

PASANTE AUXILIAR DE INGENIERÍA EN LA CONSTRUCCIÓN DEL
CONJUNTO RESIDENCIAL “CONDOMINIO VERSALLES” – POPAYÁN



INFORME FINAL DE PRÁCTICA PROFESIONAL – PASANTÍA

MAIRHEN MISHHELL CABRERA ORDOÑEZ
CÓDIGO: 100413010566

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA
POPAYÁN CAUCA
2018

PASANTE AUXILIAR DE INGENIERÍA EN LA CONSTRUCCIÓN DEL
CONJUNTO RESIDENCIAL “CONDOMINIO VERSALLES” – POPAYÁN



INFORME FINAL DE PRÁCTICA PROFESIONAL – PASANTÍA

MAIRHEN MISHHELL CABRERA ORDOÑEZ
CÓDIGO: 100413010566

DIRECTOR DE PASANTÍA:
INGENIERO GERARDO RIVERA

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA
POPAYÁN CAUCA
2018

NOTA DE ACEPTACIÓN

El director y Jurado de la Pasantía de Grado:
**“PASANTE AUXILIAR DE INGENIERÍA EN
LA CONSTRUCCIÓN DEL CONJUNTO
RESIDENCIAL “CONDOMINIO
VERSALLES” – POPAYÁN”** elaborado por
MAIRHEN MISHHELL CABRERA ORDOÑEZ,
una vez revisado el escrito final y aprobado la
sustentación de la misma, autorizan para que
realice gestiones administrativas
correspondientes a su título profesional.

Director de Pasantía

Jurado

Jurado

Popayán, ____ de abril de 2018



DEDICATORIA

A Dios, el que me ha dado fortaleza para continuar cuando estuve punto de decaer y por permitirme vivir esta experiencia tan gratificante con mi familia y seres queridos.

A mis padres Delcy Ordoñez y Jaime Cabrera, por hacer de mí una mejor persona a través de sus consejos, enseñanzas y amor; por su apoyo incondicional en todo momento y porque han sido, son y serán mi motivo de superación.

A mi hermana Gisselly Jazmín Cabrera Ordoñez por su compañía, comprensión, amor y apoyo incondicional en todo este trayecto.

A mis hermanas Anyela Lineth Cabrera Ordoñez y Luissa Marianna Cabrera Ordoñez por su inmenso amor y porque ser un impulso para cumplir esta meta.

A mis abuelas Elina Solarte y Micaela Moreno por sus múltiples oraciones.

A mis primos Hermes Darío y Gannesha por sus consejos y cariño, y porque a pesar de la distancia siempre me hicieron sentir que su corazón estaba conmigo.

A mis profesores de la institución Educativa “San Gerardo” de Leiva y de la Universidad del Cauca, pero en especial a la profesora Nohora Mingan, pues fue la puerta para empezar esta hermosa carrera.

A mi compañero y amigo incondicional el Ingeniero Héctor Fabio Quiroga por ser un pilar importante en este proceso y no permitirme desfallecer ante los obstáculos presentados.

Al ingeniero Wilson Fernando Guerrero por su ayuda incondicional y por compartirme sus conocimientos y experiencias.

A mis tíos, primos, sobrino, ahijada y a toda mi familia, así como también a mis amigos y compañeros que estuvieron a mi lado y los que sin importar la distancia siempre hicieron parte este proceso.

Mairhen Mishell Cabrera Ordoñez



AGRADECIMIENTOS

A mis profesores por sus enseñanzas.

Al Ingeniero Gerardo Antonio Rivera por sus consejos y experiencia brindada en el desarrollo de mi pasantía.

A los Ingenieros Eduardo Ramírez y Fernando Chilito por sus enseñanzas y confianza depositada.

A mis compañeros, amigos de estudio y de pasantía por su apoyo y amistad.

A la empresa INGECO LTDA. por permitirme poner en práctica lo aprendido como estudiante.

