

**AUXILIAR DE RESIDENTE EN LA CONSTRUCCION DE OBRA
TERRAZAS DEL CAMPESTRE**



MARÍA NATALIA GUSTIN REBOLLEDO

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN
POPAYÁN
2009**

**AUXILIAR DE RESIDENTE EN LA CONSTRUCCION DE OBRA
TERRAZAS DEL CAMPESTRE**



Presentado por:
MARÍA NATALIA GUSTIN REBOLLEDO

Informe Final de Práctica Profesional (Pasantía) para optar al título de
Ingeniera Civil

Director: Ing. HUGO EDUARDO MUÑOZ MUÑOZ

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN
POPAYÁN
2009

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS	2
2.1 OBJETIVO GENERAL	2
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
2.3 COMPROMISOS Y ACTIVIDADES A DESARROLLAR	2
3. GENERALIDADES DEL PROYECTO	4
3.1 INFORMACIÓN DEL PROYECTO.....	4
3.2 DISEÑO ARQUITECTÓNICO	4
3.3 ESTUDIO DE SUELOS	6
3.4 DISEÑO ESTRUCTURAL.....	7
3.5 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	8
4. DESARROLLO DE LA PASANTÍA	9
4.1 ACTIVIDADES INICIALES COMO PASANTE	9
4.2 PROCESOS TÉCNICOS Y CONSTRUCTIVOS	9
4.2.1 <i>Construcción de muros de contención en gaviones</i>	9
4.2.2 <i>Construcción de muros en mampostería reforzada</i>	14
4.2.2.1 Unidades de mampostería	14
4.2.2.2 Mezclas que se requieren:	14
4.2.2.2.1 Mortero de pega:.....	14
4.2.2.2.2 Mortero de inyección o grouting:.....	18
4.2.2.3 Fundición de celdas y dovelas:	20
4.2.2.4 Refuerzos:.....	22
4.2.2.5 Levantamiento del muro.....	25
4.2.2.6 Acabado del muro	30
4.2.2.7 Aseo final del muro	30
4.2.2.8 Errores encontrados de construcción.....	31
4.2.3 <i>Construcción de losas de entrepiso</i>	34
4.2.3.1 Encofrado.....	34
4.2.3.2 Instalaciones eléctricas	38
4.2.3.3 Instalaciones hidráulicas y sanitarias	40
4.2.3.4 Colocación del acero de refuerzo.....	42
4.2.3.5 Fundición de la losa	48
4.2.3.5.1 Fundición con concreto hecho en obra	48
4.2.3.5.2 Fundición con concreto premezclado	55
4.2.3.6 Desencofrado.....	57
4.2.3.7 Curado del concreto	57
4.2.3.8 Cortes de la losa	58
4.2.3.9 Errores encontrados en la construcción.....	59
4.2.4 <i>Construcción de columnas</i>	62
4.2.4.1 Colocación del acero de refuerzo.....	62
4.2.4.2 Encofrado.....	63
4.2.4.3 Fundición	65
4.2.4.4 Desencofrado.....	66
4.2.4.5 Curado	67

4.2.4.6	Errores encontrados en la construcción.....	67
4.2.5	<i>Construcción de gradas</i>	68
4.2.5.1	Encofrado.....	68
4.2.5.2	Colocación del acero de refuerzo.....	69
4.2.5.3	Fundición.....	70
4.2.5.4	Curado.....	71
4.2.5.5	Desencofrado.....	72
4.2.5.6	Errores encontrados en la construcción.....	72
4.3	PROCESOS ADMINISTRATIVOS.....	72
4.3.1	<i>Organigrama:</i>	73
4.3.2	<i>Control de calidad</i>	75
4.3.3	<i>Sistema de pagos</i>	75
4.3.4	<i>Manejo del almacén</i>	76
4.4	SEGURIDAD INDUSTRIAL.....	77
5.	CONCLUSIONES	84
6.	RECOMENDACIONES	88
7.	BIBLIOGRAFÍA	89

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Diseño general del proyecto	5
Figura 2. Distribución de los apartamentos	5
Figura 3. Material del río Cauca	10
Figura 4. Malla galvanizada	10
Figura 5. Excavación para el muro de contención.....	10
Figura 6. Malla galvanizada armada.....	11
Figura 7. Ubicación de las mallas	11
Figura 8. Llenado de las mallas	12
Figura 9. Muro de contención terminado	12
Figura 10. Transporte mediante el procedimiento 1	13
Figura 11. Transporte mediante el procedimiento 2	13
Figura 12. Unidades de mampostería.....	14
Figura 13. Agua de mezcla	15
Figura 14. Cemento Portland tipo I de Argos.....	16
Figura 15. Cal hidratada de Argos	16
Figura 16. Arena de Puerto Tejada.....	17
Figura 17. Tamizado de la mezcla.....	18
Figura 18. Mortero de pega.....	18
Figura 19. Agregado para el grouting (polvillo de la trituradora Conexpe).....	19
Figura 20. Grouting	20
Figura 21. Fundición de celdas y dovelas.....	21
Figura 22. Compactación de la mezcla.....	21
Figura 23. Ventanas de inspección.....	22
Figura 24. Refuerzo vertical.....	23
Figura 25. Viga de amarre	23
Figura 26. Escalerilla o grafil de 4mm.....	24
Figura 27. Posición de los conectores	25
Figura 28. Conectores embebidos por el mortero	25
Figura 29. Colocación de los vientos.....	26
Figura 30. Chequeo del plomo del codal	26
Figura 31. División de las hiladas en el codal.....	27
Figura 32. Levantamiento del muro	28
Figura 33. Colocación del bloque viga.....	28
Figura 34. Muro de esquina con las unidades trabadas.....	29
Figura 35. Acabado del muro.....	30
Figura 36. Aseo final del muro	31
Figura 37. Juntas de pega erradas.....	32
Figura 38. Junta de pega correcta	32
Figura 40. Corrección del muro a escuadra.....	33
Figura 39. Demolición del muro	33
Figura 41. Traslado de la barra.....	34
Figura 42. Encofrado.....	34
Figura 43. Fundición	34
Figura 44. Elementos del encofrado	35
Figura 45. Colocación del encofrado	37

Figura 46. Puente para el encofrado de las vigas del borde de la losa.....	37
Figura 47. Instalaciones eléctricas.....	39
Figura 48. Tuberías dobladas para su protección	39
Figura 49. Instalaciones Sanitarias.....	41
Figura 50. Aislamiento de la tubería de agua caliente.....	41
Figura 51. Protección de las tuberías	42
Figura 52. Colocación de los estribos por grupos	43
Figura 53. Refuerzo de viga terminado.....	43
Figura 54. Vigas de amarre.....	44
Figura 55. Parrilla de refuerzo terminada	44
Figura 56. “Panelas” o trozos de concreto.....	45
Figura 57. Elaboración de los ganchos.....	46
Figura 58. Corte de las barras	46
Figura 59. Limpieza y engrase de la formaleta.....	47
Figura 60. Humedecimiento de la formaleta	47
Figura 61. Producción del concreto	50
Figura 62. Transporte en la rampa	51
Figura 63. Transporte en la parrilla de refuerzo	51
Figura 64. Vaciado del concreto en el sitio requerido.....	51
Figura 65. Compactación por vibración interna	52
Figura 66. Enrasado con codales	53
Figura 67. Acabado con la llana	54
Figura 68. Sistema de bombeo constituido por la bomba, tolva y las tuberías	56
Figura 69. Vaciado del concreto	56
Figura 70. Curado del concreto con antisol blanco	57
Figura 71. Aplicación del epóxico para la adherencia de los concretos.....	59
Figura 72. Corte de la viga de amarre	60
Figura 73. Corrección traslapando una barra	60
Figura 74. Hormiguelo encontrado y su corrección.....	60
Figura 75. Recubrimiento de las vigas con pedazos de ladrillo.....	61
Figura 76. Soporte de tubería con madera	62
Figura 77. Corrección con “panelas” de concreto.....	62
Figura 78. Figurado de los estribos	62
Figura 79. Colocación de los estribos.....	63
Figura 80. Colocación del collarín.....	64
Figura 81. Formaleta de la columna	65
Figura 82. Vaciado del concreto	66
Figura 83. Compactación por vibración interna	66
Figura 84. Desencofrado de la columna	66
Figura 85. Curado de la columna con antisol blanco.....	67
Figura 86. Transporte del concreto.....	68
Figura 87. Encofrado de las gradas.....	69
Figura 88. Contra-huellas ajustadas.....	69
Figura 89. Colocación del acero de refuerzo.....	70
Figura 90. Vaciado del concreto	71
Figura 91. Acabado del concreto con llana.....	71
Figura 92. Curado de las gradas con antisol blanco	71
Figura 93. Organigrama	73
Figura 94. Uso del casco	78
Figura 95. Uso del arnés en los bordes de la losa	78
Figura 96. Uso del arnés en andamios	79

<i>Figura 97. Uso del arnés operando la pluma grúa</i>	<i>79</i>
<i>Figura 98. Uso de la protección contra polvo</i>	<i>80</i>
<i>Figura 99. Uso de los guantes en las diferentes labores.....</i>	<i>80</i>
<i>Figura 100. Uso de la protección requerida durante el proceso de los cortes del ladrillo.....</i>	<i>81</i>
<i>Figura 101. Colocación de las cintas de advertencia de peligro</i>	<i>81</i>
<i>Figura 102. Baño de los trabajadores.....</i>	<i>82</i>
<i>Figura 103. Campamento de los trabajadores.....</i>	<i>82</i>
<i>Figura 104. Lugar de alimentación de los trabajadores.....</i>	<i>83</i>
<i>Figura 105. Limpieza de la obra</i>	<i>83</i>

1. INTRODUCCIÓN

Este informe detalla la experiencia como pasante en el proyecto denominado TERRAZAS DEL CAMPESTRE, periodo durante el cual se tuvo la oportunidad de participar en los procesos constructivos del mismo, obteniendo así conocimientos en las técnicas actuales utilizadas para la construcción, administración, control y manejo de los materiales durante el desarrollo de esta obra. De esta manera, se garantiza que los resultados obtenidos satisfagan los objetivos esperados, permitiendo adquirir la experiencia necesaria para el futuro desempeño profesional.

