

**AUXILIAR DE INGENIERÍA EN LA CONSTRUCCIÓN DEL CONJUNTO
RESIDENCIAL MORA VERDE – POPAYÁN - CAUCA**



**INFORME FINAL DE PRÁCTICA PROFESIONAL (PASANTÍA)
PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERA CIVIL**

**PAULA ANDREA MENESES RENGIFO
COD: 04082063**

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

2013

**AUXILIAR DE INGENIERÍA EN LA CONSTRUCCIÓN DEL CONJUNTO
RESIDENCIAL MORA VERDE – POPAYÁN - CAUCA**



**INFORME FINAL DE PRÁCTICA PROFESIONAL (PASANTÍA)
PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERA CIVIL**

**PAULA ANDREA MENESES RENGIFO
COD: 04082063**

Jefe de Departamento
Ingeniero DIEGO FERNANDO MARTÍNEZ

Director de Pasantía
Ingeniero HUGO EDUARDO MUÑOZ MUÑOZ

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

2013



Nota de aceptación:

El Director y El Jurado han leído este documento, escuchando la sustentación del mismo por su autor y lo encuentran satisfactorio.

Firma del Jurado

Firma del Director

Popayán, Agosto de 2013



CONTENIDO

	Página
INTRODUCCIÓN	10
1. INFORMACIÓN GENERAL	11
1.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO	11
1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO	11
1.1 INFORMACIÓN DE LA EMPRESA	14
2. OBJETIVOS	15
2.1 OBJETIVO GENERAL	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
3. JUSTIFICACIÓN	16
4. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS	17
4.1 ETAPA 1: ADECUACIÓN DEL LOTE	17
4.1.1 Características del lote	17
4.1.2 Consideraciones	18
4.1.3 Movimiento de tierras	18
4.1.4 Filtros	21
4.1.5 Rellenos	24
4.1.5 Muros de contención	26
4.2 ETAPA 2: CONSTRUCCIÓN DE OBRAS HIDRÁULICAS	31
4.2.1 Redes de alcantarillado	31
4.2.1.1 Red de alcantarillado sanitario	34
4.2.1.2 Red de alcantarillado pluvial	35
4.2.2 Red de acueducto	35
4.2.3 Instalaciones domiciliarias de alcantarillado	35



4.2.4 Acometidas de alcantarillado	38
4.3 ETAPA 3: CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURA	39
4.3.1 Cimentación	40
4.3.2 Muros	44
4.3.3 Entrepiso	47
4.3.4 Columnas	48
4.3.5 Vigas	50
4.4 CANTIDADES DE OBRA	53
4.5 CONTROL DE ABASTECIMIENTO DE MATERIALES Y EQUIPO	57
5. CONCLUSIONES	61
6. BIBLIOGRAFÍA	62



LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Localizacion del proyecto	11
Figura 2. Distribución arquitectónica de viviendas	12
Figura 3. Plano urbanístico	13
Figura 4. Urbanismo y topografía	17
Figura 5. Parte alta del lote descapotada	19
Figura 6. Retiro de suelo orgánico en parte baja del lote	19
Figura 7. Construcción pedraplén	20
Figura 8. Filtro principal y ramales	21
Figura 9. Proceso constructivo de filtros	24
Figura 10. Rellenos en parte alta del lote	25
Figura 11. Rellenos en parte baja del lote	25
Figura 12. Toma de muestras inalteradas	26
Figura 13. Lindero norte del lote	26
Figura 14. Lindero oriental del lote	27
Figura 15. Construcción de muros en lindero norte del lote	28
Figura 16. Construcción de muros en lindero oriental del lote	29
Figura 17. Aguas residuales provenientes de viviendas vecinas	29
Figura 18. Muro de contención lindero oriental	30
Figura 19. Construcción de tramos de alcantarillado	32



Figura 20. Cámaras de inspeccion de alcantarillado	33
Figura 21. Descole alcantarillado	34
Figura 22. Construcción de estructura de PTAR	35
Figura 23. Alcantarillado primer piso	36
Figura 24. Alcantarillado segundo piso	37
Figura 25. Planta de cimentación	40
Figura 26. Construcción de losa de cimentación	42
Figura 27. Losa de cimentación lista para fundición	43
Figura 28. Probetas de cilindros de concreto	43
Figura 29. Construcción de vigas de cimentación	44
Figura 30. Planta de muros y columnas de primer piso	45
Figura 31. Planta de muros y columnas de segundo piso	46
Figura 32. Construcción de muros	46
Figura 33. Construcción de entrepiso	47
Figura 34. Planta losa de entrepiso	48
Figura 35. Columnas listas para revisión	49
Figura 36. Planta vigas de cubierta	50
Figura 37. Planta vigas de entrepiso y aceros adicionales de losa	51
Figura 38. Construcción de vigas de entrepiso y cubierta	52
Figura 39. Formato de control de materiales y equipo	60



LISTA DE TABLAS

	Página
Tablas 1. Acta N°01, Contratista: Jaime Felipe Paz	54
Tablas 2. Acta N°01, Contratista: Ingeniero. Orlando Revelo	56
Tablas 3. Acta N°02, Contratista: Ingeniero. Orlando Revelo	56
Tablas 4. Acta N°01, Contratista: Marcial Ramos	57



LISTA DE ANEXOS

- Anexo 1.** Formatos de revisión de columnas.
- Anexo 2.** Bases en borrador utilizadas para el cálculo de cantidades de obra del Acta N°01 del contratista Jaime Felipe Paz.
- Anexo 3.** Bases en borrador utilizadas para el cálculo de cantidades de obra del Acta N°01 del contratista Ingeniero. Orlando Revelo.
- Anexo 4.** Bases en borrador utilizadas para el cálculo de cantidades de obra del Acta N°02 del contratista Ingeniero. Orlando Revelo.
- Anexo 5** Bases en borrador utilizadas para el cálculo de cantidades de obra del Acta N°01 del contratista Marcial Ramos.
- Anexo 6.** Convenio Específico Celebrado entre la Universidad del Cauca y la sociedad Arinsa Arquitectos e Ingenieros S.A.
- Anexo 7.** Carta de certificación ARQUITECTOS E INGENIEROS S.A - ARINSA S.A.



INTRODUCCIÓN

La práctica profesional busca complementar la formación del futuro profesional y adquisición de experiencia de este, colocándolo en un escenario real donde tendrá que ampliar sus conocimientos a fondo sobre los procesos constructivos y las actividades administrativas que se presentan en el desarrollo de un proyecto de construcción, dado que tendrá una participación activa en tareas y responsabilidades específicas que se le serán asignadas y deberá garantizar el correcto y oportuno cumplimiento de ellas.

La empresa constructora ARINSA durante varios años ha vinculado a estudiantes de pregrado de la Universidad del Cauca para que complementen sus estudios y a la vez cumplan con su requisito de grado participando en los proyectos de vivienda en los cuales esta empresa ha sido líder en la ciudad de Popayán durante varios años. Actualmente la empresa se encuentra concentrada en el proyecto: Conjunto Residencial “MORA VERDE” conformado por 103 viviendas de 2 pisos, en el cual fui participe supervisando y controlando la calidad y el correcto cumplimiento de las especificaciones y diseños del proyecto, además de calcular cantidades de obra y realización de actas.

En el presente informe se detalla las actividades realizadas en obra y las funciones específicas desarrolladas por el pasante, en las etapas de: Adecuación del lote, construcción de obras hidráulicas y cimentación y estructura, en el proyecto: conjunto residencial “MORA VERDE”.



1. INFORMACIÓN GENERAL

1.1. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

Conjunto Residencial MORA VERDE es un proyecto localizado al norte de la ciudad de Popayán, en la calle 51N #5-30 en inmediaciones de lácteos Alpina y el Centro Recreativo Comfacauca, como lo indica la Figura 1:

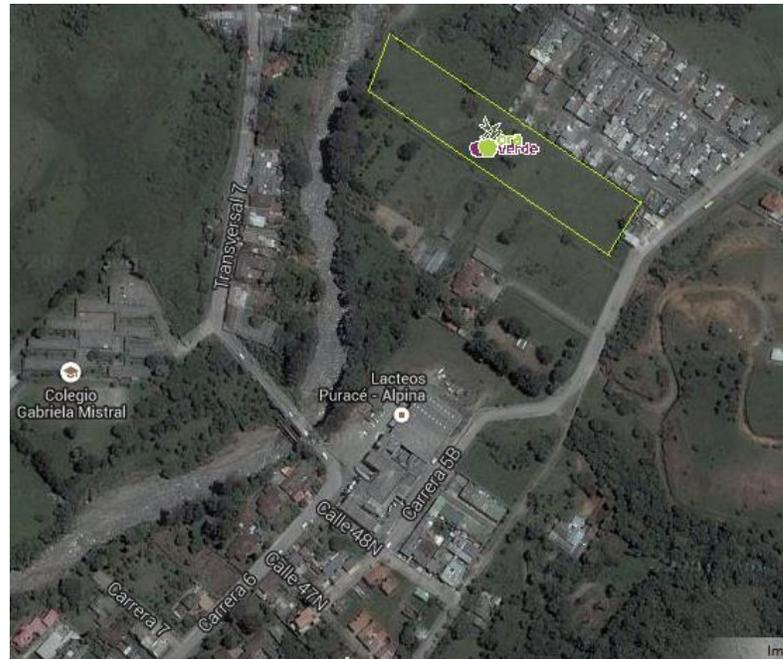


Figura 1. Localización del proyecto

1.2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

La constructora ARINSA ofrece la oportunidad de tener casa propia en su nuevo proyecto: Conjunto Residencial MORA VERDE.



El conjunto residencial contará con 103 viviendas, salón social, cancha múltiple, juegos infantiles, piscina, locales comerciales y parqueadero para visitantes.

Viviendas en lotes de 67.84 m², con un área construida de 74 m², de 2 pisos, con sala-comedor, cocina, baño social, patio de ropas, 2 habitaciones, 1 estudio u habitación adicional, baño en el 2do piso, garaje semicubierto y un gran área de ampliación en 1er y 2do piso.



Figura 2. Distribución arquitectónica de viviendas

Este proyecto se dividió en dos (2) etapas, donde tuve la oportunidad de participar en parte de la construcción de la primera etapa compuesta por cincuenta y cinco (55) casas (manzanas A, B, C y F).