A la Universidad del Cauca por formarme como Ingeniero Civil y como persona.

Mairhen Mishell Cabrera Ordoñez



TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1 TITULO DE LA PASANTÍA.....	12
2 INTRODUCCIÓN.....	13
3 JUSTIFICACIÓN.....	14
4 RESUMEN.....	15
5 OBJETIVOS.....	16
5.1 OBJETIVO GENERAL.....	16
5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
6 GENERALIDADES DEL PROYECTO	17
6.1 INFORMACIÓN DEL PROYECTO	17
6.2 ESPECIFICACIONES GENERALES DE OBRA.....	18
6.2.1 VIVIENDA TIPO 1 (CASA ESQUINERA).....	19
6.2.2 DESCRIPCIÓN ESTRUCTURAL.....	25
7 DESARROLLO DE LA PASANTIA	27
7.1 ACTIVIDADES INICIALES COMO PASANTE.....	27
7.2 RECONOCIMIENTO DE LA OBRA	27
7.3 PROCESOS TECNICOS Y CONSTRUCTIVOS.....	28
7.3.1 LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO.....	28
7.3.2 CIMENTACIÓN.....	31
7.3.3 MAMPOSTERÍA DE PRIMER PISO.....	42
7.3.4 LOSA DE ENTREPISO.....	58
7.3.5 MAMPOSTERÍA DE SEGUNDO PISO.....	65
7.3.6 VIGAS DE AMARRE.....	68
7.3.7 MAMPOSTERÍA DE CULATAS.....	71
7.3.8 VIGAS DE CUBIERTA.....	72
7.3.9 INSTALACIÓN DE CUBIERTA.....	74
7.3.10 ALFAJÍA.....	80
7.4 PROCESOS ADMINISTRATIVOS.....	81



7.4.1	VERIFICACIÓN DE PLANILLAS DE SEGURIDAD.....	81
7.4.2	SOLICITUD DE MATERIALES.	81
7.4.3	PRESENTACIÓN DE INFORMES.	82
7.4.4	CÁLCULOS DE CANTIDADES DE OBRA.....	82
8	CONCLUSIONES	84
9	RECOMENDACIONES.....	86
10	BIBLIOGRAFÍA	87



LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación	17
Figura 2. Descripción del proyecto.....	18
Figura 3. Vivienda tipo 1 (casa esquinera).....	19
Figura 4. Vivienda tipo 1 (casa esquinera).....	21
Figura 5. Vivienda tipo 2 (casa medianera)	22
Figura 6. Vivienda tipo 2 (casa medianera)	23
Figura 7. Descripción y características del proyecto Condominio Versalles	24
Figura 8. Movimiento de tierra	27
Figura 9. Mampostería.....	27
Figura 10. Terraceo.	28
Figura 11. Terraceo	29
Figura 12. Localización y replanteo.	30
Figura 13. Instalación Sanitaria.....	32
Figura 14. Plano de cimentación.....	33
Figura 15. Arranques de dovelas	34
Figura 16. Sección de zapatas.....	35
Figura 17. Plano de cimentación.....	36
Figura 18. Malla de losa de cimentación.....	37
Figura 19. Despiece de acero cimentación	38
Figura 20. Losa de cimentación	39
Figura 21. Fundición losa cimentación.....	40
Figura 22. Asentamiento del concreto	41
Figura 23. Toma de muestras	42
Figura 24. Plano mampostería primer piso	44
Figura 25. Dimensiones estándar del ladrillo	45
Figura 26. Plano de dovela	46