Teniendo en cuenta lo anterior, se cumple así la posibilidad que el Consejo Superior Universitario con el Acuerdo N° 051 de 2001 y el Consejo de Facultad de Ingeniería Civil con la resolución N° 281 del 10 de junio de 2005, ofrece al estudiante para participar como pasante con una entidad constructora en un proyecto definido, promoviendo la confrontación de los conocimientos teóricos adquiridos durante la carrera y así optar al título de Ingeniero Civil de la Universidad del Cauca.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Participar como Auxiliar de Residente en la construcción del Conjunto residencial TERRAZAS DEL CAMPESTRE en la ciudad de Popayán.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Participar y colaborar en los procesos administrativos, técnicos y constructivos del Conjunto residencial TERRAZAS DEL CAMPESTRE, correspondientes a la RESIDENCIA de obra.
- Aplicar en la práctica los conocimientos teóricos adquiridos a lo largo de la carrera en la facultad de Ingeniería Civil de la Universidad del Cauca.
- Adquirir conocimiento y experiencia en las labores de construcción de este tipo de obras.

2.3 COMPROMISOS Y ACTIVIDADES A DESARROLLAR

1. Colaborar en las labores Administrativas de Residencia de Obra, con base en la dirección y organización del personal de planta de la obra.
2. Vigilar y controlar los procesos del Plan de Calidad de la obra.
3. Conocer los diseños y prestar especial atención en los cambios que surjan en la construcción.

4. Controlar la ejecución de los procesos constructivos de columnas, losas, vigas, muros, redes sanitarias e hidráulicas, y redes eléctricas del conjunto residencial TERRAZAS DEL CAMPESTRE.
5. Colaboración con la vigilancia y control de la seguridad industrial del personal
6. Aportar ideas y posibles soluciones a problemas que se puedan presentar durante la ejecución de la obra.

3. GENERALIDADES DEL PROYECTO

3.1 INFORMACIÓN DEL PROYECTO

El conjunto residencial TERRAZAS DEL CAMPESTRE se construye actualmente en un lote ubicado en la carrera 6 N° 40N-179, en un área aproximada de 6680 m².

El proyecto está constituido por tres bloques de apartamentos de 6 pisos con parqueadero subterráneo. Existen dos modelos de apartamentos, el tipo 1 con una área construida de 125 m² y el tipo 2 con una área de 218m². Se proyecta que el conjunto cuente con amplias zonas verdes, cancha de squash, juegos infantiles, sede social, parqueadero de visitantes, ascensores, iluminación natural y piscina climatizada.

3.2 DISEÑO ARQUITECTÓNICO

El diseño fue realizado por la Arquitecta Esperanza Jiménez, teniendo en cuenta la existencia de espacios fundamentales que brinden comodidad y funcionalidad tales como: áreas privadas, comunes, sociales y de recreación (Ver la Figura 1).

Este proyecto se acopla al área del lote dispuesta para su construcción y cumple con las exigencias del dueño del mismo.



Figura 1. Diseño general del proyecto

La disposición con la que cuenta cada modelo de apartamento se explica a continuación y puede observarse en la Figura 2.

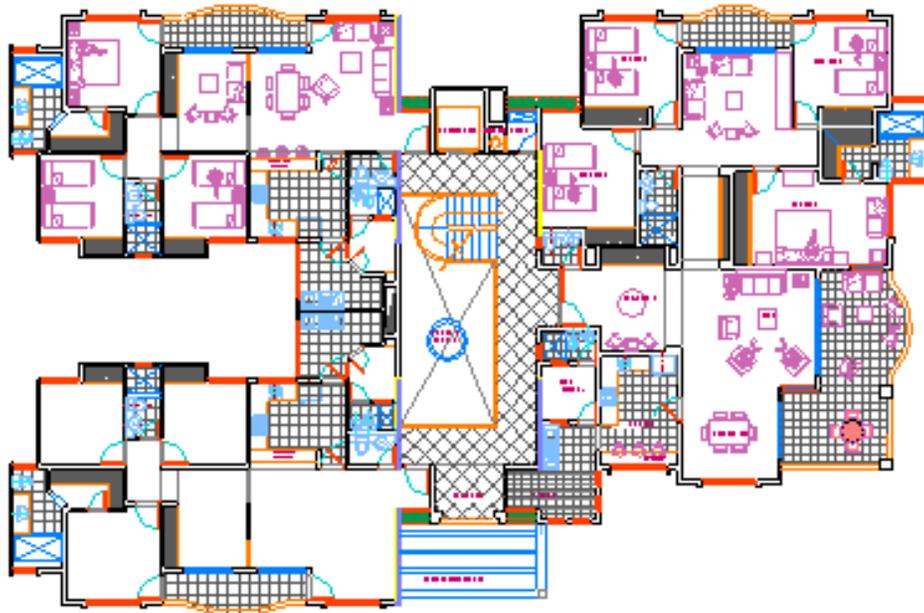


Figura 2. Distribución de los apartamentos

El apartamento tipo 1 cuenta con: 3 alcobas, estudio, sala, comedor, balcón, cocina, patio de ropas, cuarto de servicio y 3 servicios sanitarios.

El apartamento tipo 2 cuenta con: 4 alcobas, estudio, sala, comedor, balcón, terraza cocina, patio de ropas, cuarto de servicio y 3 servicios sanitarios.

3.3 ESTUDIO DE SUELOS

El estudio de suelos fue efectuado por la empresa ESTUDIO DE SUELOS LTDA, conformada por los Ingenieros Hugo A. Cosme Vargas y Luciano Rivera Caicedo.

El trabajo de campo se realizó con equipo mecánico de rotación-percusión, representados en 6 sondeos de los cuales 4 se hicieron hasta 10.50 metros de profundidad y 2 hasta 8.0 metros; en cada punto se registró el perfil de los suelos y la ausencia del nivel freático.

Se hicieron ensayos tipo penetración estándar y se tomaron muestras a diversas profundidades con tubo “Shelby” y con cuchara “Split Spoon”.

Además, se realizaron ensayos de laboratorio de contenido de agua en estado natural, distribución granulométrica, peso unitario, límites de consistencia, resistencia a la compresión inconfiada y consolidación. El suelo encontrado es de origen sedimentario y transportado en ambiente fluvial.

Se recomendó por parte de la empresa utilizar una losa de cimentación o zapatas corridas a lo largo de las filas de las columnas preferiblemente en las dos

direcciones. La presión sugerida para el cálculo de la cimentación era de 12 Ton/m².

3.4 DISEÑO ESTRUCTURAL

El diseño estructural fue realizado por los Ingenieros Juan Manuel Mosquera y Carlos Ariel Hurtado, quienes recomendaron:

1. Sistema estructural de mampostería reforzada con todas las celdas rellenas.
2. Grado de disipación de energía: DES.
3. Materiales:
 - Concreto: $f'c = 21$ MPa.
 - Acero: $f_y = 420$ MPa.
 - Mampostería: $f_m = 10.3$ MPa.
 - Mortero de relleno: $f_{cr} = 15.5$ MPa (NTC 4048).
 - Mortero de pega: $f_{cp} = 17.5$ MPa (tipo M, NTC 3329).
 - Unidad de mampostería: $f'cu = 22.0$ MPa.
4. Cimentación: cajón constituido por zapatas, vigas de amarre, pantallas, columnas y losa nivel cero. Entre las vigas de amarre existe también las losas que aunque no constituyen parte fundamental de la estructura sirve como superficie de rodadura (pavimento rígido) del tráfico vehicular del sótano.
5. Losas de entrepiso macizas con 15 cm de espesor.
6. La cubierta está constituida por vigas canal y vigas corona en concreto reforzado, perlines en acero, teja de asbesto cemento #5 y #6 y teja de

barro cocido. Toda la anterior estructura reposa sobre vigas de amarre de columnas y muros en mampostería estructural.

En algunos sitios de la cubierta en vez de la estructura para asbesto cemento irá cubierta en policarbonato.

3.5 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

El levantamiento topográfico fue realizado por el topógrafo Carlos Guerra con estación total de la siguiente manera:

1. Inicialmente se hizo el levantamiento general del lote donde figuraron los colindantes y los accidentes topográficos que tenía el mismo.
2. Hecho el diseño arquitectónico, y respetando las exigencias de la curaduría se hizo el replanteo del proyecto en el terreno para lo cual:
 - Se colocaron puentes perimetrales en donde se fijaron con puntilla y pintura los ejes principales del proyecto, y se dejó referenciado con mojones en concreto los vértices principales del proyecto que facilitaron su posterior localización.

Se definieron también las cotas del proyecto mediante nivelación de los mojones, se utilizó nivel de precisión.

4. DESARROLLO DE LA PASANTÍA

4.1 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.

4.2 PROCESOS TÉCNICOS Y CONSTRUCTIVOS

Los procesos técnicos y constructivos observados durante la pasantía fueron la construcción de muros de contención en gaviones, muros en mampostería reforzada, losas de entrepiso, columnas y gradas, los cuales se explicarán a continuación detallando cada elemento que lo constituye y su proceso constructivo.

4.2.1 Construcción de muros de contención en gaviones

MATERIALES:

- Material del río Cauca con tamaño máximo de 10" (Ver Figura 3).
- Malla triple torsión galvanizada (Ver Figura 4).



Figura 3. Material del rio Cauca



Figura 4. Malla galvanizada

CONSTRUCCIÓN:

Para la construcción de estos muros de contención se debe tener en cuenta el siguiente procedimiento:

1. El primer paso a seguir es hacer la excavación de tal manera que quede con las dimensiones exactas, tal como se muestra en la Figura 5.



Figura 5. Excavación para el muro de contención

2. Posteriormente se colocan tableros ajustados con cerchas y tacos o parales como formaleta para que durante la construcción el gavión no pierda su forma.
3. Se arman las mallas galvanizadas (en este caso se utilizaron mallas de 2mx1m y 1mx1m) (ver Figura 6), y se colocan en el sitio de tal forma que sus tapas queden alternadas unas con otras para mayor facilidad en el llenado del material, utilizando guaduas como apoyo para mantenerlas abiertas durante este proceso. Para obtener las dimensiones requeridas del muro deben colocarse varias mallas ajustadas entre sí (ver Figura 7).



Figura 6. Malla galvanizada armada



Figura 7. Ubicación de las mallas

4. Se comienza a llenar las mallas con el material de río, organizándolos debidamente hasta una altura aproximada de 40 cm (Altura de la malla 1m), (ver Figura 8). Luego, para evitar que el gavión se deforme se utiliza alambro para hacer tensores transversales, longitudinales, y diagonales (2). Además, en las esquinas se unen los dos lados que la conforman.



Figura 8. Llenado de las mallas

5. Finalmente se terminan de llenar las mallas y deben ajustarse las tapas al cerrarse. Se puede adicionar agregado más pequeño en la parte superior que permita llenar los vacíos dejados por el material característico utilizado para la construcción de estos muros debido a su gran diámetro. Una vez terminado este proceso se puede desencofrar (ver Figura 9).