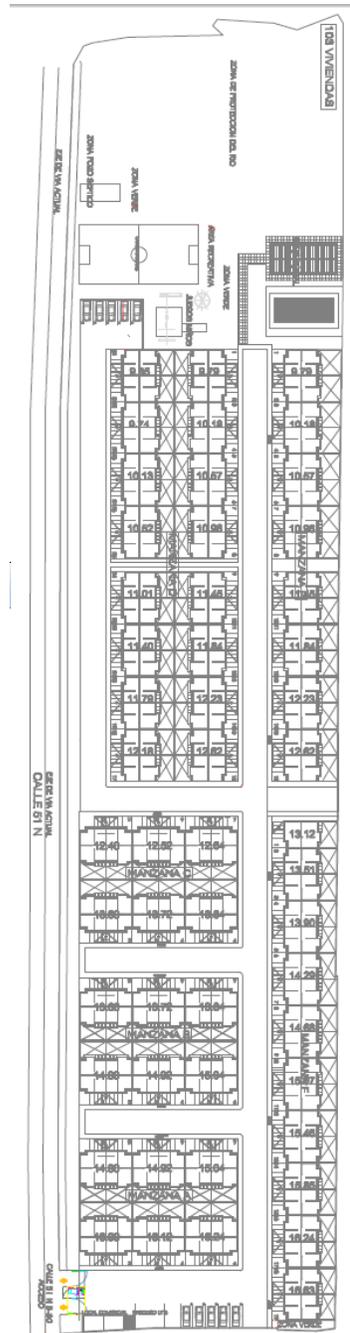


Figura 3. Plano urbanístico



1.3. INFORMACIÓN DE LA EMPRESA

ARQUITECTOS E INGENIEROS S.A - ARINSA S.A.

Dirección: Cra 9 No 24AN - 21 Oficina 301 Campanario Centro Comercial

Teléfono: 8234763

Representante legal: Jorge Sair Naranjo López

Director de obra: Ingeniero. Tomas Mauricio Campo Anaya

MISIÓN

Diseñar, promover, mercadear y construir proyectos de vivienda y edificaciones de excelente calidad, mejorando la calidad de vida de nuestros ciudadanos, satisfaciendo las necesidades de los clientes mediante la construcción de viviendas familiares con las mejores tecnologías arquitectónicas, brindando amplios espacios, con un compromiso y esfuerzo conjunto de nuestro potencial humano logrando niveles óptimos de competitividad y rentabilidad de la empresa; con la seguridad de alcanzar mayor posicionamiento en el mercado, cultivando la confianza y seguridad que nos ha caracterizado ante nuestros compradores.

VISIÓN

Para un período no mayor a diez años a partir del 2000 queremos ser líderes indiscutibles en la calidad de nuestros productos, con el apoyo de nuestros colaboradores y con una meta de alcanzar gran diversidad de soluciones de vivienda dirigidos a todos los estratos de la población.



2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Participar como auxiliar de ingeniería en la construcción del conjunto residencial Mora Verde.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar seguimiento de control de calidad de acuerdo con las Especificaciones Técnicas a las etapas de: Adecuación del lote, construcción de obras hidráulicas y sanitarias, y cimentación y estructura, de la primera etapa del proyecto (55 casas).
- Realizar actas mensuales de recibo de obra, donde se incluya las cantidades realizadas y recibidas a satisfacción en la unidad correspondiente.
- Realizar un control de almacén para garantizar el abastecimiento de materiales a tiempo para cada una de las actividades a realizar.



3. JUSTIFICACIÓN

La participación en un proyecto de gran relevancia como lo es la construcción de un conjunto residencial , en el cual se incluyen diferentes campos de acción de la ingeniería como son los diferentes capítulos, tales como: las obras preliminares, los alcantarillados, las vías, las estructuras, la mampostería, etc. , permite al pasante aprovechar al máximo los conocimientos adquiridos en el desarrollo de la carrera; además exige conocer más sobre los procesos de diseño con el fin de definir técnicamente la calidad en cada una de las etapas del proyecto y lidiar con los diferentes imprevistos, inconvenientes o problemas que se puedan presentar durante la etapa de construcción y al finalizar contar con una mayor capacidad para la planeación, dirección, organización y control de procesos constructivos.



4. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS

4.1. ETAPA 1: ADECUACIÓN DEL LOTE

4.1.1. Características del lote

El lote comprende un área rectangular de 54.9 m de ancho, por 256.5 m de largo y presenta una topografía inclinada en dirección nor-oriental, que comienza en la carrera 5ta y termina en el río Cauca, con una diferencia de cotas de aproximadamente 10.5 m. Colinda por el norte y por el oriente con viviendas de dos (2) pisos en una parte, por el sur con la proyección de la calle 51N y por el occidente con el río Cauca.



Figura 4. Urbanismo y topografía



En la figura 4, se ilustra el lote destinado para el proyecto, con su topografía, orientación y linderos.

4.1.2. Consideraciones

Las casas se ubicaron retiradas 60 m del río Cauca y están agrupadas en seis (6) unidades o manzanas: las manzanas A, B, C, formadas por doce (12) casas cada una, la manzana D, compuesta por treinta y dos (32) casas, la manzana E, conformada por dieciséis (16) casas, y la manzana F, compuesta por diecinueve (19) casas.

El proyecto considera la implantación de viviendas en cincuenta y tres (53) pequeñas terrazas, construidas en forma de escalones que se van amoldando a la topografía original del terreno.

Se tienen vías internas, con estructura de pavimento flexible, que permiten el acceso a cada una de las viviendas.

En la Figura 3, se ilustra la distribución de espacios en el lote (terrazas, manzanas, vías, andenes, zonas verdes, etc.)

4.1.3. Movimiento de tierras

En la parte alta del lote el movimiento de tierras se limitó a realizar el descapote de un espesor promedio de 55 cm y los cortes de tierra necesarios para la conformación de terrazas, esto debido a que el suelo limo arcillo arenoso de color amarillo y café registrado en esta parte del lote, fue apto como estrato de fundación para las estructuras proyectadas.

En la Figura 5, se puede ver la parte alta del lote después de haberse realizado casi en su totalidad el descapote en este sector, y el suelo encontrado en esta parte bajo la capa vegetal.



Figura 5. Parte alta del lote descapotada

En la parte baja del lote se registró una acumulación de agua y suelo orgánico, como se puede ver en la Figura 6, por lo que se procedió a quitar toda la capa de suelo orgánico existente y posteriormente rellenar con gravas y bolos adecuadamente compactados formando un pedraplén de 50 cm de espesor para ser utilizado como soporte para el relleno ubicado en esta parte del lote. En la Figura 4, se aprecia sombreado en color amarillo, las zonas del lote en las cuales fueron encontradas acumulaciones de suelo orgánico.



Figura 6. Retiro de suelo orgánico en parte baja del lote

Para la construcción del pedraplén se utilizaron fragmentos de roca con tamaños entre los 10 cm y los 40 cm, los cuales después de ser descargados



por la volqueta, fueron extendidos con ayuda de la retroexcavadora y el bulldozer hasta conformar una capa uniforme la cual fue compactada aprovechando el peso del bulldozer, esto se hizo hasta conformar los 50 cm de espesor del pedraplén. Conformada la capa de 50 cm de piedra, se prosiguió a conformar encima del pedraplén un pequeño relleno de aproximadamente 40 cm de espesor, realizado con suelo fino color amarillo apto para terraplenes, en 2 capas de aproximadamente 20 cm de espesor compactados adecuadamente utilizando rodillo vibratorio. Estos procesos se realizaron en varias ocasiones, debido a que la construcción del pedraplén se realizó avanzando poco a poco en dirección de occidente a oriente en franjas de magnitud el ancho de la zona afectada y largo de aproximadamente 3 m, hasta abarcar toda la zona donde se encontraba la acumulación de suelo orgánico.

En la Figura 7, se ilustran algunos momentos durante la construcción del pedraplén.



Figura 7. Construcción pedraplén

4.1.4. Filtros

Se drenó el agua existente en la parte baja por medio de filtros al Río Cauca. Los filtros constaron de un filtro principal de 151.81 m de longitud, 1.0 m de altura y ancho variable entre 1.5 m y 2.2 m, el cual se dispuso en forma longitudinal al lote; y varios ramales de longitudes variables colocados de forma transversal, abarcando toda la zona afectada.

Además en la parte alta del lote se realizaron otra serie de filtros con anchos alrededor de los 1.4 m y altura variable, los cuales drenaron las aguas freáticas existentes en esta zona y que afectaban el proceso de construcción del alcantarillado del conjunto.

En la Figura 4, se puede ver sombreado en color azul (sin escala), la ubicación de los filtros realizados para la adecuación del lote tanto en la parte alta como en la parte baja de este; y en la Figura 8, la construcción del filtro principal y sus ramales en la parte baja del lote.



Figura 8. Filtro principal y ramales

Se realizaron filtros en material granular y geotextil, con pendientes del 0.5%. En la construcción de los filtros se utilizó como material granular: grava con diámetros entre 3 y 5 pulgadas, geotextil no tejido PAVCO¹ y tubería en PVC de 3 pulgadas de diámetro, con perforaciones de 3/8 de pulgada.

¹ MANUAL TÉCNICO DE PAVCO. Geosistemas PAVCO.



Durante la construcción de los filtros se tuvo en cuenta que tanto los materiales utilizados, como toda la estructura cumplieran con las condiciones necesarias para que los filtros cumplieran su objetivo. El proceso de construcción, y las revisiones y verificaciones que se hicieron en el transcurso de este, fueron los siguientes:

1. Se realizó la excavación utilizando equipo pesado, en este caso retroexcavadora. Aquí se tuvo en cuenta que la excavación tuviera la pendiente y dimensiones adecuadas. Además se estuvo pendiente de que los taludes y longitudes de excavación también fueran los adecuados, esto según las dimensiones y el tipo de suelo en que se estuviera realizando esta actividad.
2. Se pasaron niveles a lo largo del tramo excavado, indicando la altura hasta donde llegaría el filtro e incluyendo la pendiente de este.
3. Se extendió sobre el fondo y los lados de la excavación el geotextil dejando este anclado, con el uso de estacas, a las paredes de la excavación.

En este proceso se revisó las condiciones físicas del geotextil, para evitar posibles defectos como desgaste o agujeros que este pudiera tener y que afectaran el comportamiento de los filtros. Además se verificó que en la superficie de la excavación no se encontraran bloques de roca, troncos, arbustos y otros materiales que pudieran perforar o cortar el geotextil.

4. Se colocó en el fondo de la excavación sobre el geotextil los tubos perforados dejando las perforaciones en la parte de arriba y sosteniendo estos con algunas piedras.

Se revisó que las perforaciones del tubo fueran de igual tamaño (3/8”), que estuvieran separadas lo necesario y que estas no estuvieran dispuestas de tal manera que formaran una posible línea de falla.



5. Se rellenó la zanja con material granular, teniendo especial cuidado en no dañar la tubería perforada. Esta actividad se hizo hasta llegar al nivel adecuado, el cual estaba marcado con anticipación como se indicó en el numeral 2.

Antes de rellenar se revisó en el material granular: su limpieza, observando que estuviera libre de material fino y materia orgánica; y su granulometría, observando que fuera la adecuada.

