	7	2435	81
			14	2945	98
			28	2694	90
30-Jun-09	losa 8 ejes 4 y 5 entre C y D	3	7	3303	110
			14	3066	102
			28	3697	123



Fecha de Toma	Sector	N de Cilindros	Edad en días	Resistencia en PSI	% de Resistencia
08-Jul-09	columnas piso 8 ejes 9 y10	3	7	2234	74
			14	2613	87
			28	3184	106
13-Jul-09	losa cimentación torre C Eje 2 y3 entre ejes A y B	3	7	2137	71
			14	3881	129
			28	4464	148
15-Jul-09	columnas piso 8	3	7	3294	109
			14	3950	131
			28	4471	149
21-Jul-09	losa cimentación torre C base y vigas	3	7	2606	87
			14	2688	90
		ascensores		28	3220

A continuación se muestran los resultados de las resistencias obtenidas hasta la fecha.

Convenciones	
Resistencias a los 28 días ≥ 3000 PSI	
Resistencias a los 28 días < 3000 PSI	
Resistencias a edades diferentes de los 28 días	
Resultados de Resistencias pendientes	

Tabla 4. Resistencias a la compresión "Conjunto Residencial La Estación"

9.3 Imprevistos constructivos

Algunos defectos en obra se presentan a continuación. (Ver Figura 153)



Figura 153. Defectos en los muros

9.3.1 Hormigueros

En las fotos se puede observar algunos vacios en la superficie del elemento fundido, como se aprecia son mínimos y pueden ser causados por el aire atrapado entre la formaleta y el concreto y no ofrecen peligro alguno para la estabilidad de la obra. (Ver Figura 154)



Figura 154. Hormigueros en columnas



OBSERVACIONES

- φ Es importante el buen acompañamiento por parte del diseñador estructural que se mantiene informado del progreso de la obra y siempre está dispuesto a resolver cualquier inquietud o problema que se presente durante la ejecución del proyecto. Esto hace que los estándares de calidad de la obra sean altos y genera confianza entre quienes han adquirido unidades habitacionales en este proyecto.
- φ La comunicación entre contratistas, maestros de obra e ingenieros es permanente y facilita la solución de problemas y toma de decisiones que a diario se presenta en la obra.
- φ Siempre se mantiene una permanente supervisión en las actividades constructivas para garantizar que el desarrollo del proyecto mantenga un alto estándar de calidad y garantizar el cumplimiento de la norma sismo-resistente NSR-98.
- φ La inspección visual y los ensayos de laboratorio para los materiales hacen que la obra gane en calidad y se mantenga por encima de las expectativas.
- φ Se verificó que el acero de refuerzo estuviera ubicado de acuerdo al diseño estructural: con los diámetros, longitud de traslapo, longitud de los ganchos y separaciones entre estribos.



CONCLUSIONES

- φ Haber tenido la oportunidad de participar como pasante en el Conjunto Residencial La Estación, fue de gran crecimiento no sólo profesional sino también como persona generando una gran experiencia al complementar y aplicar todos los conocimientos adquiridos durante la carrera.
- φ Es vital realizar un buen control del armado de los elementos estructurales conocer las especificaciones en cuanto a cantidad y forma del refuerzo.
- φ Es de gran importancia supervisar el buen manejo, manipulación y condiciones de almacenamiento del acero. Como también la supervisión en cuanto a cantidad de refuerzo y dimensiones exigido en los planos para garantizar una excelente construcción.
- φ Se obtuvo una valiosa experiencia técnica y específica sobre los procesos constructivos de elementos estructurales que dan mayor confianza para asumir retos futuros.
- φ Con la participación como pasante dentro del conjunto residencial la Estación fue posible el cumplimiento de los objetivos propuestos.
- φ Producto de la excelente dirección de obra y de la supervisión técnica llevada a cabo en el proyecto la estructura cumple con todos los requisitos de seguridad y calidad de los materiales que se utilizan para armar los diferentes elementos que la componen.



- φ El traslape generado a través de soldadura no se continuó, debido a que se incrementó los costos y disminuyó el rendimiento de la armada de cada viga, a pesar de que generaba una buena resistencia.

- φ Los valores de f'_c obtenidos en las pruebas realizadas a los cilindros de concreto, utilizados para fundir las losas, vigas, pantallas y columnas, fueron superiores al valor de 210 MPa (3000 psi) especificación del diseñador estructural, lo cual concluye que se dosificó correctamente la mezcla de concreto.

- φ Los errores constructivos generados son menores al 5% del total de la obra, por lo cual son mínimos y no ofrecen peligro alguno para la estabilidad de la obra.



BIBLIOGRAFIA

- φ HERRERA Angélica M., MADRID Germán G., “Manual de construcción de mampostería de concreto”. Medellín (Colombia). ICPC. 2003
- φ “Normas Colombianas de diseño y construcción sismo-resistente NSR-98”. Capitulo C.
- φ POLANCO F. Luis Fernando. , Construcción 1. Cauca (Colombia). Unicauca. 2000
- φ RIVERA L. Gerardo A., “Concreto Simple”. Popayán (Colombia). Unicauca. 1992



Ανεξοσ