Figura 9. Muro de contención terminado

TRANSPORTE DEL MATERIAL:

Debido a que el muro de contención que se construyó quedaba a una altura considerable del terreno de la obra, fue necesario utilizar dos técnicas para poder bajar el material de acuerdo al tamaño del mismo:

1. Lanzar el material grande hasta una determinada altura (donde ya existía un muro), y después bajarlo hasta el lugar de la construcción. (ver Figura 10)
2. Utilizar un canal para hacer rodar el material pequeño hasta el sitio de disposición final. (ver Figura 11)



Figura 10. Transporte mediante el procedimiento 1



Figura 11. Transporte mediante el procedimiento 2

4.2.2 Construcción de muros en mampostería reforzada

4.2.2.1 Unidades de mampostería

Fuente: Ladrillera Meléndez.

Dimensiones: 10 cm x 29 cm x 14 cm.

Número de celdas interiores: 2.

Dimensiones de celdas interiores: 10 cm x 10 cm.

Espesor de paredes interiores: 2 cm.

En la Figura 12 se muestra la unidad de mampostería utilizada en la obra.



Figura 12. Unidades de mampostería

4.2.2.2 Mezclas que se requieren:

4.2.2.2.1. Mortero de pega:

Es el elemento que une las unidades de mampostería a través de las juntas verticales y horizontales en función de su capacidad de adherencia. Debe tener

una buena plasticidad y consistencia para poderlo colocar de la manera adecuada, y suficiente capacidad de retención de agua para que las unidades de mampostería no le roben la humedad¹. Debe colocarse en todas la paredes de la unidad (exteriores e interiores).

MATERIALES:

Por lo general está constituido por cemento, cal, arena, agua y aditivos si es necesario.

Agua de la mezcla: Debe ser limpia, libre de materiales que afecten desfavorablemente cualquiera de las propiedades del mortero² (ver la Figura 13).



Figura 13. Agua de mezcla

Cemento: Puede ser cemento portland tipo I, II, III o VI o cementos de mampostería³. El usado en la obra es cemento portland tipo I de Argos (ver Figura 14).

¹ Herrera Angélica M. , Madrid Germán G., "Manual de construcción de mampostería de concreto". ICPC 2003. Pág. 28

² Normas Colombinas de diseño y construcción sismo- resistente NSR-98. Título D. Capítulo D.3.4.5

³ Herrera Angélica M. , Madrid Germán G., "Manual de construcción de mampostería de concreto". ICPC 2003. Pág. 28



Figura 14. Cemento Portland tipo I de Argos

Cal: La utilización de la cal proporciona al mortero de pega mayor plasticidad, impermeabilidad, mejor adherencia y baja contracción⁴. En la obra se utiliza cal hidratada de Argos (ver Figura 15).



Figura 15. Cal hidratada de Argos

⁴ Herrera Angélica M. , Madrid Germán G., "Manual de construcción de mampostería de concreto". ICPC 2003. Pág. 28

Arena: Puede ser natural o triturada. Debe estar libre de materiales contaminantes e impurezas orgánicas. Debe ser bien gradada para proporcionar trabajabilidad y adherencia, ya que si ésta es muy fina se obtienen morteros frágiles y permeables y si es muy gruesa se disminuye su trabajabilidad⁵.

En la obra se utiliza arena de Puerto Tejada (Ver Figura 16).



Figura 16. Arena de Puerto Tejada

DOSIFICACIÓN:

Para el mortero de pega se utiliza la proporción en volumen 1:0,5:3

1 bulto de cemento

0.5 bulto de cal

3 cajones de arena

⁵ Herrera Angélica M. , Madrid Germán G., "Manual de construcción de mampostería de concreto". ICPC 2003. Pág. 28

Se requiere tamizar la mezcla en seco por la malla # 4 para eliminar impurezas o material orgánico, (ver Figura 17). La cantidad de agua es subjetiva, la mezcla debe quedar más o menos seca, de tal forma que permita manejabilidad (ver Figura 18).



Figura 17. Tamizado de la mezcla



Figura 18. Mortero de pega

4.2.2.2. Mortero de inyección o grouting:

Es el elemento esencial de la mampostería estructural, que consiste en una mezcla fluida capaz de penetrar en todas las vacíos del muro sin sufrir segregación. Debe adherirse a todas las unidades de mampostería y a las barras de refuerzo para que actúen juntas para soportar las cargas.

Tiene como función aumentar la resistencia del muro y la transmisión de los esfuerzos al acero, así como mejorar propiedades como aislamiento térmico y acústico⁶.

⁶ Herrera Angélica M. , Madrid Germán G., "Manual de construcción de mampostería de concreto". ICPC 2003. Pág. 31

MATERIALES:

Agua: Debe ser limpia y libre de material perjudicial que afecte la resistencia de la mezcla⁷ (ver Figura 13).

Cemento: Puede ser cemento portland tipo I, II, III⁸. El usado en la obra es el cemento portland tipo I de Argos (ver Figura 14).

Agregados: Pueden ser arena para concreto o arena para mortero de pega. Se debe tener en cuenta que el tamaño máximo del agregado debe ser 12.5mm para eliminar toda posibilidad de obstrucción en el llenado de las celdas y evitar que se produzca segregación⁹.

En la obra se utiliza el polvillo que produce la trituradora Conexpe, el tamaño máximo es 1/2" (ver Figura 19).

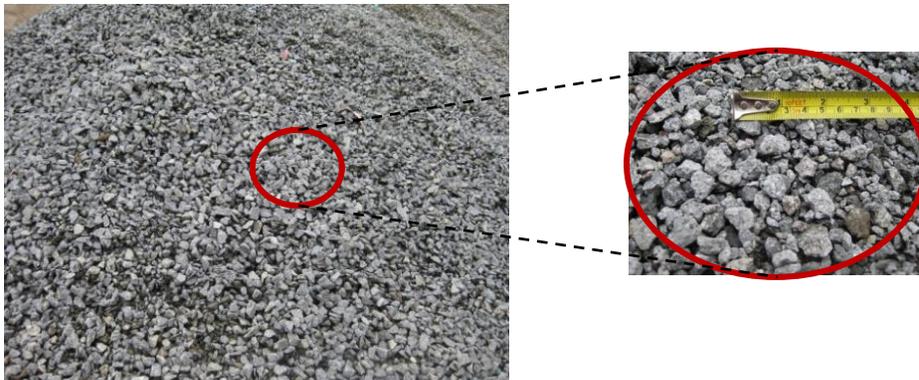


Figura 19. Agregado para el grouting (polvillo de la trituradora Conexpe)

⁷ Normas Colombinas de diseño y construcción sismo- resistente NSR-98. Título D. Capítulo D.3.4.5

⁸ Herrera Angélica M. , Madrid Germán G., "Manual de construcción de mampostería de concreto". ICPC 2003. Pág. 31

⁹ Herrera Angélica M. , Madrid Germán G., "Manual de construcción de mampostería de concreto". ICPC 2003. Pág. 32

DOSIFICACIÓN:

Para el grouting (llenado de celdas y dovelas) se utiliza la proporción en volumen 1:6

1 bulto de cemento

6 cajones de polvillo

La cantidad de agua es subjetiva

CARACTERÍSTICA

Debe tener una característica de fluidez tal que haya una perfecta penetración en todas las cavidades del muro (ver Figura 20). La compactación que para este caso se hace con varillados (chuzones) con barras #4 debe ayudar a la eliminación de vacíos de la mezcla y a fluir adecuadamente por las celdas.



Figura 20. Grouting

4.2.2.3 Fundición de celdas y dovelas:

La fundición de celdas y dovelas se hace en tres partes:

- Hasta la hilada #10, antes de llegar a la viga de amarre.

- En la viga de amarre.
- Desde la hilada #20 se funde el resto del muro (ver figura 19).

El vaciado se realiza con baldes (ver Figura 21) y se debe hacer la compactación con varillados (chuzones) con una barra #4 para eliminar vacíos (ver Figura 22). Se debe tener cuidado de garantizar que la longitud de varilla sobrante del refuerzo de los muros sea lo suficiente para su correspondiente traslapo.



Figura 21. Fundición de celdas y dovelas



Figura 22. Compactación de la mezcla

VENTANAS DE INSPECCIÓN

Hay que tener en cuenta que cuando se haga la fundición deben existir en dos puntos las ventanas de inspección (ver Figura 23): en la primera hilada y en la #12 (Después de la viga de amarre). Esto se hace con el fin de garantizar que la barra de refuerzo quede totalmente embebida, y por lo tanto debe salir la mezcla.

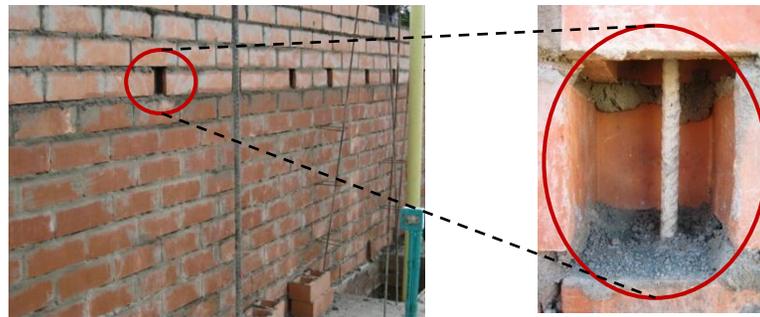


Figura 23. Ventanas de inspección

4.2.2.4 Refuerzos:

REFUERZO VERTICAL:

El refuerzo forma parte de la mampostería y cumple varias funciones principales entre ellas absorber los esfuerzos de tracción, compresión y cortante¹⁰.

Este refuerzo debe coincidir con los centros de las perforaciones de las unidades de mampostería (ver Figura 24) y deben quedar embebidos en el grouting para que éste pueda transmitir los esfuerzos entre las unidades de mampostería y el refuerzo y viceversa.

¹⁰ Herrera Angélica M. , Madrid Germán G., "Manual de construcción de mampostería de concreto". ICPC 2003. Pág. 32



Figura 24. Refuerzo vertical

VIGA DE AMARRE:

Sirve para dar confinamiento al muro¹¹. Según el diseño estructural se coloca para este caso en la hilada #11 dos barras #5 (ver Figura 25).



Figura 25. Viga de amarre

¹¹ Normas Colombianas de diseño y construcción sismo- resistente NSR-98. Titulo D. Capitulo D.7.3.3

REFUERZO HORIZONTAL:

Este refuerzo contribuye al control de las fisuras por contracción del muro¹². Se debe colocar a medida que se va construyendo el muro, según el diseño estructural cada 3 hiladas. El refuerzo utilizado para esta obra es la escalerilla o grafil de 4mm (ver Figura 26), y se coloca en la junta de pega en donde queda embebido por el mortero de pega. Este refuerzo no tapona las celdas que llevan el refuerzo ni el vaciado del grouting.



Figura 26. Escalerilla o grafil de 4mm

CONECTORES:

Se deben colocar en la intersección de los muros que no van trabados (ver Figura 27), a medida que se va levantando el muro de manera que queden embebidos en el mortero de la junta (ver Figura 28).