6. Se tapó en la parte superior el material granular con el geotextil, verificando que el traslape transversal fuera suficiente para evitar la contaminación del material granular.

Además del traslape transversal el cual se hizo mínimo de 30 cm, se selló con costuras hechas manualmente con hilo de polipropileno.

7. Se llevaron a cabo los procesos descritos en los numerales 1 a 6 para un nuevo tramo, revisándose además el traslape longitudinal que se manejó de 50 cm como mínimo y sin costuras.

Al final y comienzo de los filtros, se revisó que estas partes estuvieran selladas con el geotextil y las costuras con hilo de polipropileno necesarias para quedar sellado en su totalidad.

8. Se realizó un pequeño terraplén sobre los filtros y lo largo de el para protegerlo.

El terraplén se hizo con suelo fino color amarillo apto para tal propósito, tuvo un espesor de aproximadamente 50 cm conformado en 3 capas, compactadas: la primera de aproximadamente 15 cm con pisón de mano y las otras 2 capas usando saltarines.

En la Figura 9, podemos observar el proceso que se llevó a cabo para la construcción de cada uno de los filtros realizados en el lote.



Figura 9. Proceso constructivo de filtros

4.1.5. Rellenos

Tanto el relleno de la parte baja del lote como los rellenos necesarios para la conformación de terrazas fueron hechos con capas de suelo fino color amarillo apto para terraplenes, de espesor máximo 20 cm, las cuales fueron debidamente compactadas con rodillo vibratorio, con el fin de obtener una densidad mínima² igual al 90% del proctor modificado.

Durante el proceso en campo se observó constantemente que el relleno se realizara correctamente, revisando la humedad del suelo de relleno, espesor de las capas, condiciones climáticas y el sellado del relleno al fin de cada jornada de trabajo.

² ESTUDIO DE SUELOS LTDA. Estudio de suelos, Proyecto: Conjunto Residencial Mora Verde



Figura 10. Rellenos en parte alta del lote



Figura 11. Rellenos en parte baja del lote

Se pidió la toma de muestras inalteradas con tubo shelby a profundidades de 0.30 m, 1.3 m y 3.0 m, dependiendo de la altura de relleno. En total se tomaron 55 muestras, a las que se le llevaron a cabo ensayos de compresión inconfiada para verificar que la densidad de los rellenos fuera la deseada (mínimo 90% del proctor modificado), obteniendo un resultado satisfactorio en todas las muestras.

En la figura 12, se registra el momento en que son tomadas las muestras, por la empresa correspondiente, haciendo uso del equipo de penetrómetro estándar.



Figura 12. Toma de muestras inalteradas

4.1.6. Muros de contención

Fue necesario la construcción de muros de contención a lo largo del lindero con las viviendas ubicadas tanto al oriente como al norte del lote.

El muro a construirse a lo largo del lindero con las viviendas ubicadas al norte del lote tuvo alturas variables, las cuales variaron con el cambio de terraza y de acuerdo con la ubicación de las viviendas vecinas. Debido a que estos muros tuvieron una altura promedio de 0.70m, la cual es relativamente pequeña, se facilitó su construcción, pudiéndose realizar la construcción del muro en tramos largos y sin inconvenientes, en este caso se realizaron en tramos de 10.6 m (medida correspondiente al ancho de cada terraza).



Figura 13. Lindero norte del lote



El muro a construirse a lo largo del lindero con las viviendas ubicadas al oriente del lote tuvo una altura de 2.8 m. En este muro se presentó una particularidad, pues además de realizarse con el objetivo de contener el suelo de fundación de las casas vecinas y el agua natural del suelo, se realizó con el fin de controlar en gran parte el paso de aguas residuales provenientes de las casas mencionadas, esto dado que estas no cuentan con un sistema de alcantarillado adecuado, sino que poseen un tanque séptico y una letrina, los cuales en este momento se encuentran colmatados debido a la ausencia de su mantenimiento, haciendo que las aguas residuales busquen salida al lote donde se desarrolla el proyecto.



Figura 14. Lindero oriental del lote

La construcción de los muros ubicados en el lindero norte del lote se hizo después de haberse realizado la conformación de las terrazas en ese sector. El procedimiento general que se siguió por cada 10.6 m (ancho de la terraza) de muro fue el siguiente: se realizaron las excavaciones necesarias sin complicaciones debido a que las magnitudes eran relativamente pequeñas y el suelo estable, se fundió el solado en la base del muro, se colocó el refuerzo de este, se encofró y se fundió.

En la Figura 15, se ilustra uno de los muros del lindero norte del lote listo para su fundición.



Figura 15. Construcción de muros en lindero norte del lote

Para la construcción de los muros de contención en el lindero oriental del lote, durante el movimiento de tierras se dejó en este sector una zona de seguridad de 4.0 m de ancho, como se puede ver en la Figura 14, la cual no se tocó para evitar la falla del terreno debido al empuje de tierras y el esfuerzo cortante producido por las viviendas construidas en la parte superior de este.

Las excavaciones en la zona de seguridad se hicieron manualmente mediante el uso del método de trincheras o tramos intercalados de longitud máxima de 3.0 m, posteriormente se realizaba la fundición de un bloque en concreto ciclópeo de 1.0 m de altura y ancho variable mayor a 0.61 m (ancho de zarpa muro), el cual se utilizó como base para el muro. Sobre la base de concreto ciclópeo se colocó el refuerzo del muro y se fundió la zarpa, por último se fundió el cuerpo del muro.

En la Figura 16, se ilustra algunos momentos durante la construcción del muro y en la última imagen la traba (realizada con tubería conduit) y los arranques o “pelos” dejados para la continuación del muro.



Figura16. Construcción de muros en lindero oriental del lote

En el momento de las excavaciones para estos muros de contención se tuvo un cuidado especial en la seguridad debido a que el terreno en esta parte era en su mayoría descapote y además de esto un cuidado especial en la salud de los trabajadores mediante el uso de botas, guantes y tapabocas debido a la aparición de aguas residuales en el lote del proyecto como se evidencia en la Figura 17.



Figura 17. Aguas residuales provenientes de viviendas vecinas



Para evitar el paso del agua en todos los muros de contención, se disminuyó la permeabilidad del concreto del muro utilizando el aditivo de SIKA: PLASTOCRETE DM³, aditivo que a la vez incrementó la manejabilidad de la mezcla mejorando su colocación y vibrado. En su uso se tuvo especial cuidado en la dosificación y condiciones del concreto para el correcto funcionamiento del aditivo.

Para la construcción de los muros de contención y en general en todos los procesos constructivos en donde se utilizó concreto reforzado se controlaron los siguientes aspectos⁴:

- **Acero:** Ubicación, figuración, distribución, medidas, diámetros, recubrimiento, traslapes, limpieza y amarres.
- **Concreto:** Limpieza de los agregados, dosificación y consistencia.
- **Formaleta :** Que se encontrara en buen estado, limpia y apta para resistir las cargas que le van a ser aplicadas.
- **Estructura:** Localización y dimensionamiento.
- **Curado :** Manteniendo el concreto húmedo.

En la figura 18, podemos ver terminado y en su totalidad, el muro de contención ubicado a lo largo del lindero con las viviendas localizadas al oriente del lote.



Figura 18. Muro de contención lindero oriental

³ MANUAL DE PRODUCTOS SIKA. Hoja Técnica : Plastocrete DM

⁴ CÓDIGO COLOMBIANO DE CONSTRUCCION SISMO RESISTENTE NSR-10. Título C



4.2. ETAPA 2: Construcción de obras hidráulicas y sanitarias

4.2.1. Redes de alcantarillado

Se construyó un sistema de alcantarillado independiente al sistema alcantarillado existente en la zona, el cual consiste en un alcantarillado pluvial y en un alcantarillado sanitario, independientes entre sí.

Para la construcción de la red de alcantarillado, se utilizó tubería NOVAFORT⁵ de PAVCO de diámetros 8”, 10” y 18”.

En cada tramo de la red de alcantarillado se verificó la nivelación del terreno, localización planimétrica y altimétrica, pendiente, correcto empalme, diámetro y alineación de la tubería, de la siguiente manera:

- **Nivelación del terreno:** se revisó que el terreno en el cual se asentaría la tubería no tuviera resaltos o depresiones garantizando que la tubería quedara apoyada y debidamente soportada en toda su longitud. Esto se hizo con la ayuda de estacas colocadas en el tramo cada 10 m con nylon colocado 30 cm más alto que el nivel de asiento del tubo, se rectificó que a lo largo del tramo la distancia entre el nylon y la superficie fuera los 30 cm.
- **Localización planimétrica y altimétrica:** con ayuda de los puntos y niveles colocados con equipo de precisión.
- **Correcto empalme⁶:** se verificó que se realizara correctamente la colocación del hidrosello de caucho, el uso de un correcto lubricante (manteca) y que el tubo entrara toda la longitud de empalme.
- **Diámetro:** rectificando con metro la medida del diámetro del tubo.
- **Alineación de la tubería:** con la localización que realizó el topógrafo con equipo de precisión de las cámaras de inspección, se colocó un

⁵ MANUAL TÉCNICO DE PAVCO. Tubosistemas para alcantarillado NOVAFORT y NOVALOC

⁶ MANUAL TÉCNICO DE PAVCO. Tubosistemas para alcantarillado NOVAFORT y NOVALOC. Instalación

nylon del comienzo hasta el final del tramo y se hizo coincidir esta línea con la guía marcada de fábrica en los tubos.

Además se estuvo pendiente de que después de colocado correctamente el tubo, éste no se fuera desplazar. Se hizo utilizando estacas a los lados del tubo para evitar su desplazamiento lateral y alambre amarrado a las estacas y alrededor del tubo para evitar el levantamiento vertical.



Figura 19. Construcción de tramos de alcantarillado

Para la construcción de las cámaras de inspección:

1. Se verificó que todas las tuberías que salen y llegan a la cámara a construir ya estuvieran correctamente instaladas.
2. Utilizando la localización del centro de la cámara de inspección realizada con equipo de precisión, se fundió el solado y la placa base de la cámara.
3. Sobre la base se colocó la formaleta metálica verificando que estuviera correctamente ubicada, plomada e instalada.
4. Se fundió el cuerpo de la cámara de dimensiones 1.5 m de diámetro, espesor 15 cm y altura variable, con concreto simple.

Aquí se verificaron los aspectos acerca del concreto mencionados en el numeral 4.1.6. (Página 30).



5. Se colocó el refuerzo del brocal de la cámara de inspección, se formaleteó y se fundió.

Para esta actividad se revisaron todos los aspectos de concreto reforzado, mencionados en el numeral 4.1.6. (Página 30).

6. Se realizó la cañuela con el fin de evitar la turbulencia y la retención de material en suspensión.
7. Se realizó la tapa de la cámara de inspección en concreto reforzado, por lo que se revisaron todos los aspectos acerca del concreto reforzado mencionados en el numeral 4.1.6. (Página 30).