¹² Herrera Angélica M. , Madrid Germán G., “Manual de construcción de mampostería de concreto”. ICPC 2003. Pág. 33



Figura 27. Posición de los conectores



Figura 28. Conectores embebidos por el mortero

4.2.2.5 Levantamiento del muro

Se realiza el siguiente procedimiento según lo observado en la obra:

- Se colocan los codales en los extremos de lo que va a ser el muro, teniendo en cuenta la cimbra. Su función es mantener la verticalidad del muro durante su construcción, chequeándolo constantemente con plomadas (ver Figura 30). Para mantener los codales verticalmente, éstos deben apoyarse en dos o tres bastidores, conocidos también como vientos (ver Figura 29).



Figura 29. Colocación de los vientos



Figura 30. Chequeo del plomo del codal

- Posteriormente se dividen los codales en un número determinado de hiladas (ver Figura 31) tomando un espesor aproximado de 11.5 cm con el fin de garantizar que todos los muros de un piso tengan el mismo nivel de las hiladas, así:

Cuando se trata de la construcción del primer muro de una losa se divide el codal en 11 hiladas iguales desde el piso, ya que ésta última es donde se encuentra la viga de amarre. Y cuando se trata de un muro siguiente a uno construido, se debe pasar el nivel con manguera por la hilada #11 al codal y posteriormente dividirlo igual que lo explicado previamente.



Figura 31. División de las hiladas en el codal

- Después se coloca un hilo que una los codales de los extremos del muro por la primera hilada. Este hilo servirá tanto para colocar la hilada uniformemente como para garantizar la verticalidad del muro, ya que se irá corriendo hacia arriba a medida que vaya construyendo el muro.
- Posteriormente se modula las unidades de ladrillo de tal manera que la junta vertical sea de máximo un centímetro. En algunos casos, es necesario cortar algunas de ellas para reducir su tamaño, ya que la modulación depende de la posición de las barras y de las instalaciones eléctricas e hidráulicas que queden justo en los vacíos de las unidades de mampostería.
- Una vez hecho éste paso, se procede a colocar el mortero de pega sobre la losa y se construye la primera hilada. Después se corre el hilo en la segunda marca y se construye la segunda hilada (ver Figura 32), y así sucesivamente hasta llegar a la #11. Se debe tener en cuenta colocar la

escalerilla o grafil de 4mm embebido en el mortero de pega cada tres hiladas.



Figura 32. Levantamiento del muro

- En la hilada #11, la unidad de mampostería cambia a una llamada bloque viga (ver Figura 33), en donde se colocan 2 barras #5 como viga de amarre.



Figura 33. Colocación del bloque viga

- A esta altura se funden las celdas, dovelas y la viga de amarre. Después se continúan con las hiladas normalmente hasta la #20 que es donde finaliza el muro.
- Una vez terminado, se procede a traslapar las barras en los diferentes puntos y a fundir el resto del muro (debe medirse desde la viga de amarre la longitud necesaria de las barras para el traslapo, de lo contrario se debe traslapar antes de fundir la primera parte del muro).
- Cuando se trata de un muro de esquina se debe tener en cuenta que vayan trabadas las unidades de mampostería en ese punto (ver Figura 34), esto se logra realizando una buena modulación inicial.



Figura 34. Muro de esquina con las unidades trabadas

4.2.2.6 Acabado del muro

Una vez terminado el muro se puede notar que el mortero de pega no queda colocado uniformemente en las caras de los muros, entonces antes de que éste se endurezca se procede a darle un acabado a la junta o a “rebitar”, es decir, llenar de mortero los espacios que quedaron vacíos en las juntas de las unidades de mampostería (ver Figura 35), que además de proporcionar estética al muro sirve para darle impermeabilidad.



Figura 35. Acabado del muro

4.2.2.7 Aseo final del muro

Se debe eliminar inmediatamente el excedente de mortero que sobresalga de la cara del muro terminado, además de limpiar con una espuma húmeda cuando se trata de muros a la vista (ver Figura 36).

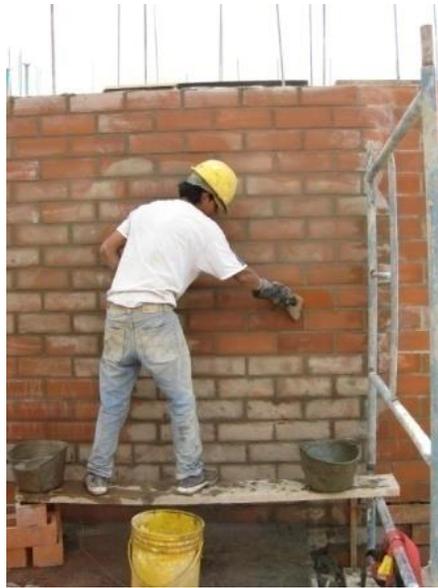


Figura 36. Aseo final del muro

4.2.2.8 Errores encontrados de construcción

1. Uno de los errores encontrados fue el espesor de la junta de pega de los ladrillos, ya que se llegaron a construir desde 2mm hasta de 50 mm (ver Figura 37) sin tener en cuenta la norma NSR-98¹³ en donde se exige una junta máxima de $10 \text{ mm} \pm 4\text{mm}$ para evitar que el muro pierda resistencia. Observando esto se exigió al personal construir el muro con el espesor de junta adecuado (ver Figura 38).

¹³ Normas Colombianas de diseño y construcción sismo- resistente NSR-98. Título D. Capítulo 4.5.10.1 Numeral (f)



Figura 37. Juntas de pega erradas



Figura 38. Junta de pega correcta

2. Se encontró algunas veces los muros desplomados, lo que conlleva a pensar que con el movimiento de la gente se pueden mover los cordales, y por ende el hilo, y sencillamente el pegador no se da cuenta y sigue construyendo el muro sin ir chequeando el plomo. A raíz de esto el Director de obra dio a la pasante una plomada para que chequeara los muros que a simple vista pudieran estar desplomados. La norma NSR-98¹⁴ dice que la variación del plomo del muro máxima debe ser 2mm/metro.
3. Se encontró que a veces los muros no se encontraban a escuadra, y por lo tanto la única solución era demolerlo (ver Figura 40) y hacer su debida corrección (Figura 39).

¹⁴ Normas Colombinas de diseño y construcción sismo- resistente NSR-98. Titulo D. Capitulo 4. Tabla D.4-2 "Tolerancias constructivas para muros de mampostería"



Figura 40. Demolición del muro



Figura 39. Corrección del muro a escuadra

4. En las fundiciones de las celdas y dovelas no siempre se hacían varillados, por lo tanto se debía estar muy pendiente recordando al personal de hacerlo ya que esto puede conllevar a que no se eliminen los vacíos y que el grouting no llegue hasta todos los lados de la celda.

5. Se encontró el caso de un muro en el que se habían olvidado traslapar las barras, y por lo tanto faltaban en el piso superior. La solución fue regatear el muro, traslapar el refuerzo (ver Figura 41) y posteriormente fundir con una formaleta (ver Figura 42 y Figura 43).



Figura 41. Traslapo de la barra



Figura 42. Encofrado



Figura 43. Fundición

4.2.3 Construcción de losas de entrepiso

4.2.3.1 Encofrado

FUNCIÓN

La formaleta es una estructura temporal, encargada de sostener los elementos de la losa mientras ésta desarrolla sus propiedades de resistencia y comienza a trabajar por sí sola según ha sido diseñada¹⁵.

¹⁵ Muñoz M. Harold A., "Construcción de estructuras". Asocreto. 1998. Pág. 79

ELEMENTOS DEL ENCOFRADO

El sistema de encofrado está constituido por una serie de parales o tacos (elementos verticales) y cerchas metálicas (elementos horizontales) sobre los cuales descansan los tableros, en el que se arma y se funde la losa¹⁶ (ver Figura 44).

Las cerchas vienen en una longitud de 3m y los tableros de 1.4m, de modo que los módulos que se forman serán de 3mx1.4m.



Figura 44. Elementos del encofrado

¹⁶ Muñoz M. Harold A., "Construcción de estructuras". Asocreto. 1998. Pág. 80

ARMADO DE LA FORMALETA

La forma para armar la formaleta se inicia colocando un nivel que es cimbrado a una determinada altura de los muros, con el fin de ser la guía para colocar los tableros. De esta manera se tiene la altura adecuada de la losa ya que en la obra a partir de ésta se deja un descolgado de 8 cm con los muros para efectos de que el enchape en columnas y losas se ajuste a dos hiladas. Para lograr este nivel se toma como base un muro de aproximadamente 12m de longitud que se considera como el principal de piso, en donde se mide una longitud de 0.235m al final de su altura, en ese punto imaginario se devuelve hacia abajo 1.15m y se cimbra el muro en ese nivel. Después se colocan los tacos y se gradúa su altura con el regulador de rosca de tal manera que se lea una longitud de 1.0m desde la cimbra hasta los tableros (por debajo de los tableros se leería 0.98m considerando el espesor de los mismos de 2cm).

Como el sistema es mampostería estructural, los espacios que quedan para colocar los tacos no son suficientes para permitir una posición fija de ellos, es decir, no existe un diseño de encofrado. Luego los tacos se colocan en cualquier lugar donde los muros permitan, garantizando que las cerchas queden bien ubicadas y ajustadas (Ver Figura 45), cometiendo el error de no acoplar las diagonales a los tacos por la dificultad de espacio (no existe arriostramiento¹⁷). Sin embargo los muros sirven para dar un poco de rigidez al encofrado además que los tableros se ajustan a los muros con alambres unidos a las barras de los mismos.

¹⁷ **Arriostramiento:** Se obtiene por la colocación de las crucetas o diagonales entre dos paralelos, obteniendo así la rigidez necesaria y la posibilidad de resistir fuerzas horizontales sin colapsar ni deformarse sensiblemente. **Fuente:** Muñoz M. Harold A., "Construcción de estructuras". Asocreto. 1998. Pág. 79



Figura 45. Colocación del encofrado

Para el encofrado de las vigas que van en algunos de los bordes de la losa, se disponen de unos puentes en madera sujetos a las columnas y soportados por los tacos en donde se apoyará la formaleta de la viga (ver Figura 46), ya que el nivel es diferente al de la losa (inferior a ella).



Figura 46. Puente para el encofrado de las vigas del borde de la losa

4.2.3.2 Instalaciones eléctricas

Su instalación se basa tanto en los planos arquitectónicos para saber los puntos de iluminación e interruptores en cada espacio del apartamento, como en los planos eléctricos que especifican las conexiones y posiciones de los ductos con las cajas eléctricas.