Figura 20. Cámaras de inspección de alcantarillado

Una obra complementaria que se realizó, fue la construcción de la estructura del punto de vertimiento (descole) del alcantarillado que contó con un dissipador de energía para evitar que la descarga cause erosión en lecho del río.

En la construcción de estas estructuras cumplió a cabalidad con los diseños planteados y revisaron los aspectos de concreto, formaleta, estructura y curado mencionados en el numeral 4.1.6. (Página 30).



Figura 21. Descole alcantarillado

4.2.1.1. Red de alcantarillado sanitario

La red de alcantarillado sanitario consta de doce (12) cámaras de inspección y catorce (14) tramos, por los cuales se llevará las aguas residuales provenientes de las viviendas a una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) localizada a 30 m del río Cauca, en donde será tratada y posteriormente descargada al río.

En el cumplimiento de las normas que rigen los vertimientos de las aguas residuales en las corrientes superficiales, fue diseñado un sistema de tratamiento que permitirá eliminar como mínimo el 80% de la Demanda Bioquímica de Oxígeno a los 5 días (DBO_5) como parámetro principal y el cual consta de un pre tratamiento con criba, tanque séptico, un filtro anaerobio de flujo a ascendente y una zanja filtrante.

Hasta el momento solo se realizó la construcción de la estructura primaria de la PTAR. Para esta actividad se utilizó concreto mezclado en obra con proporción 1:2:2 y se revisaron todos los aspectos relacionados con el concreto reforzado mencionados en el numeral 4.1.6. (Página 30).



Figura 22. Construcción de estructura de PTAR

4.2.1.2. Red de alcantarillado pluvial

El alcantarillado pluvial descarga directamente su caudal al río Cauca y está compuesto por doce (12) cámaras de inspección y trece (13) tramos.

4.2.2. Red de acueducto

La conexión para el suministro de agua potable se realizó desde la red existente de PVC y diámetro 6 pulgadas, que pasa por la carrera 5ta y conduce al Centro Recreativo Comfacauca, desde la cual se abastecerá la urbanización.

4.2.3. Instalaciones domiciliarias de alcantarillado

El sistema de evacuación y ventilación de los residuos líquidos de la vivienda hasta la caja de inspección que se conecta a la red de alcantarillado consta



de un conjunto de tuberías, accesorios y equipos ubicados como se muestra en las Figuras 21 y 22, y donde se ve de color azul las instalaciones domiciliarias de alcantarillado de aguas lluvias y de color rojo el de aguas residuales.

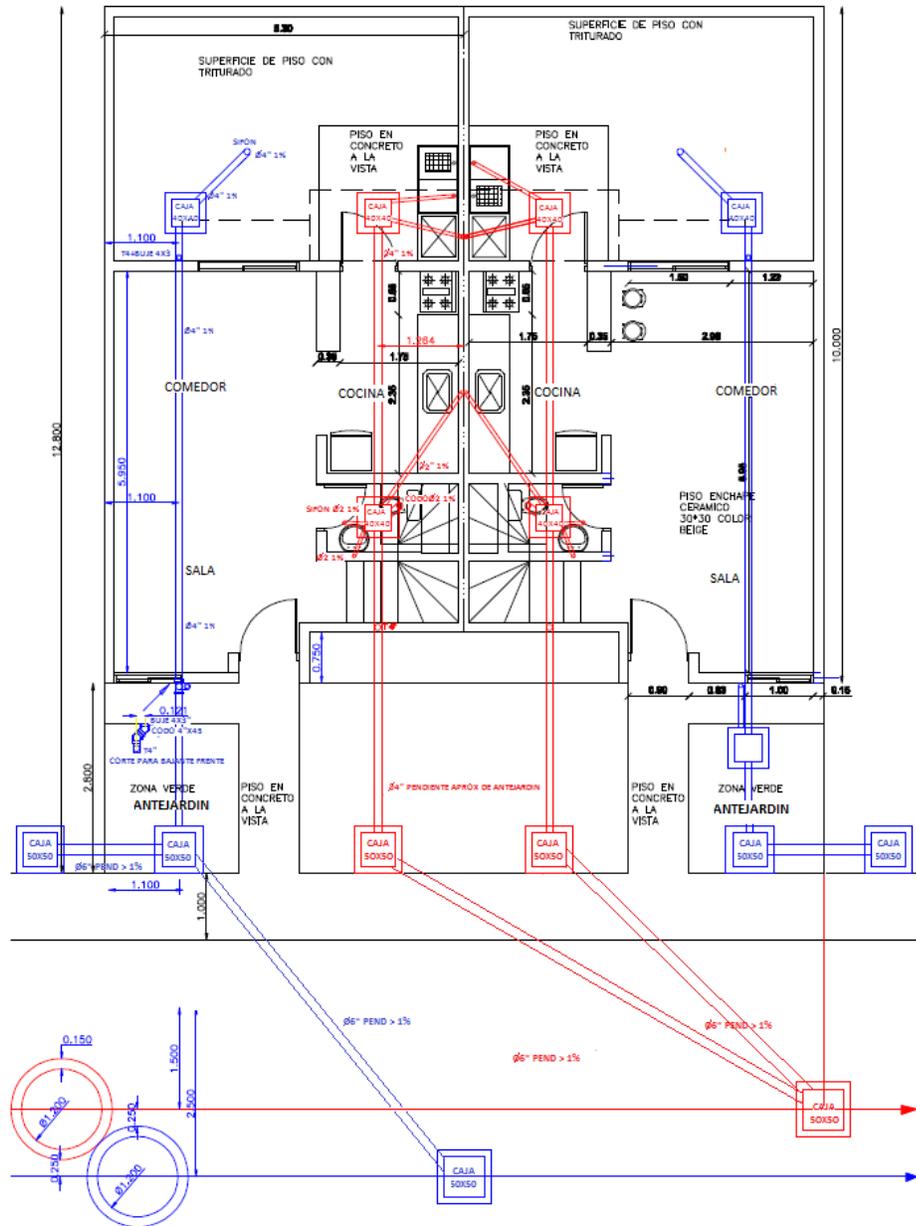


Figura 23. Alcantarillado primer piso

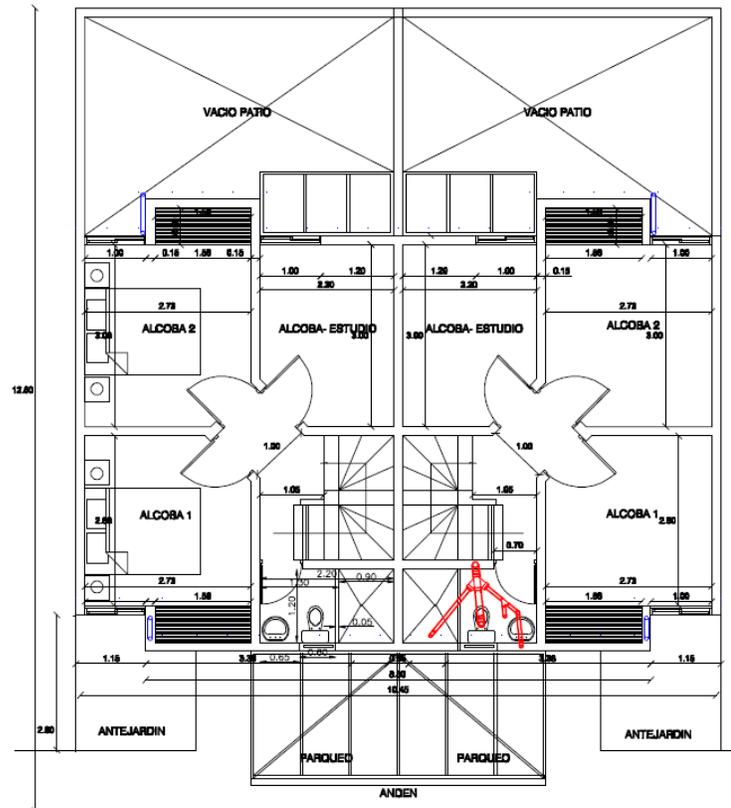


Figura 24. Alcantarillado segundo piso

Para las instalaciones domiciliarias de alcantarillado se utilizó tubería sanitaria y accesorios PVC TUBESCOL E.U⁷, en diferentes diámetros. Las cajas de inspección internas fueron de concreto simple de dimensiones 40 cm x 40 cm internos y espesor 10 cm con tapas en concreto reforzado de 8 cm de espesor.

Durante la construcción de estas instalaciones se revisó para cada vivienda que los siguientes aspectos fueran realizados correctamente: localización de las cajas de inspección, tuberías y accesorios, alineación y pendiente de la tubería, verticalidad (plomo) de la tubería en el caso de los bajantes, instalación de los accesorios y los aspectos mencionados en el numeral 4.1.6 (Página 30) para el caso de las cajas de inspección.

⁷ MANUAL TÉCNICO DE TUBESCOL. Tubería Sanitaria y accesorios PVC



4.2.4. Acometidas de alcantarillado

Cada vivienda contó con dos (2) cajas de inspección externas ubicadas en el antejardín de la vivienda y a las cuales llegarán las aguas residuales y lluvias provenientes de las instalaciones de alcantarillado de esta. Aguas que posteriormente serán descargadas a la red de alcantarillado mediante las cajas de inspección localizadas sobre este, como se puede ver en la Figura 21.

Las cajas de inspección externas de la vivienda tuvieron dimensiones 50 cm x 50 cm internos, espesor 10 cm y altura variable, en concreto simple y tapas de concreto reforzado con espesor 8 cm.

Las cajas de inspección externas de la red de alcantarillado tuvieron dimensiones 60 cm x 60 cm internos, espesor 10 cm y altura variable, en concreto simple y tapas de concreto reforzado con espesor 10 cm.

La construcción de las acometidas de alcantarillado se realizó inmediatamente después de la construcción de la red de alcantarillado. El procedimiento general que se siguió para la construcción de las acometidas fue el siguiente:

- Se localizó para un tramo de la red alcantarillado todas las cajas de inspección de esta red en el tramo y todas las cajas de inspección externas de las viviendas que descargarían su caudal dentro del tramo.

La localización se hizo mediante la utilización de hilos, metro y plomadas basándose en los puntos y niveles dejados con equipo de precisión por el topógrafo. Se dejaron marcadas las cajas de inspección con cal y las profundidades de excavación con la colocación de niveles en estacas para cada caja.

- Se realizaron las excavaciones de las cajas de inspección externas de las viviendas y de la red de alcantarillado, y las zanjas para la instalación de la tubería de conexión entre las cajas.



Se revisó en las cajas de inspección que las dimensiones de la excavación y profundidad fueran las correctas, y en las zanjas que la superficie donde iría asentada la tubería no tuviera resaltos o depresiones.