INSTALACIÓN:

Una vez terminado el armado de la formaleta, se marca en ella los puntos en donde van las cajas octagonales en las cuales se colocan las lámparas de iluminación. Éstas van unidas por ductos entre sí que son conectados a los interruptores, los cuales se colocan verticalmente. De igual manera se instalan los tomas que brindarán la energía eléctrica (ver Figura 47).

Como no se colocan accesorios de uniones en éstas instalaciones, la unión se realiza calentando la tubería y acoplándola con pegante de PVC.

Cabe anotar que las tuberías que van verticalmente van atravesando los muros de mampostería por las celdas.

Diámetros que se utilizan:

1/2" para iluminación (tomas)

3/4" para interruptores



Figura 47. Instalaciones eléctricas

PROTECCIÓN:

Para evitar taponamientos en las tuberías por el paso del personal generadas por la fundición, las tuberías verticales son dobladas (ver Figura 48), y una vez que la losa esté fundida se colocan las respectivas cajas de los interruptores.



Figura 48. Tuberías dobladas para su protección

4.2.3.3 Instalaciones hidráulicas y sanitarias

Al igual que las eléctricas su instalación se basa tanto en los planos arquitectónicos en donde se especifica los lugares en que se necesitará ese servicio, como los planos hidráulicos en donde se detalla tanto los diámetros y uniones de las tuberías como su posición.

INSTALACIÓN:

La instalación de las tuberías de evacuación de aguas residuales se realiza al mismo tiempo en que se colocan las instalaciones eléctricas, es decir, una vez colocada la formaleta de la losa (ver Figura 49). La instalación de las tuberías que abastecen de agua se colocan encima de la parrilla de refuerzo de la losa.

En donde irán los baños, se debe colocar una tubería de ventilación de 2" de diámetro verticalmente para evitar malos olores, conectada con las tuberías del lavamanos y del inodoro ($\phi=4"$).

La tubería de los sifones lleva una unión en forma de u, en donde se genera un sello hidráulico para evitar malos olores.

La tubería de agua caliente es diferente de la de agua fría, su color es abano y su diámetro es de $\frac{1}{2}"$, ya que debe resistir altas temperaturas y por lo tanto debe ser aislada para evitar daños (calentar, derretir tuberías no resistentes), en la obra se coloca medio tubo de PVC (como una u) para separarla de las otras (ver Figura 50).

Para comunicar las tuberías de un piso a otro se utilizan los buitrones que son cajones que atraviesan toda la estructura sin ser interrumpidos. Estos buitrones dan facilidad a la instalación y sirven para permitir la revisión de posibles fallas futuras en la red hidráulica.



Figura 49. Instalaciones Sanitarias



Figura 50. Aislamiento de la tubería de agua caliente

PROTECCIÓN:

Para evitar taponamientos que se pueden generar en la fundición, a las tuberías se les acopla unos tapones en PVC (ver Figura 51).



Figura 51. Protección de las tuberías

4.2.3.4 Colocación del acero de refuerzo

Se comienza a armar el refuerzo de las vigas que van en algunos bordes de la losa, cumpliendo con el espaciamiento correcto de los estribos y respetando el diámetro de las barras. Para esto se hacen grupos provisionales de 15 a 20 estribos que permiten una mejor manejabilidad (ver Figura 52), éstos se colocan en la formaleta que previamente ha sido marcada en cada espaciamiento y son atravesados por las barras de refuerzo de la viga; luego son separados los estribos y amarrados a las barras adecuadamente (ver Figura 53).



Figura 52. Colocación de los estribos por grupos



Figura 53. Refuerzo de viga terminado

Posteriormente se colocan las vigas de amarre que van justo por donde terminan los muros. Los planos estructurales especifican su diámetro y su posición (ver Figura 54).

Una vez terminado esto, se procede a colocar la parrilla de refuerzo de la losa, primero en un sentido y después en el otro, empezando por los extremos en donde van los ganchos, cumpliendo con la longitud de traslapo.

Según los planos el espaciamiento de las barras de refuerzo de la losa es cada 15cm y en algunos puntos donde se requiera más refuerzo son colocadas con un espaciamiento menor (ver Figura 55).



Figura 54. Vigas de amarre



Figura 55. Parrilla de refuerzo terminada

RECUBRIMIENTO:

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

la armadura y que garantizan el recubrimiento mínimo del refuerzo¹⁸ (ver Figura 56).

También se deben colocar cuando se arme el refuerzo de las vigas.



Figura 56. "PANELAS" o trozos de concreto

TRANSPORTE:

Para poder subir las barras de refuerzo, se acopla una polea a una guadua, se amarran tres o cuatro barras en una cuerda que engancha la polea y son subidas al sitio requerido; previamente se le ha pedido a la persona encargada la longitud de las barras requeridas.

¹⁸ Muñoz M. Harold A., "Construcción de estructuras". Asocreto. 1998. Pág. 81

FIGURADO DEL ACERO:

Aquellos lugares en los que la longitud de las barras que requiere es pequeña, éstas son cortadas con un equipo especial (ver Figura 58) y los ganchos son hechos con una herramienta exclusivamente para eso (ver Figura 57).



Figura 57. Elaboración de los ganchos



Figura 58. Corte de las barras

CHEQUEO DE LA LOSA:

Antes de armar la parrilla debe asegurarse que la formaleta esté libre de residuos de madera y tuberías.

A medida que se va colocando el refuerzo debe irse chequeando las separaciones de las barras y las longitudes de traslazo.

Cuando la losa esté totalmente armada y lista para la fundición, se debe hacer la última revisión, tanto de la limpieza como de traslazos y separaciones, de tal manera que las condiciones y requisitos se hayan cumplido satisfactoriamente.

Las formaletas deben mojarse con agua (ver Figura 60), en especial si son nuevos los tableros, para prevenir que absorban el agua de la mezcla de concreto

afectando su manejabilidad y resistencia. También deben engrasarse para facilidad cuando se quite la formaleta, en la obra es utilizado para esta función aceite quemado (ver Figura 59).

Cabe anotar que la formaleta debe estar libre de residuos de madera, alambre, clavos, basura, etc, ya que si la losa se funde sin tener en cuenta esta precaución pueden dar lugar a que se generen posibles grietas o fallas¹⁹ (ver Figura 59).



Figura 59. Limpieza y engrase de la formaleta



Figura 60. Humedecimiento de la formaleta

¹⁹ **Fuente:** Información obtenida de los ingenieros que realizaron el diseño estructural.

4.2.3.5 Fundición de la losa

En la obra se tomó la decisión por parte de la constructora de fundir las losas con concreto hecho en obra hasta la losa del tercer piso. A partir del cuarto piso se fundiría con concreto premezclado.

4.2.3.5.1. Fundición con concreto hecho en obra

MATERIALES:

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

Agua: El agua no debe tener olor ni sabor, debe ser libre de material perjudicial que pueda afectar cualquiera de las propiedades del concreto o ser dañinas para el refuerzo²⁰ (ver Figura 13).

Agregados: Deben cumplir con la norma NTC 174²¹. Deben tener una resistencia propia suficiente, no deben perturbar ni afectar desfavorablemente las propiedades y características de la mezcla y deben garantizar una adherencia suficiente con la pasta endurecida del cemento²².

²⁰ Rivera L. Gerardo A. ,“ Concreto Simple”. Unicauca. 1992. Capitulo 3.1 “Agua de mezcla”.

²¹ Normas Técnicas Colombianas. NTC 174. Ingeniería civil y Arquitectura. Especificaciones de los agregados para concreto.

²² Rivera L. Gerardo A. ,“ Concreto Simple”. Unicauca. 1992. Capitulo 2.2 “Agregados para mortero y concreto”.

Fuente para la obra:

- Arena de la trituradora Conexpe con tamaño máximo #4, sin % pasa #200
- Triturado de tamaño máximo $\frac{3}{4}$ " de la trituradora de los Ing. Castrillón

Cemento: Debe ser cemento portland y debe cumplir con las normas NTC 121²³ y NTC 321²⁴. En la obra se usa el cemento portland tipo I de Argos (ver Figura 14).

PRODUCCIÓN:

La dosificación de concreto se hace en volumen, con una proporción de 1:3:3

1 bulto de cemento

3 cajones de arena

3 cajones de grava

La cantidad de agua es subjetiva

El proceso observado comienza agregando a la mezcladora mecánica una buena cantidad de agua, después se adiciona un cajón de agregado y el bulto de cemento, posteriormente un cajón de arena, alternándolo con la grava hasta completar la proporción. Al final se le adiciona un poco de agua si es necesario a criterio de la persona encargada de la mezcladora (ver Figura 61).

²³ Normas Técnicas Colombianas. NTC 121. Ingeniería civil y Arquitectura. Cemento Portland. Especificaciones físicas y mecánicas.

²⁴ Normas Técnicas Colombianas. NTC 321. Ingeniería civil y Arquitectura. Cemento Portland. Especificaciones químicas.



Figura 61. Producción del concreto

TRANSPORTE:

El transporte del concreto hasta el sitio de disposición final se realiza por medio de carretillas. La mezcla es recibida directamente de la mezcladora mecánica y se lleva a través de una rampa adecuada con pendiente moderada para que el personal llegue sin ningún obstáculo que pueda afectar la mezcla (ver Figura 62).

Encima de la parrilla de refuerzo se colocan unos tablonos para facilidad de transporte (ver Figura 63) con el fin de evitar la vibración exagerada en la carretilla que se produce por el paso entre el acero.

Cabe anotar que las carretillas deben de estar limpias, y se debe impedir golpes y vibraciones para evitar segregación. Es importante además, proteger la mezcla por contaminación con polvo si ésta debe llevarse a una distancia considerable²⁵.

²⁵ Rivera L. Gerardo A. ,“ Concreto Simple”. Unicauca. 1992. Capitulo 4.2.10.2.1 “Manejabilidad”.



Figura 62. Transporte en la rampa



Figura 63. Transporte en la parrilla de refuerzo

COLOCACIÓN:

Una vez que llega la carretilla al lugar indicado, la persona encargada hace el vaciado (ver Figura 64). La mezcla se acomoda con palas por el personal dispuesto para eso.



Figura 64. Vaciado del concreto en el sitio requerido

COMPACTACIÓN:

Este proceso consiste en reducir al mínimo la cantidad de aire atrapado una vez ha sido vaciada la mezcla dentro de la formaleta²⁶.

La compactación de concreto se hace por vibración interna, insertando directamente al concreto un vástago vibratorio (ver Figura 65). Se debe evitar que el vibrador toque el refuerzo y la formaleta²⁷.