- Se fundió el solado y placa base de las cajas de inspección.
- Se instaló la tubería sanitaria en PVC con diámetro 6”, para realizar la conexión entre las cajas de inspección externas de las viviendas y las cajas de inspección externas de la red de alcantarillado.

En este proceso se revisó la alineación, nivelación y pendiente de la tubería, además de la correcta instalación de accesorios.

- Se formaletearon y fundieron las cajas de inspección externas; revisándose los aspectos de formaleta y concreto mencionados en el numeral 4.1.6. (Página 30).
- Se realizaron las cañuelas a las cajas de inspección.
- Se verificó el paso de agua desde la caja de inspección externa de la vivienda hacia la caja de inspección externa de la red de alcantarillado.
- Se limpiaron y taparon las cajas de inspección.

4.3. ETAPA 3: CIMENTACION Y ESTRUCTURA

La construcción de las viviendas se realizó rigiéndose con el Código Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10⁸ y los diseños estructurales fueron diseñados por el Ingeniero Carlos Ariel Hurtado Astaiza, con base en este mismo código.

⁸ CÓDIGO COLOMBIANO DE CONSTRUCCION SISMO RESISTENTE NSR-10. Títulos A, B, C, D y E.



4.3.1 Cimentación

La cimentación de las viviendas consistió en una losa de cimentación ubicada bajo la estructura principal de estas, la cual fue fundida por cada dos (2) casas y estuvo diseñada con un espesor de 12 cm en concreto reforzado con acero en dos direcciones de 3/8" cada 20 cm.

Adicionalmente en la parte trasera de la vivienda (patio), se tuvieron vigas de cimentación de sección en T y L invertida, diseñadas con las especificaciones de refuerzo mostradas en la Figura 23.

En la Figura 23. Se muestra el diseño de cimentación utilizado para dos (2) viviendas.

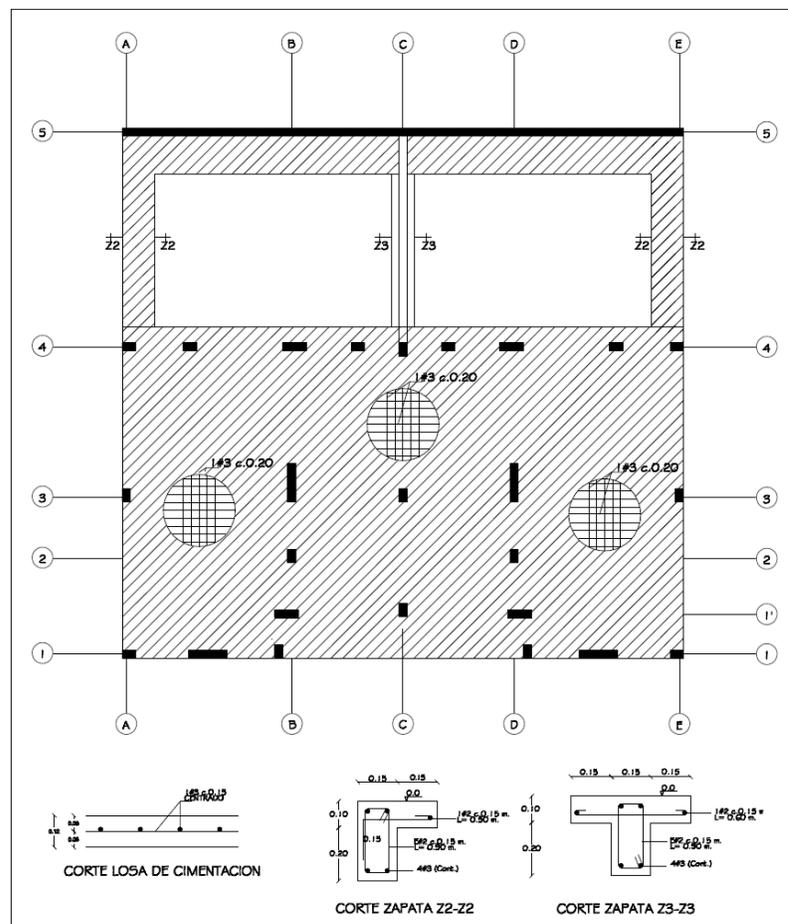


Figura 25. Planta de cimentación



El proceso llevado a cabo para la construcción de cada losa de cimentación, la cual abarcaba dos (2) viviendas ubicadas en una (1) terraza, fue el siguiente:

1. Sobre las terrazas realizadas con maquinaria pesada y de acuerdo a la localización y niveles colocados por el topógrafo, se organizó manualmente los detalles restantes en las terrazas.
2. Organizada la terraza, se localizaron los ejes de los muros, instalaciones domiciliarias de alcantarillado, instalaciones domiciliarias de agua potable y columnas. Esta localización se realizó utilizando hiladeros o puentes perimetrales, ubicando sobre el perímetro de cada terraza un puente continuo en guadua y sobre la guadua marcando con puntillas los ejes.
3. Se realizaron las instalaciones domiciliarias de alcantarillado siguiendo los procedimientos mencionados en el numeral 4.2.3.
4. Se realizaron las acometidas (únicamente la canalización) necesarias para el servicio de gas domiciliario. Para la canalización se utilizó tubería Conduit de Policloruro de Vinilo (PVC) de 1” de diámetro con salida inclinada a 45°.
5. Se fundió el solado con concreto pobre sobre toda el área donde se encontraría la losa de cimentación, dejando embebido en este la tubería de acometida de gas domiciliario.
6. Se colocaron las instalaciones eléctricas (únicamente la canalización), instalaciones domiciliarias de acueducto e instalaciones domiciliarias de alcantarillado, para dejarlas embebidas⁹ en el concreto de la losa.
7. Se colocó el refuerzo de la losa utilizando acero en chipa de 3/8” en dos (2) direcciones cada 20 cm, dejando la parrilla separada 6 cm del solado, mediante la utilización piedras.

⁹ CÓDIGO COLOMBIANO DE CONSTRUCCION SISMO RESISTENTE NSR-10. Título C. C.6.3 — Embebidos en el concreto

Durante y al final de este proceso se revisó que la parrilla estuviera totalmente amarrada, que la cuadrícula tuviera las distancias correctas, que la separación de la parrilla y el solado fuese la correcta y los aspectos complementarios referentes al acero y estructura nombrados en el numeral 4.1.6. (Página 30).

8. Se colocó el acero de refuerzo de las columnas de primer piso según el diseño correspondiente, revisando los aspectos del acero y estructura nombrados en el numeral 4.1.6. (Página 30).
9. Se colocaron las instalaciones domiciliarias de agua potable.



Figura 26. Construcción de losa de cimentación

10. Terminados todos los pasos anteriores, se autorizó la fundición de la losa solamente después de haberse revisado que todos los elementos de la losa pero ahora en conjunto estuvieran correctos.



Figura 27. Losa de cimentación lista para fundición.

11. Se fundió la losa de cimentación utilizando para la fundición concreto mezclado en obra con proporción 1:2:2, por lo cual durante este proceso se estuvo pendiente de los aspectos del concreto mencionados en el numeral 4.1.6. (Página 30).

Además durante este proceso se tomaron probetas de cilindros de concreto y se tuvieron los cuidados de almacenamiento necesarios de acuerdo a la Norma Técnica Colombiana NTC 550¹⁰.



Figura 28. Probetas de cilindros de concreto

¹⁰ Norma Técnica Colombiana NTC 550. Concretos. Elaboración y Curado de especímenes de concreto en obra



Para la construcción de las vigas de cimentación, antes de su fundición, se revisaron los aspectos de acero, estructura y formaleta mencionados en el numeral 4.1.6. (Página 30).

La fundición de las vigas de cimentación se hizo de igual manera que la se detallada en el paso número 11 de la construcción de losas cimentación.



Figura 29. Construcción de vigas de cimentación

Posteriormente a la fundición tanto de vigas como de losas de cimentación, se estuvo pendiente de que fuera realizado el curado de estas estructuras.

4.3.2. Muros

El sistema estructural utilizado fue mampostería confinada¹¹ con muros pegados en soga, utilizando ladrillos macizos de arcilla cocida y un espesor de mortero de pega de 1,5 cm. Se utilizó ladrillo de dimensiones promedio de 6 cm x 11 cm x 23 cm y mortero de pega en proporción 1:3.

En la Figura 30 y 31, se muestra la distribución de los muros.

Aunque a la llegada del ladrillo era revisada su calidad para este poder ser recibido, en el proceso de construcción del muro se volvieron a revisar de manera general chequeando que los ladrillos utilizados estuvieran limpios,

¹¹ CÓDIGO COLOMBIANO DE CONSTRUCCION SISMO RESISTENTE NSR-10. Título D. Capítulo D.10 – Mampostería de muros confinados.



libres de materia orgánica o cualquier otro material contaminante y no presentaran grietas, desbordes o estuvieran en mal estado.

Además de los aspectos relacionados con los ladrillos, durante la construcción de los muros también se revisó la alineación y nivelación de los ladrillos, la verticalidad del muro (plomo), la colocación de trabas al final de los muros, que la proporción y consistencia del mortero de pega fuese la correcta y que los ladrillos estuvieran pre humedecidos la hora de su pegado.

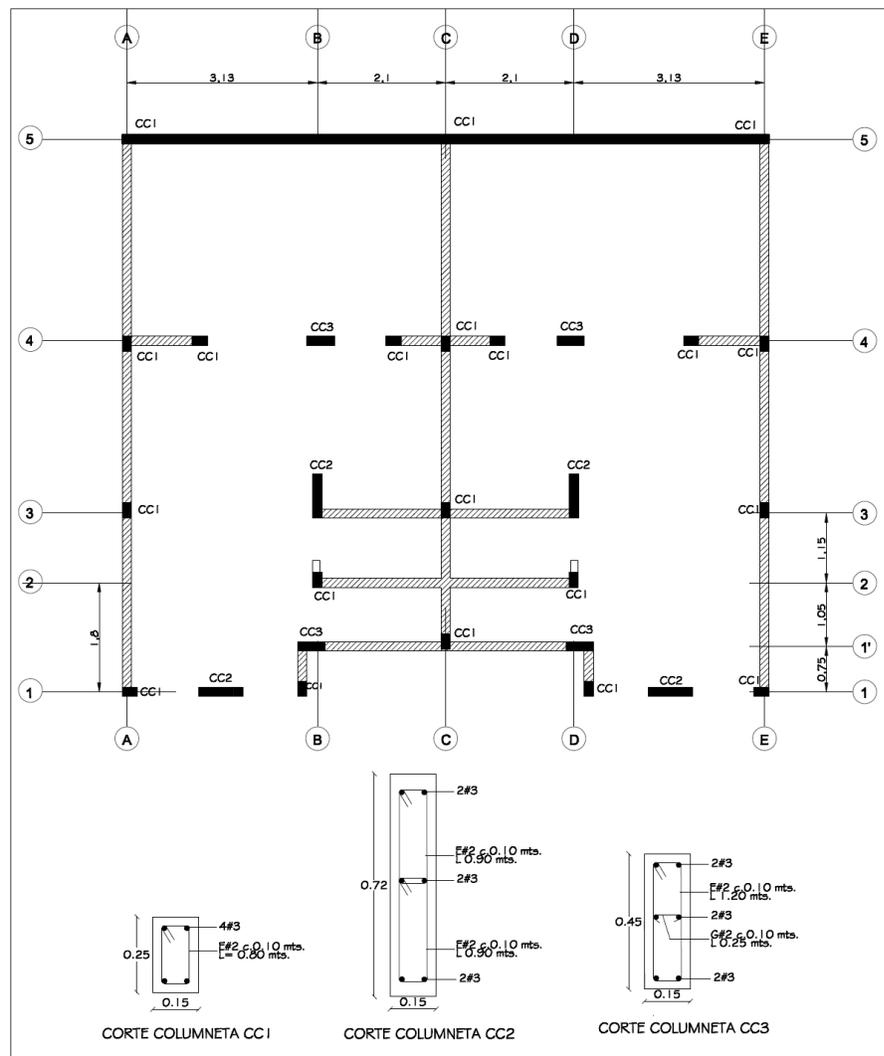


Figura 30. Planta de muros y columnas de primer piso

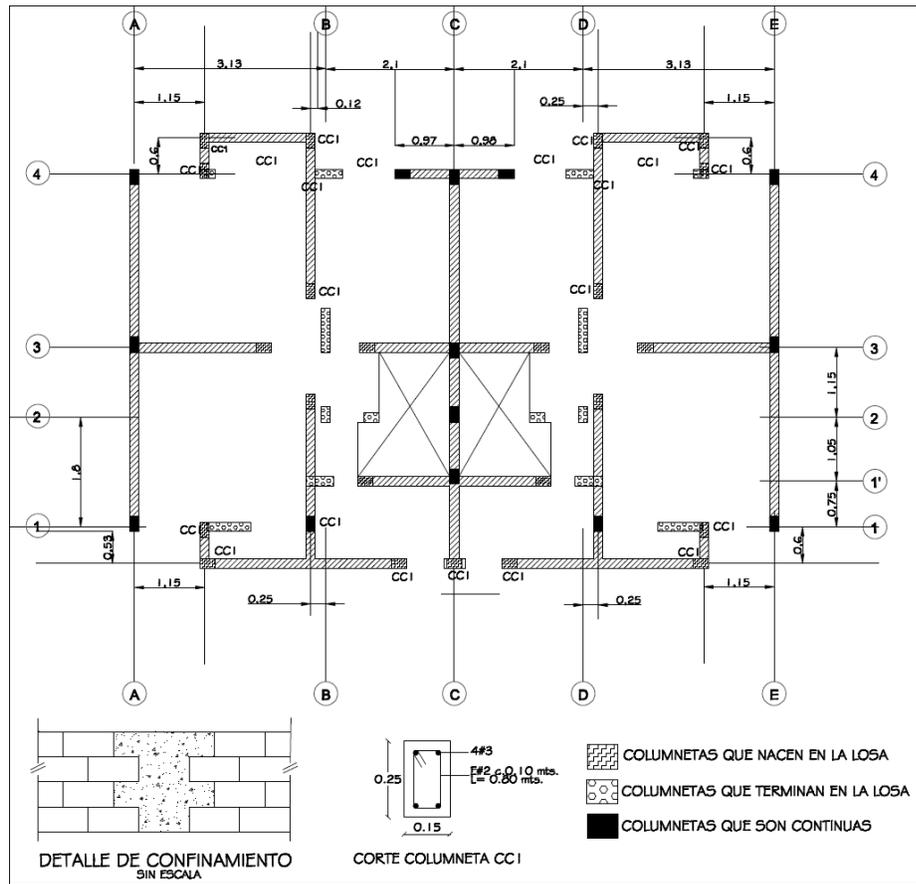


Figura 31. Planta muros y columnas de segundo piso



Figura 32. Construcción de muros

4.3.3. Entrepiso

Para el entrepiso de las viviendas, se construyeron losas con lamina colaborante de acero galvanizado calibre 18 (1 ½”) de la empresa CORPACERO (Corpалosa)¹² y concreto reforzado con acero de retracción y temperatura de ¼” cada 20 cm.



Figura 33. Construcción de entrepiso

El uso de entrepisos metálicos trajo muchos beneficios en la construcción de esta parte de la estructura de la vivienda, pues además de ser un sistema constructivo liviano y sencillo, se logró una mayor rapidez en la instalación de la losa, se reemplazó el extenuante encofrado tradicional y posterior desencofrado, disminuyó el requerimiento de apuntamiento durante el vaciado y el fraguado, los desperdicios fueron mínimos debido a que la lámina es fabricada a medida, se tuvo ahorro en el consumo del concreto en comparación con la alternativa de losa maciza y se aprovechó su acabado arquitectónico como cielorraso para el primer piso.

En la construcción de losas de entrepiso además de controlar los aspectos sobre las estructuras de concreto reforzado mencionados en el numeral 4.1.6 (Página 30), se revisó durante la instalación de la lámina colaborante que el sistema de traslapo lateral de enganche de la lámina se hiciera

¹² MANUAL DE PRODUCTOS CORPACERO. Ficha Técnica: CORPALOSA 1.5”

correctamente y antes de su fundición que las instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas, y la dirección de la lámina estuvieran dispuestas de acuerdo a los diseños del proyecto.

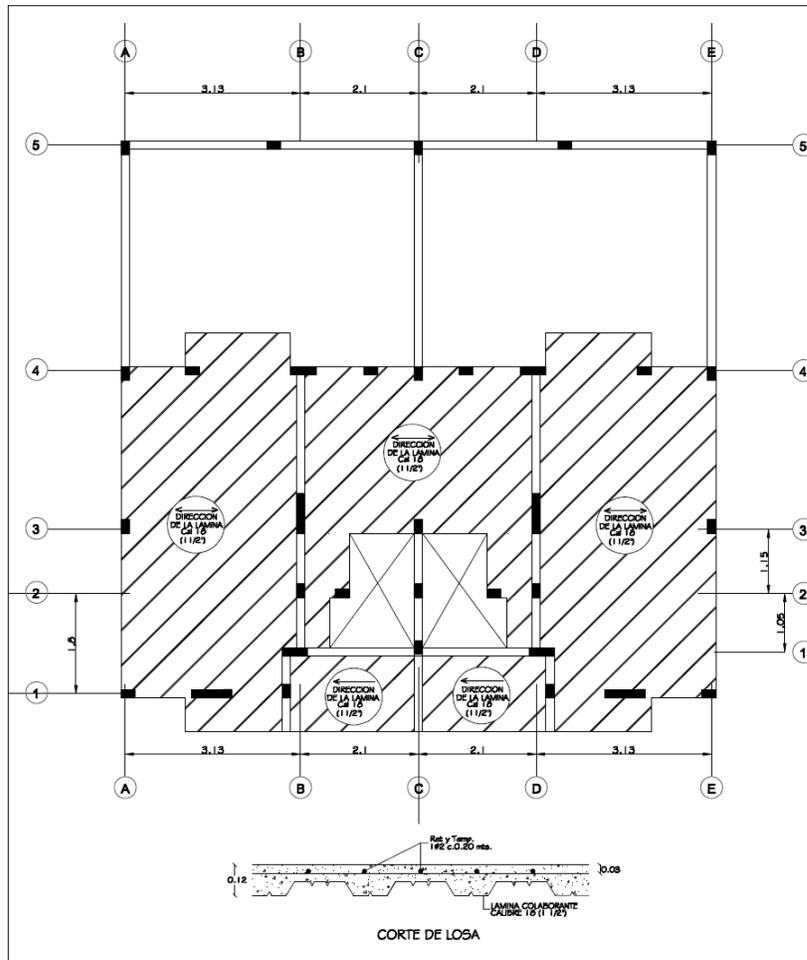


Figura 34. Planta losa de entrepiso

4.3.4. Columnas

Se realizó un control para el encofrado y posterior fundición en cada casa de cada una de las columnas de primer y segundo piso, pudiéndose encofrar y fundir únicamente las columnas después de estas haber sido autorizadas.



La autorización fue dada después de realizarse una revisión de los aspectos del concreto reforzado de acero y estructura mencionados en el numeral 4.1.6 (Página 30), además se revisó¹³ que la superficie terminal del muro confinado estuviera libre de rebabas y de materiales que restringieran la adherencia entre el concreto y la mampostería, y tuviera trabas perpendiculares a la alineación del muro y que no coincidieran en dos hiladas consecutivas.

En las Figuras 30 y 31 se puede ver las características y localización de las columnas tanto de primer como de segundo piso. Y en la Figura 35, imágenes de las columnas en el momento en que son revisadas para darles la autorización de formaleteo y fundición.



Figura 35. Columnas listas para revisión

Para la fundición de las columnas se utilizó concreto mezclado en obra en proporción 1:2:2.

Los aspectos del concreto reforzado de concreto, formaleta y curado, mencionados en el numeral 4.1.6 (Página 30), también fueron tenidos en cuenta mediante una revisión ocasional a algunas de las columnas al momento de tales procesos.

Después de fundidas las columnas se realizó otra revisión a ellas observando posibles desplomes, rotaciones, hormigueos excesivos y/o cualquier otra anomalía que afectara el comportamiento la estructura.

¹³ CÓDIGO COLOMBIANO DE CONSTRUCCION SISMO RESISTENTE NSR-10. Título D. Capítulo D.10 – Mampostería de muros confinados. D.10.8.6 – Vaciado de las columnas de confinamiento.



En los casos de las columnas que no cumplieron con las condiciones necesarias en cualquiera de las revisiones, se tomaron las medidas respectivas según fue el caso.

En el anexo 1, se muestran los formatos utilizados para la revisión de columnas.

4.3.5. Vigas

Se tuvo un diseño de vigas de cubierta como se muestra en la Figura 36 y un diseño de las vigas de amarre de entrepiso como el que se ve en la Figura 37.