Figura 65. Compactación por vibración interna

²⁶ Sánchez De Guzmán Diego, "Concretos y morteros manejo y colocación en obra". Asocreto. 1998. Capitulo 7. Pág. 107

²⁷ Sánchez De Guzmán Diego, "Concretos y morteros manejo y colocación en obra". Asocreto. 1998. Capitulo 7. Pág. 108

ACABADO:

Nivelación o enrasado: Después de que el concreto ha sido tendido y vibrado, se inicia el proceso de nivelación que consiste en retirar el exceso de concreto de la superficie superior para dejarlo al nivel apropiado²⁸. Para obtener este nivel se hacen una serie de plantillas ubicadas en forma estratégica con la misma mezcla, en la cuales se chequea su espesor que es el correspondiente a la losa (15cm) con unos niveles marcados en las barras de refuerzo de los muros. Para esto debe hacerse una lectura de 1m desde la superficie de la plantilla hasta el nivel marcado en cada una de las barras (ya que cada barra fue marcada previamente desde la formaleta con una lectura de 1.15m). Una vez chequeadas las plantillas, con ayuda de codales se enrasa el concreto con movimiento de vaivén avanzando una pequeña distancia en cada desplazamiento (ver Figura 66).



Figura 66. Enrasado con codales

²⁸ Sánchez De Guzmán Diego, "Concretos y morteros manejo y colocación en obra". Asocreto. 1998. Capitulo 7. Pág. 120

Aplanado: Inmediatamente después de enrasado el concreto, se emplea una llana con el fin de eliminar los puntos altos o bajos de la superficie e incrustar los agregados gruesos dentro de la masa.

La llana debe de mantenerse plana sobre la superficie y debe desplazarse con un ligero movimiento de vaivén en arco para rellenar vacios y alisar abultamientos²⁹ (ver Figura 67).



Figura 67. Acabado con la llana

²⁹ Sánchez De Guzmán Diego, "Concretos y morteros manejo y colocación en obra". Asocreto. 1998. Capitulo 7. Pág. 120

4.2.3.5.2. Fundición con concreto premezclado

El procedimiento para la compactación y acabado del concreto premezclado se hace de la misma manera que el concreto hecho en obra, la única diferencia está en su transporte al sitio requerido.

TRANSPORTE:

Se realiza por bombeo. Este sistema consta de una tolva sobre la cual se descarga la mezcla, una bomba en este caso de pistón para impulsar la mezcla y unos tubos a través de los cuales se conduce el concreto hasta el sitio de descarga³⁰ (ver Figura 68).

El proceso inicia con la armada de la bomba y los tubos en un lugar tal que permita cómodamente al ir fundiendo la losa ir desarmando la tubería. Posteriormente se ceba la tubería con un aditivo aplicado con la primera cochada de concreto en la tolva que induce a la succión³¹.

Seguidamente el mixer descarga lentamente el concreto en la tolva y es bombeado hasta el sitio dispuesto (ver Figura 69).

Es importante aclarar que este concreto debe tener en su dosificación aditivos especiales que generen más fluidez pero que no disminuyen su resistencia.

³⁰ Sánchez De Guzmán Diego, "Concretos y morteros manejo y colocación en obra". Asocreto. 1998. Capitulo 7. Pág. 89

³¹ **Fuente:** Explicación obtenida de la empresa productora de concreto "Concrevalle"



Figura 68. Sistema de bombeo constituido por la bomba, tolva y las tuberías



Figura 69. Vaciado del concreto

4.2.3.6 Desencofrado

En la obra se realiza entre los 8 y 10 días posteriores a la fundición.

4.2.3.7 Curado del concreto

La forma como se cura el concreto en esta obra es con una emulsión de Sika llamado Antisol blanco. Su función es generar una película impermeable que evite la pérdida prematura de humedad para garantizar un completo curado, y de esta manera mantener las proporciones de mezcla³².

La emulsión se aplica sobre la superficie del concreto haciendo uso de una fumigadora accionada manualmente tan pronto desaparezca el agua de la exudación, es decir, cuando cambia el color del concreto de brillante a mate³³ (ver Figura 70).



Figura 70. Curado del concreto con antisol blanco

³² Manual de productos Sika. Edición 2007. "Curadores y desencofradores". Pág. 117

³³ Manual de productos Sika. Edición 2007. "Curadores y desencofradores". Pág. 117

4.2.3.8 Cortes de la losa

Entre concretos frescos: Es necesario tener en cuenta el orden de los tramos a fundir, ya que una parte importante en la fundición es ver en dónde se termina y las facilidades que pueda tener el personal para salir del lugar y evitar así daños en la losa recientemente fundida. Generalmente se acostumbra como buena práctica hacer los cortes en el tercio central, considerando que hacia el centro de la luz el cortante es cero.

Entre concreto fresco y endurecido: Antes de llegar a la junta de concreto endurecido durante la fundición, se aplica un epóxico de Sika llamado Sikadur-32 Primer, que garantiza una adherencia perfecta entre los concretos. Se aplica a lo largo de toda la junta (ver Figura 71), la cual debe encontrarse libre de partículas sueltas, limpia, sin contaminación de aceites, polvo, etc. La superficie se puede limpiar con agua a chorro³⁴.

Una vez aplicado y mientras esté pegajoso el producto se procede a la fundición de la junta.

³⁴ Manual de productos Sika. Edición 2007. "Epóxicos y acrílicos". Pág. 186



Figura 71. Aplicación del epóxico para la adherencia de los concretos

4.2.3.9 Errores encontrados en la construcción

1. Durante la colocación del acero, se generaron curvas o perreos y cortes en las barras por la ubicación de cajas eléctricas o tuberías hidráulicas. Se encontró por ejemplo un caso particular en el que por la ubicación de una tubería hidráulica se cortó una viga de amarre que es esencial para la resistencia de la estructura (ver Figura 72). La solución que se dio una vez encontrado el problema, fue colocar una barra del mismo diámetro justo por el corte con la debida longitud de traslapo al lado y lado (ver Figura 73).



Figura 72. Corte de la viga de amarre



Figura 73. Corrección traslapando una barra

2. Cuando se desencofraba la losa, se encontraron algunos hormigueros grandes que dejaban ver algunas barras de acero. Para dar solución a esto se hizo la respectiva corrección con concreto (ver Figura 74); sin embargo, esto indica que no se realizó una correcta compactación del concreto.



Figura 74. Hormigqueo encontrado y su corrección

3. En una ocasión antes de una fundición se encontró que la limpieza de la formaleta no era la más adecuada, como por ejemplo la presencia de pedazos de madera, alambre, clavos, icopor, los cuales se hicieron quitar

inmediatamente, y el personal tuvo en cuenta esto para posteriores fundiciones.

4. Se utiliza como panelas para garantizar el recubrimiento del acero pedazos de ladrillo para las vigas (ver Figura 75). No es lo más recomendable ya que pueden generar posibles grietas o fallas³⁵.



Figura 75. Recubrimiento de las vigas con pedazos de ladrillo

5. Se encontró que el recubrimiento que usaban para algunas tuberías era madera (ver Figura 76). Por lo tanto se explicó al personal encargado de la instalación de la tubería que no era lo correcto porque serían puntos de posibles grietas o fallas, luego se hizo su respectiva corrección con “panelas” de concreto (ver Figura 77).

³⁵ **Fuente:** Información obtenida de los ingenieros que realizaron el diseño estructural.



Figura 76. Soporte de tubería con madera



Figura 77. Corrección con "panelas" de concreto

4.2.4 Construcción de columnas

4.2.4.1 Colocación del acero de refuerzo

FIGURADO:

Se realiza con una herramienta en donde se tienen previamente marcadas las dimensiones de los estribos (ver Figura 78).



Figura 78. Figurado de los estribos

COLOCACIÓN:

Las barras de refuerzo deben quedar ancladas en la losa, ya que éstas se dejaron previamente con una longitud tal que cumplieran con el anclaje y con el traslape. Los estribos se colocan respetando el espaciamiento (ver Figura 79).



Figura 79. Colocación de los estribos

4.2.4.2 Encofrado

La formaleta se construye en madera, y debe cumplir con los requisitos de estanquidad, resistencia, indeformabilidad y durabilidad³⁶.

El proceso comienza subiendo el plomo desde el primer piso para tener verticalidad de las columnas a lo largo de toda la altura del edificio. Para obtener esto, se utiliza una pesa (que hace la función de plomada pero con la ventaja de

³⁶ Fuente: Apuntes materia Construcción I

que no es sacudida tanto por el viento) que se coloca desde arriba. La persona que se encuentra abajo indica a la de arriba por donde tiene que mover la pesa para llegar justamente al eje de la columna, y de esta manera poder marcar al lado y lado la misma longitud y obtener el ancho de ella. Una vez indicado esto, se traslada la pesa a un lado de la columna, y se aleja de la losa una distancia determinada con ayuda de una tabla como apoyo, por ejemplo 20 cm, los cuales deben quedar justamente medidos en el primer piso, trasladados y marcados arriba y así se obtiene realmente el plomo; a partir de este punto se traza el largo de la columna.

Con estas marcas se procede a colocar el collarín, el cual tiene como función generar una plantilla para la formaleta con las dimensiones exactas de la columna. Éste es hecho con cuatro pedazos de madera colocados de tal forma que la formaleta queda anclada y rodeada por los mismos (ver Figura 80).



Figura 80. Colocación del collarín

La formaleta se ajusta con unos cuartones agarrados por unas mordazas (ganchos de acero) cada 20 cm en toda su longitud, y se apoya con tacos y tensores que garantizan la estanqueidad, indeformabilidad y verticalidad. Se colocan además unas pesas en cada lado de la columna para chequear verticalidad (ver Figura 81).



Figura 81. Formaleta de la columna

4.2.4.3 Fundición

El concreto es hecho en la obra con la misma proporción (1:3:3) utilizado para las losas de entepiso; se sube por medio de una pluma grúa y se traslada en carretillas hasta cada columna. Se hace el vaciado por medio de baldes (ver Figura 82) y posteriormente se compacta por vibración interna (ver Figura 83).



Figura 82. Vaciado del concreto



Figura 83. Compactación por vibración interna

4.2.4.4 Desencofrado

En la obra las columnas se desencofran a las 24 horas posteriores a la fundición (ver Figura 84).



Figura 84. Desencofrado de la columna

4.2.4.5 Curado

Se realiza inmediatamente se desencofra la columna con la emulsión Antisol blanco de Sika³⁷ de la misma manera en la que se curan las losas de entrepiso (ver Figura 85).



Figura 85. Curado de la columna con antisol blanco

4.2.4.6 Errores encontrados en la construcción

1. El transporte del concreto hasta el lugar de la fundición es muy dispendioso y la mezcla puede sufrir segregación.

El recorrido es así:

- a) El concreto se descarga de la mezcladora mecánica a carretillas
- b) Se descarga de las carretillas en un tanque que sube la pluma grúa

³⁷ Manual de productos Sika. Edición 2007. "Curadores y desencofradores". Pág. 117

- c) Posteriormente se descarga de nuevo en carretillas y se lleva a un tanque acostado (ver Figura 86).
- d) Finalmente se toma con baldes y se descarga en la formaleta

La solución que se dio fue la de hacer un remezclado con pala en un tanque acostado antes de colocarlo en la formaleta, tal como se muestra en la figura 86..