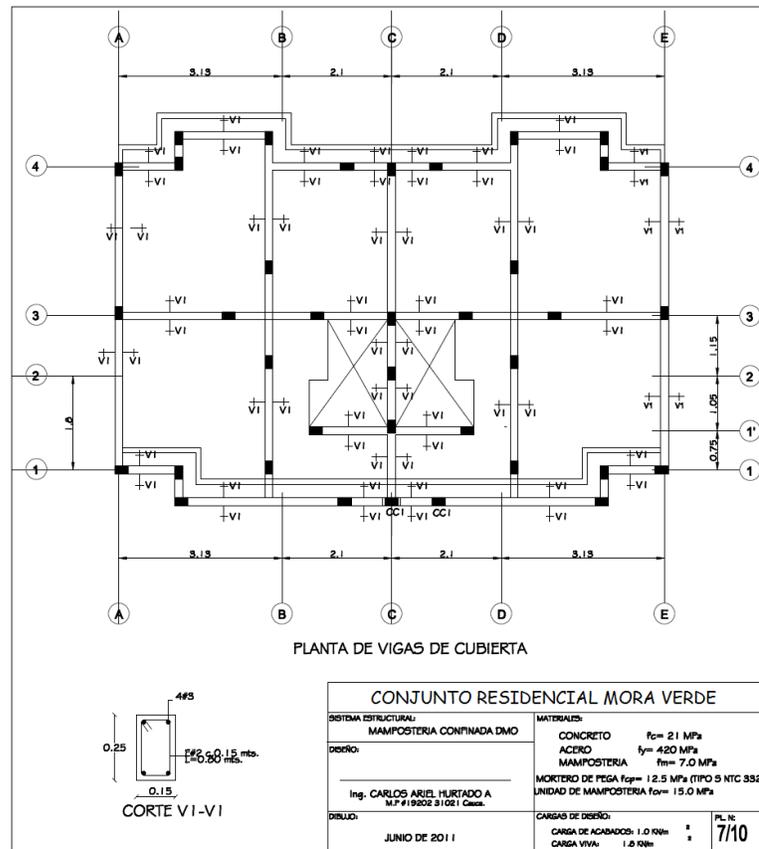


Figura 36. Planta vigas de cubierta

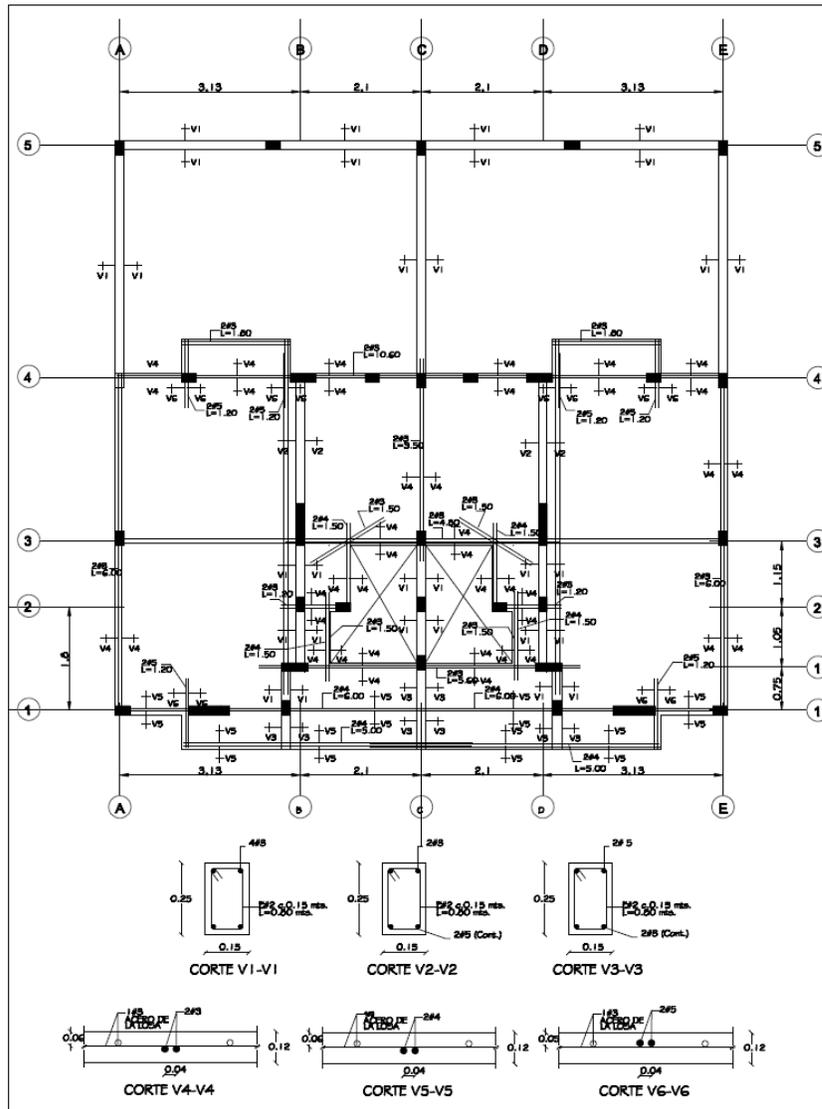


Figura 37. Planta vigas de entrepiso y aceros adicionales de losa

De igual manera que como se hizo con las columnas, se realizó un control para el formateo y fundición de las vigas. Para dar la autorización de formateo y fundición de vigas tanto de entrepiso como de cubierta, se revisaron los siguientes aspectos:

- Los aspectos referentes a estructura y acero mencionados en el numeral 4.1.6 (Página 30), teniendo en cuenta el cumplimiento de los diseños

mostrados en las Figura 36. y Figura 37. según fuere el caso. Se enfatizó en los amarres, chequeando que todo estuviera amarrado y que estuvieran bien realizados, y en los traslapos¹⁴, chequeando que tuvieran la longitud adecuada; esto debido a los errores cometidos por la mayoría de trabajadores en esta parte:

- Que la superficie sobre la cual se fundiría la viga fuera la superficie del ladrillo y no el mortero de pega. Esto para garantizar la correcta adherencia entre el concreto de la viga y la mampostería.
- Que la superficie del ladrillo se encontrara limpia de materia orgánica, impurezas, etc.



Figura 38. Construcción de vigas de entrepiso y cubierta

¹⁴ CÓDIGO COLOMBIANO DE CONSTRUCCION SISMO RESISTENTE NSR-10. Título C. Capítulo C.12 – Longitudes de desarrollo y empalmes del refuerzo



Los aspectos del concreto reforzado de concreto, formaleta y curado, mencionados en el numeral 4.1.6 (Página 30), también fueron tenidos en cuenta mediante una revisión ocasional a algunas de las vigas al momento de tales procesos.

4.4. CANTIDADES DE OBRA

Dentro de las actividades realizadas en la Pasantía asignadas por parte del Ingeniero Director de Obra, se elaboraron las Actas de Recibo y Liquidación de Obra de los Maestros Contratistas.

Se realizaron actas de recibo de obra en las cuales se plasmaron las cantidades obra ejecutadas por el contratista en algunas de las actividades de las etapas de Adecuación del lote y de Construcción de Obras Hidráulicas.

El cálculo de las cantidades de obra dependió de la actividad y se realizó de la siguiente manera:

- **Filtros:** se midieron las dimensiones de cada uno de los filtros realizados.
- **Red alcantarillado:** para las cámaras de inspección se midió la altura de cada una ellas y los demás elementos de éstas fueron contados por unidad. En la instalación de tubería se calcularon las cantidades de obra utilizando como base el control de almacén de la tubería.
- **Acometidas de alcantarillado:** en las cajas de inspección se midieron las dimensiones de cada una de las excavaciones realizadas, se midió la altura de fundición de cada una de las cajas y se contaron por unidad las tapas y las bases de estas. Se midieron las dimensiones de cada una de las zanjas desde las cajas de inspección externas de las viviendas a las cajas de inspección externas de la red de alcantarillado. La instalación de tubería se calculó con base a la longitud de la zanja donde se ubicó esta.



- **PTAR:** se calcularon¹⁵ las cantidades con base en los planos de diseño de esta estructura.
- **Movimiento de tierras:** se midió cada una de las excavaciones y rellenos realizados. Se contabilizaron los tiempos adicionales utilizados por cada equipo. Se contabilizó el número de viajes con suelo fino color amarillo apto para terraplenes descargados para actividades adicionales por volquetas de capacidad 6 m³.
- **Muros de contención lindero oriental:** se midió cada una de las dimensiones de las excavaciones, rellenos y bases en concreto ciclópeo realizados en la construcción de esta estructura.

En el anexo 2, se presentan las bases en borrador utilizadas para el cálculo de cantidades de obra del Acta N°01 del contratista Jaime Felipe Paz que se muestra a continuación:

CANTIDADES DE OBRA ACTA N° 01			
PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL- PROYECTO MORA VERDE			
CONTRATISTA: JAIME FELIPE PAZ			
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
I.	EXCAVACIÓN Y RELLENOS		
1.1	EXCAVACIÓN EN SUELO FINO	M3	223.08
1.2	EXCAVACIÓN EN CONGLOMERADO MENOR A 2 MTS	M3	137.53
1.3	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DEL SITIO	M3	1201.62
II.	TUBERÍA SANITARIA EN PVC		
2.1	6"	ML	399
	8"	ML	498
	10"	ML	444
	18"	ML	87
III.	CÁMARAS Y CAJAS DE INSPECCIÓN		
3.1	BASE CÁMARA	UND	24
3.2	CUERPO CÁMARA	ML	30.25
3.3	BROCAL CÁMARA	UND	24

¹⁵ Costos y Presupuestos en Construcción de Obras, Apuntes de Clase : Cálculo de cantidades de obra



3.4	TAPA CÁMARA	UND	11
3.5	BASE CAJA DE INSPECCIÓN 0.5m x 0.5m ; e PLACA :0.10m	UND	82
3.6	BASE CAJA DE INSPECCIÓN 0.6m x 0.6m ; e PLACA :0.10m	UND	22
3.7	CUERPO CAJA DE INSPECCIÓN 0.5m x 0.5m ; e PARED:0.10m	ML	57.68
3.8	CUERPO CAJA DE INSPECCIÓN 0.6m x 0.6m ; e PARED:0.10m	ML	6.6
3.9	TAPA CAJA DE INSPECCIÓN 0.5m x 0.5m ; e TAPA :0.08m	UND	82
3.10	TAPA CAJA DE INSPECCIÓN 0.6m x 0.6m ; e TAPA:0.10m	UND	24
IV.	DRENAJES		
4.1	FILTRO EN GRAVA Y GEOTEXTIL	M3	443.92
V	PTAR		
5.1	CONFORMACIÓN PTAR	JR	4
5.2	SOLADO	M2	64.49
5.3	PLACA DE PISO EN CCTO REFORZADO ; e: 0.20m	M2	64.49
5.4	MUROS EN CCTO REFORZADO ; e: 0.10m	M2	8.4
5.5	MUROS EN CCTO REFORZADO ; e: 0.20m	M2	125.44
5.6	MUROS EN CCTO SIMPLE ; e: 0.10m	M2	4.22
5.7	MUROS EN CCTO SIMPLE ; e: 0.20m	M2	2.54
5.8	LOSA MACIZA	M2	60.9
5.9	CANAL	ML	18.8
5.10	TAPAS 0.38m x 0.38 m ; e: 0.04m	UND	5
5.11	TAPAS 1.09m x 0.68 m ; e: 0.04m	UND	10
5.12	TAPAS 0.62m x 0.62 m ; e: 0.04m	UND	3
5.13	TAPAS 0.82m x 0.82 m ; e: 0.04m	UND	2
V	ACERO (CORTE Y FIGURADO)		
5.1	1 /4”	ML	103.92
5.2	3/8”	ML	347.95
5.3	5/8”	ML	18
VI	OTROS		
6.1	ARREGLO DE CERCOS	JR	4
6.2	DEMOLICIÓN CAJA DE INSP. 0.6m x 0.6m ; e PARED: 0.1 m	ML	1.8