Figura 86. Transporte del concreto

4.2.5 Construcción de gradas

4.2.5.1 Encofrado

Se realiza con tableros en madera y tacos como apoyo (ver Figura 87). Se coloca cumpliendo con las dimensiones de las gradas y teniendo cuidado de que las tablas que van a generar la contra-huella queden bien ajustadas para cumplir con la verticalidad. Para esto se coloca un bastidor que las une y las mantiene rígidas, además de unos anclajes a lado y lado (ver Figura 88).



Figura 87. Encofrado de las gradas



Figura 88. Contra-huellas ajustadas

4.2.5.2 Colocación del acero de refuerzo

Las escaleras están formadas por 14 peldaños con un descanso en la mitad que queda apoyado sobre un muro. Por lo tanto se debe tener en cuenta dejar

ancladas en la losa las barras de refuerzo que van desde ella hasta el descanso. Se colocan 7 barras #4 espaciadas cada 18 cm en todo el ancho. Se coloca un refuerzo perpendicular al principal con barras #3 espaciadas cada 30 cm (ver Figura 89). En el descanso se hace doble parrilla de refuerzo con estas mismas barras respetando su espaciamiento y ancladas a la viga de amarre del muro.



Figura 89. Colocación del acero de refuerzo

4.2.5.3 Fundición

El concreto es hecho en la obra, con la misma proporción (1:3:3) utilizado para las losas de entrepiso, subido por medio de una pluma grúa y trasladado en carretillas hasta las gradas (ver Figura 90). Se hace el vaciado y posteriormente se compacta por vibración interna. El acabado se realiza con una llana guiándose con las tablas colocadas como contra-huellas, de tal manera que las huellas queden fundidas horizontalmente (ver Figura 91).



Figura 90. Vaciado del concreto



Figura 91. Acabado del concreto con llana

4.2.5.4 Curado

Se realiza con la emulsión Antisol blanco de Sika³⁸ sobre las huellas de la misma manera que para las losas de entrepiso (ver Figura 92).



Figura 92. Curado de las gradas con antisol blanco

³⁸ Manual de productos Sika. Edición 2007. "Curadores y desencofradores". Pág. 117

4.2.5.5 Desencofrado

No se tiene especificado un tiempo exacto, ya que las gradas se desencofran cuando se va a fundir las del siguiente piso; se depende entonces del rendimiento en la construcción de la obra.

4.2.5.6 Errores encontrados en la construcción

1. Cuando está instalada la formaleta se permite en algunos casos el paso de personas a través de ella, dando lugar a que se presente suciedad y a que se produzcan posibles cambios en la posición de algunas piezas de la misma, entre ellas las contrahuellas, generando deficiencias en las gradas después de vaciadas. A pesar de explicar al personal los defectos que se pueden generar, es complicado que se cumpla todo el tiempo.

4.3 PROCESOS ADMINISTRATIVOS

Los procesos administrativos están identificados en la Planeación, Dirección, Organización y Control, como funciones básicas de la organización. En este sentido se establecen en el proyecto los procesos de: Planeación, Construcción, Ventas y Control tanto en la etapa de construcción, como en la etapa de post ventas.

4.3.1 Organigrama:

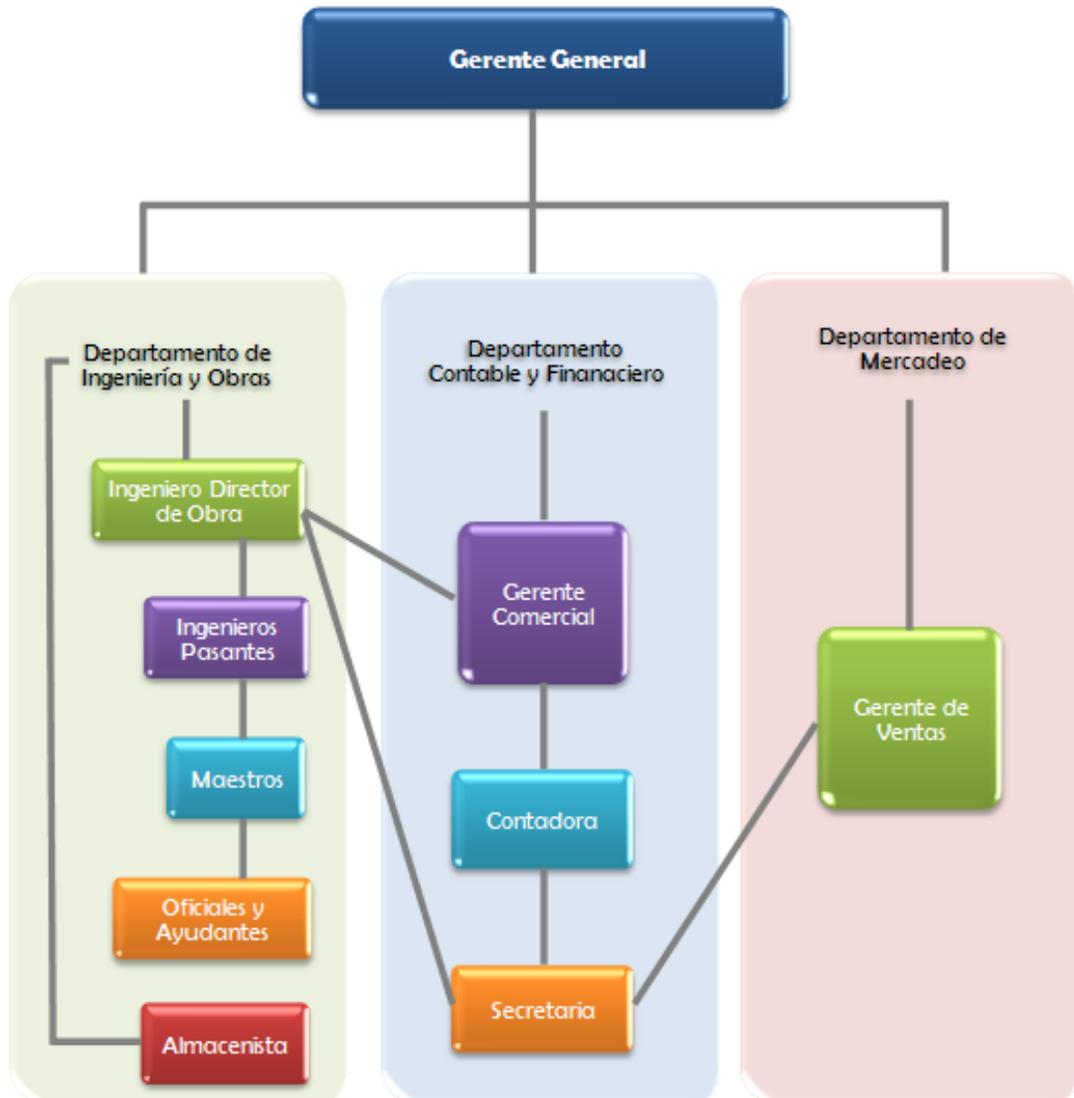


Figura 93. Organigrama

DESCRIPCIÓN:

- **Gerente general:** Es el administrador del proyecto y junto con el Director de obra propenden por el fiel cumplimiento del proyecto tanto en lo estructural como en lo arquitectónico y realizan las consultas con los calculistas para cualquier modificación del proyecto.
- **Gerente comercial:** Es la persona encargada de solicitar cotizaciones y realizar las compras de los diferentes materiales y equipos a utilizar en la obra. Así mismo hacer los desembolsos quincenales para pago del personal tanto administrativo como de los contratistas.
- **Director de obra:** Es la persona que planea, dirige, organiza y controla y se encarga además de hacer cumplir las especificaciones técnicas de la construcción y discutir con los maestros de obra el cronograma de trabajo y la metodología de construcción de las diferentes actividades que implica el proyecto. Además convoca periódicamente y cuando sea necesario los comités de obra.
- **Ingenieros pasantes:** Son los ingenieros que prestan labores de control, supervisión y liquidación de los trabajos convirtiéndose en el punto de apoyo fundamental del Director de obra.
- **Gerente de ventas:** Es la persona encargada de las ventas, dar la información visual y comercial de la distribución arquitectónica y urbanística del proyecto y su valor correspondiente según la ubicación en la edificación.

- **Contadora:** Relaciona y efectúa los pagos del personal administrativo y de los contratistas, realiza la recepción y consignación producto de ventas y la rendición de cuentas a la gerencia comercial.
- **Secretaria:** Es la persona encargada de realizar las planillas, informes y la recepción y atención a clientes y contratistas.
- **Maestros de obra:** Son los encargados de proveer el personal apto para la ejecución de los diferentes trabajos del proyecto.
- **Oficiales y ayudantes de obra:** Realizan las diferentes instrucciones que dan los maestros de obra.
- **Almacenista:** Es la persona encargada de hacer la recepción de los materiales, herramientas y equipos que entran a la obra, su distribución e información oportuna de su existencia.

4.3.2 Control de calidad

El Director de Obra y los Ingenieros pasantes son los encargados de que la obra cumpla con las especificaciones técnicas, los planos y los diseños del proyecto.

4.3.3 Sistema de pagos

A los maestros de obra se les paga cada una de las siguientes actividades, teniendo en cuenta la cantidad de obra realizada para cada quincena y su respectiva unidad con su valor asignado:

1. Excavaciones
2. Localización y replanteo
3. Concretos:
 - Losas de entrepiso
 - Columnas estructurales
 - Vigas de amarre de las columnas
 - Muros de ascensor
 - Gradadas
 - Vigas de cubierta
4. Cubierta:
 - Asbesto cemento
 - Policarbonato
5. Muros en mampostería
6. Llenado de dovelas
7. Llenado de celdas
8. Vigas de amarre de muros en mampostería
9. Repellos
10. Estucos
11. Pinturas
12. Enchapes de losas y columnas

4.3.4 Manejo del almacén

De acuerdo a las exigencias de la obra, el almacenista junto con los maestros de obra realiza el pedido de los diferentes implementos. Este pedido debe ir visado por el Director de obra para ser comprado por el Gerente Comercial o a quien se designe.

En la sección contable existe un software de contabilidad que es actualizado con los informes diarios por parte del almacenista, y de esta manera se mantiene el inventario del almacén.

Todos los maestros, oficiales y ayudantes de obra reclaman los implementos de trabajo al comenzar la jornada diurna, los cuales son registrados con el nombre de la persona, y una vez regresada la herramienta quedan a paz y salvo.

Cada que sea necesario y con el visto bueno del almacenista es renovada la herramienta, sino él es el encargado de repararla.

4.4 SEGURIDAD INDUSTRIAL

La seguridad industrial que se maneja en la obra tiene varias exigencias para los trabajadores quienes deben efectuarlas a cabalidad, de lo contrario quien se sorprenda incumpléndolas es multado y en algunos casos despedido del trabajo.

Se tienen:

- En cuanto a la seguridad durante las labores:
 1. Usar el casco ofrecido para cada trabajador en cualquier lugar de la obra (ver Figura 94).



Figura 94. Uso del casco

2. Aquellas personas que se encuentren trabajando en los bordes de las losas de los pisos superiores deben utilizar un arnés (ver Figura 95).



**Figura 95. Uso del arnés
en los bordes de la losa**

3. Aquellas personas que se encuentren trabajando en andamios (ver Figura 96) o cualquier estructura parecida requerida para la misma función deben utilizar el arnés.



Figura 96. Uso del arnés en andamios

4. Se exige el arnés al operador de la pluma grúa, asegurando la cuerda de la vida en algunas de las barras de la losa que estén ancladas.



Figura 97. Uso del arnés operando la pluma grúa

5. Las personas que realizan labores que generen ruido y polvo deben portar las respectivas protecciones para ojos y oídos (ver Figura 98).



Figura 98. Uso de la protección contra polvo

6. Deben utilizar guantes especiales ofrecidos para cada labor: colocación del acero, levantamientos de muros, mezclado con palas, pega de ladrillo, etc. (ver Figura 99).



Figura 99. Uso de los guantes en las diferentes labores

7. La persona encargada de los cortes de las unidades de mampostería debe usar protección para sus manos, oídos y ojos (ver Figura 100).

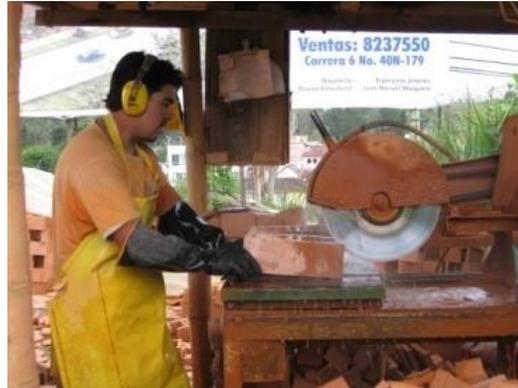


Figura 100. Uso de la protección requerida durante el proceso de los cortes del ladrillo

8. Cuando se lanza material de desecho de las losas superiores, se colocan cintas que rodean el lugar para advertir y evitar el paso del personal (ver Figura 101). De igual manera se colocan en el lugar que queda justo debajo de la pluma grúa.



Figura 101. Colocación de las cintas de advertencia de peligro

- En cuanto a la seguridad para el bienestar del trabajador:
 1. La obra cuenta con un baño con agua potable exclusivo para los trabajadores (ver Figura 102), quienes deben mantenerlo aseado.



Figura 102. Baño de los trabajadores

2. Cuentan con un campamento para guardar sus objetos personales (ver Figura 103).

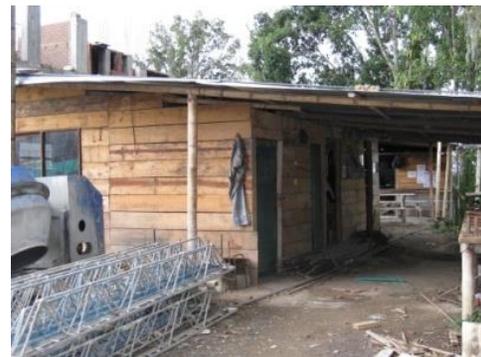


Figura 103. Campamento de los trabajadores

3. Cuentan con un lugar en donde se brinda comida a los trabajadores (ver Figura 104).



Figura 104. Lugar de alimentación de los trabajadores

4. Existe una sirena que indica tanto la hora de descansar de las labores para consumir algo de comer como también la hora de llegada y salida. Con esto se obtiene orden y exigencia en cada trabajador.
5. Constantemente se hace la limpieza de la obra para evitar accidentes con el personal (ver Figura 105).



Figura 105. Limpieza de la obra

5. CONCLUSIONES

- Haber tenido la oportunidad de participar como pasante en el proyecto denominado TERRAZAS DEL CAMPESTRE, fue de gran crecimiento no sólo como profesional sino también como persona. Encontrarse en situaciones en las que se debe tener criterio y dar soluciones oportunas y eficaces generó una gran experiencia al aplicar todos los conocimientos adquiridos durante la carrera profesional. Aprender a manejar el personal fue también muy satisfactorio, al permitir trabajar en ambientes reales en los que se relaciona con diferentes equipos interdisciplinarios.

- En cuanto a procesos técnicos y constructivos, observar y aprender cada uno de los pasos en la construcción de las diferentes estructuras fue muy enriquecedor, entre ellos se destacan:
 1. Para la construcción de los muros de contención en gaviones me impactó mucho la manera como el personal tiene la agilidad de transportar el material del sitio que sea al lugar requerido. Además aprendí la forma en que se llenan las mallas que constituyen el muro de contención y todo lo que se debe hacer para que éste no pierda su forma ni durante el proceso constructivo ni durante su vida útil.

 2. En cuanto al encofrado de las diferentes estructuras: losas, columnas, vigas y gradas, se debe tener cuidado que éstas queden con las dimensiones exactas del diseño, y que cumplan con todos los requisitos como son: estanqueidad, resistencia, durabilidad e indeformabilidad.

3. Durante el proceso de fundición se debe tener especial cuidado en la compactación del concreto, debido a que si se vibra poco tiempo, se puede generar hormigueros o por el contrario se puede producir segregación.
4. En la colocación del acero de refuerzo de las losas, vigas y columnas, me impactó la destreza que maneja el personal para la ubicación de las barras en puntos donde se generan muchos cruces, además de la agilidad para asegurarlas unas con otras con los alambres de amarres.
5. En las instalaciones hidráulicas y sanitarias se debe tener mucho cuidado cuando se haga una unión, debido a que las partes deben estar demasiado limpias para que se genere una buena liga entre ellas y evitar así posibles filtraciones futuras.
6. En instalaciones tanto eléctricas como hidráulicas es de gran importancia realizar una buena protección de las tuberías antes de las fundiciones para evitar taponamientos en lugares donde quizá sea muy complicado el cambio de algunas de ellas.
7. Es de gran importancia siempre localizar la verticalidad o tomar el plomo para cualquier estructura, ya sean estas columnas o muros, desde el primer piso, porque además de que se cumple con el requisito de verticalidad se evitan posibles errores que pueden irse acumulando piso por piso y que generan retrasos en la construcción por su debida corrección.

8. Durante el levantamiento de los muros es importante chequear constantemente el plomo y la escuadra de los mismos, para evitar posibles demoliciones que generan costos adicionales y tiempo en la obra.
 9. Es importante la modulación de la unidades de mampostería al inicio de la construcción de cualquier muro ya que se obtiene no solo rendimiento durante su levantamiento, sino también que se cumple con el requisito que exige la norma NSR-98 sobre los espesores de la juntas de pega.
- En cuanto a procesos administrativos pude aprender la manera como se maneja el almacén, la forma de pagos de las quincenas y el conducto regular que se debe seguir cuando se toma alguna decisión o un cambio en la obra.
 - En cuanto a la seguridad industrial es importante la supervisión que se tenga sobre el personal para que ellos tomen conciencia que la vida no es un juego y que con cualquier acción que ellos realicen se exponen al peligro, pudiendo evitar cualquier tragedia utilizando los medios preventivos con los que se dispone.
 - Si se trabaja con concretos preparados en obra se debe tener supervisión y un exigente control de calidad, para evitar que se generen mezclas no homogéneas que no permitan cumplir con la resistencia requerida de diseño.

- Es importante cuando se trata de un sistema estructural en muros de mampostería tener una buena supervisión y constante chequeo de aceros sobretodo en los traslajos, también que la fundición de las celdas se haga con la mezcla adecuada y de la manera correcta, y así obtener un sistema de la mejor calidad.
- En cuanto al manejo general de la obra, se puede concluir que aunque cuenta con planeación estricta para el desempeño del personal, falta implementar un cronograma de actividades donde se especifique metas por cumplir y de esta manera evitar retrasos que se puedan presentar.
El concepto con respecto a la seguridad industrial en la obra es bueno, ya que no sólo garantiza protección al trabajador, sino también conciencia de que sus vidas corren peligro y que por eso se les brinda los medios para evitar cualquier accidente.
Se debería realizar un mejor control sobre los materiales que se utilizan en la obra, incluyendo ensayos de laboratorio para garantizar su calidad (no basta con las garantías que ofrecen los proveedores). Éstas prácticas aplican no sólo para los materiales, sino también para aquellos productos realizados en obra. Por ejemplo: realizar pruebas de asentamiento para controlar la cantidad de agua en las mezclas de concreto.
- Como punto de mejora indispensable para garantizar la calidad al cliente, se debe tener un estricto control en todos los procedimientos que se realicen. A esta obra le hace falta un ingeniero de planta que esté chequeando todos los procedimientos de su construcción y de esta manera asegurar el cumplimiento de las normas técnicas. Ésta responsabilidad no puede ser delegada únicamente al criterio de los maestros.

6. RECOMENDACIONES

- Es necesario tener más control en la calidad de los materiales que se utilizan en la obra, sobretodo tomar más muestras constantemente de los concretos y morteros que en ella se producen y de esta manera garantizar su resistencia.
- Por el tipo de obra se requiere tener una supervisión más constante en la construcción de los muros, sobretodo en el llenado de celdas ya que muchas veces el personal se olvida de compactar la mezcla generando posibles vacios.
- Evitar que se generen demasiadas curvas o “perreos” en los refuerzos de losas y muros, por causa de la ubicación de instalaciones eléctricas e hidráulicas. Se debe recordar que por encima de cualquier decisión siempre primará lo estructural.

7. BIBLIOGRAFÍA

- RIVERA L. Gerardo A. ,“Concreto Simple”. Popayán (Colombia). Unicauca. 1992
- HERRERA Angélica M. , MADRID Germán G., “Manual de construcción de mampostería de concreto”. Medellín (Colombia). ICPC. 2003
- SANCHEZ DE GUZMÁN Diego, “Concretos y morteros manejo y colocación en obra”. Asocreto. 1998
- MUÑOZ M. Harold A., “Construcción de estructuras”. Asocreto. 1998
- “Normas Colombianas de diseño y construcción sismo-resistente NSR-98”. Capitulo D
- “Manual de productos SIKA”. 2007