Tabla 1. Acta N°01, Contratista: Jaime Felipe Paz

En el anexo 3, se presenta las bases en borrador utilizadas para el cálculo de cantidades de obra del Acta N°01 del contratista Ingeniero. Orlando Revelo que se muestra a continuación:



CANTIDADES DE OBRA ACTA N° 01			
PROYECTO: MOVIMIENTO DE TIERRAS- PROYECTO MORA VERDE			
Contratista: Ingeniero. Orlando Revelo			
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
I.	EXCAVACIÓN Y RELLENOS		
1.1	EXCAVACIÓN EN CONGLOMERADO	M3	2309.59
II.	SUMINISTRO DE MATERIALES		
2.1	SUELO FINO COLOR AMARILLO PARA RELENOS	VIAJES	141
III.	ADICIONALES DE MAQUINARIA		
3.1	CARGADOR	HORAS	4.4
3.2	RETROEXCAVADORA	HORAS	3.4
3.3	VOLQUETA (VIAJES INTERNOS)	VIAJES	17

Tabla 2. Acta N°01, Contratista: Ingeniero. Orlando Revelo

En el anexo 4, se presenta las bases en borrador utilizadas para el cálculo de cantidades de obra del Acta N°02 del contratista Ingeniero. Orlando Revelo que se muestra a continuación:

CANTIDADES DE OBRA ACTA N° 02			
PROYECTO: MOVIMIENTO DE TIERRAS (CAMPAMENTO) - PROYECTO MORA VERDE			
Contratista: Ingeniero. Orlando Revelo			
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
I.	EXCAVACIÓN Y RELLENOS		
1.2	RELLENO CON SUELO FINO COLOR AMARILLO (SUMINISTRO DE SUELO NO INCLUIDO)	M3	577.22

Tabla 3. Acta N°02, Contratista: Ingeniero. Orlando Revelo

En el anexo 5, se presenta las bases en borrador utilizadas para el cálculo de cantidades de obra del Acta N°01 del contratista Marcial Ramos que se muestra a continuación:



CANTIDADES DE OBRA ACTA N° 01			
PROYECTO: MUROS DE CONTENCIÓN LINDERO ORIENTAL- PROYECTO MORA VERDE			
Contratista : Marcial Ramos			
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
I.	EXCAVACIÓN Y RELLENOS		
1.1	EXCAVACIÓN EN TIERRA NEGRA	M3	199.66
1.2	EXCAVACIÓN EN MATA DE GUADUA	M3	9.96
1.3	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DEL SITIO	M3	0.18
II.	BASES		
	BASE EN CONCRETO CICLÓPEO	M3	38.15
	CASTILLOS 4#4 L=0.5m , E#2 c/7cm	UND	38
III.	MUROS DE CONTENCIÓN		
3.1	MURO DE CONTENCIÓN ; ALTURA: 2.8 m	ML	46.67

Tabla 4. Acta N°02, Contratista: Marcial Ramos

4.5. CONTROL DE ABASTECIMIENTO DE MATERIALES Y EQUIPO

Otra actividad que se desarrolló durante la ejecución de la pasantía, fue la realización de un control de materiales para suministro a los contratistas.

En general, en las actividades donde se necesitó como material el cemento, arena, triturado, alambre y/o ladrillo, el control de materiales se manejó basándose en un stock mínimo para cada material el cual dependió de la etapa del proyecto que se estuviera ejecutando.

Para las etapas de Adecuación del lote y Construcción de Obras Hidráulicas el stock mínimo manejado para el primer día de cada semana fue:

- **Cemento:** 100 sacos de cemento.
- **Arena y triturado:** 3 viajes de 7 m³ (21 m³), para cada uno.
- **Alambre negro:** 100 kg.

Con base al cronograma de actividades del proyecto establecido por la empresa constructora, se sacó información del orden de realización de las actividades y de los materiales a utilizarse para la ejecución de estas. Este



procedimiento se hizo para las etapas de Adecuación del lote y Construcción de Obras Hidráulicas de la siguiente manera:

- **Rellenos y Movimiento de tierras:** se tuvo un constante abastecimiento de suelo apto para relleno de acuerdo con las necesidades y se contó con la maquinaria necesaria para el desarrollo de tal actividad. Esto debido a que la ejecución de esta actividad estuvo a cargo del contratista Ingeniero Orlando Revelo, quien dentro de sus obligaciones tenía que controlar estos aspectos.
- **Filtros:** el abastecimiento del material granular se hizo de acuerdo al avance en esta actividad, calculándose los volúmenes aproximados de filtro a realizar en un tiempo de 2 semanas.

Para el geotextil, la tubería y el hilo de polipropileno se miró en obra que a medida que estos se fueran gastando, se diera su abastecimiento.

- **Muros de contención:** el abastecimiento de la piedra utilizada en la base en concreto ciclópeo de los muros localizados en el lindero oriental del lote, se realizó de acuerdo al avance y gasto de la piedra en esta actividad.

Para el cemento, triturado, arena y alambre, se manejó teniendo en cuenta el stock mínimo establecido para las actividades de esta etapa.

El acero de refuerzo necesario para esta actividad estaba previamente calculado por el Ingeniero Director de Obra, y se pidió el necesario en su totalidad desde el comienzo de la actividad.

Red de alcantarillado y Acometidas de alcantarillado: la tubería y accesorios (en el caso de acometidas) necesarios para esta actividad estaban previamente calculados por el Ingeniero Director de Obra, y se pidió el necesario en su totalidad desde el comienzo de esta actividad.

Para el cemento, triturado, arena y alambre, se manejó teniendo en cuenta el stock mínimo establecido para las actividades de esta etapa.



Para el uso del saltarín como equipo de compactación para los rellenos realizados durante la ejecución de la red y acometidas de alcantarillado, se planeó con anticipación que al alquilar el equipo, este no se encontrara inactivo por intervalos de tiempo largos.

Para la etapa de Cimentación y Estructura, el stock mínimo manejado para el primer día de cada semana fue:

- **Cemento:** 700 sacos de cemento.
- **Arena y triturado:** 6 viajes de 7 m³ (42 m³), para cada uno.
- **Alambre negro:** 400 kg.
- **Ladrillo tolete:** 20000 unidades.

El acero de refuerzo, tubería, accesorios y láminas de corpalosa necesarios para las actividades de esta etapa, estaban previamente calculados por el Ingeniero Director de Obra, y se pidió lo necesario en su totalidad desde el comienzo de las actividades de esta etapa.

Para el suministro de los equipos necesarios, se tuvo en cuenta lo siguiente:

- **Mezcladoras:** la empresa constructora cuenta con 6 mezcladoras, las cuales generan el rendimiento necesario para el normal desarrollo de la obra.
- **Vibradores:** la empresa constructora cuenta con 2 vibradores, los cuales en algunas ocasiones no fueron suficientes para el normal desarrollo de la obra. Estos casos se previó con un día con anticipación la necesidad equipo.
- **Cerchas y Tacos:** debido a que la empresa constructora no cuenta con estos equipos, se previó el comienzo del proceso de construcción del entepiso de las viviendas, para realizar el pedido de alquiler de este equipo a medida que se avanzaba en este proceso. Las



cantidades a pedir fueron dadas por los contratistas, pero verificadas por el pasante.

Se le informó al Ingeniero Director de Obra con una semana de anticipación los materiales y/o equipos a necesitar especificando las respectivas cantidades y las cantidades existentes en bodega hasta la finalización de la jornada de trabajo del día de entrega del control, el cual era sacado de la información de almacén brindada por el almacenista.

En la Figura 39, se muestran el formato de control de materiales y equipo utilizado durante la ejecución de la pasantía en el proyecto Conjunto Residencial Mora Verde.

CONTROL DE MATERIALES Y EQUIPO

PROYECTO: Conjunto Residencial Mora Verde

Fecha:

MATERIAL/ EQUIPO	ACTIVIDAD	PEDIDO	INVENTARIO	OBSERVACIONES

MATERIALES DE STOCK MÍNIMO

MATERIAL/ EQUIPO	CANTIDA	INVENTARIO	PEDIDO	OBSERVACIONES
Cemento				
Arena				
Triturado				
Alambre negro				
Ladrillo				

Figura 39. Formato de control de materiales y equipo



5. CONCLUSIONES

Es importante para el profesional de la ingeniería civil, desempeñarse en todos los campos de esta profesión, más aún para el estudiante es fundamental conocer el trabajo de un Ingeniero Civil desde un punto de vista práctico, aplicando los conocimientos cultivados a través de la carrera, en problemas de la vida real; e incluso adquirir nuevos conocimientos a partir de experiencias reales.

La idiosincrasia del maestro caucano lo lleva a ser descuidado en cuanto a la calidad de las obras y procedimientos constructivos, por lo que es de vital importancia en la ejecución de proyectos la realización de un estricto control de calidad y cercano seguimiento a las actividades desarrolladas por ellos.

La realización de un seguimiento y control de calidad detallado como el realizado en las etapas de Adecuación del lote, Construcción de obras hidráulicas y Cimentación y Estructura de la construcción de la primera etapa del proyecto Conjunto Residencial Mora Verde, ayudó a minimizar los errores cometidos por los trabajadores durante estos procesos, garantizando una mayor seguridad a los futuros propietarios de las viviendas.

Es muy importante el oportuno abastecimiento de materiales y equipos, para así tener un correcto ajuste al cronograma de actividades a desarrollar y evitar contratiempos y sobrecostos en la ejecución del proyecto.

Finalizada la pasantía puedo decir que me siento totalmente satisfecha y agradecida porque además de cumplir con todos los objetivos propuestos al comienzo de esta, aprendí nuevos conocimientos que solo se obtienen en la práctica y la experiencia.



6. BIBLIOGRAFIA

- RIVERA, Gerardo Antonio. Concreto Simple.
- MUÑOZ, Hugo Eduardo. Costos y Presupuestos en Construcción de obras, Apuntes de Clase.
- Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, Código Colombiano de Construcción Sismo Resistente, NSR-10, Títulos C, D, y E.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC), Norma Técnica Colombiana NTC 550. Concretos. Elaboración y Curado de especímenes de concreto en obra.