Figura 27. Plano de dovela	47
Figura 28. Fundición de dovela.....	47
Figura 29. Muro desplomado	49
Figura 30. Cambio de Fachaletas	50
Figura 31. Cambio de fachaleta ladrillo sucio	51
Figura 32. Granulometría agregado grueso 3/8.....	52
Figura 33. Fundición de dovelas	54
Figura 34. Ensayo esclerómetro	55
Figura 35. Dovelas adicionales losa entrepiso.....	55
Figura 36. Muros en mampostería sucia.....	57
Figura 37. Muro en mampostería a la vista.....	58
Figura 38. Formaleta losa entrepiso	59
Figura 39. Ubicación acero losa entrepiso.....	60
Figura 40. Sección vigas y corte losa de entrepiso.....	61
Figura 41. Plano vigas entrepiso.....	63
Figura 42. Plano malla electrosoldada de entrepiso.....	64
Figura 43. Fundición losa entrepiso	65
Figura 44. Retroceso muro en mampostería	66
Figura 45. Plano arquitectónico segundo piso	67
Figura 46. Acero vigas de amarre.....	69
Figura 47. Corrección acero viga de amarre.....	69
Figura 48. Fundición vigas de amarre.....	71
Figura 49. Mampostería de culata	72
Figura 50. Instalación de perlines	73
Figura 51. Anclaje de perlines.....	74
Figura 52. Instalación canal metálico.....	75
Figura 53. Medidas estándar tejas de asbesto cemento.....	76
Figura 54. Traslapos y anclajes tejas asbesto cemento	77
Figura 55 Instalación de media caña.	78



Figura 56 Instalación de manto edil.79
Figura 57. Alfajias80



LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Copia resolución trabajo de grado.....	85
Anexo B. Copia carta de presentación del estudiante a la entidad, expedida por la Universidad del Cauca	86
Anexo C. Copia carta de aceptación del estudiante, expedida por parte de la empresa	87
Anexo D. Oficio que certifica el cumplimiento en su totalidad de las horas establecidas como requisito de pasantía	88



1 TITULO DE LA PASANTÍA

**PASANTE AUXILIAR DE INGENIERÍA EN LA CONSTRUCCIÓN DEL
CONJUNTO RESIDENCIAL “CONDominio VERSALLES” – POPAYÁN.**



2 INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de grado se realizó para optar al título de Ingeniera Civil, y estuvo orientado a la realización de la práctica como pasante en la empresa **INGECO. Ltda**, ubicada en la ciudad de Popayán, donde se ofrece la oportunidad al pasante de participar en los procesos de trabajo que contemplan la participación del estudiante en el acompañamiento de auxiliar del residente de obra, involucrándose así en los procesos constructivos y administrativos en la ejecución del proyecto “CONDominio VERSALLES” – POPAYAN, donde el estudiante pudo conocer y participar en los diferentes procesos llevados a cabo en el área administrativa, teórica y técnica; y de esta manera reforzar los conocimientos adquiridos en la universidad del cauca.

Es por esto que la práctica realizada se estableció en la Facultad de Ingeniería Civil, en la cual se implementó el trabajo de grado para obtener el título como ingeniero civil y el Consejo de Facultad mediante la resolución N° 820 del 2014 definió la posibilidad de que el estudiante mediante la modalidad de práctica profesional (pasantía) pueda realizar su trabajo de grado para optar por el título profesional de Ingeniero Civil.



3 JUSTIFICACIÓN

La Ingeniería Civil es una rama de la ingeniería que le permite al ser humano transformar y preservar el medio ambiente, al mismo tiempo que involucra conocimientos de física, geología, geografía, química, matemáticas, humanas, actividad investigativa y argumentativa, ética y solidaridad para ser aplicados en la proyección, planeación, coordinación, dirección, administración, evaluación, supervisión, diseño y construcción de proyectos en áreas como la hidráulica, hidrología, estructuras, vías, puentes, túneles, canales, suelos y cimentación, transporte, saneamiento ambiental y demás ámbitos; dichos conocimientos son la base para satisfacer necesidades de la sociedad y mejorar la calidad de vida de las personas.

En la formación académica es necesario adquirir la mayoría de estos conocimientos para lograr la transición de estudiante a profesional de la ingeniería civil; y es ahí donde se fundamenta la importancia de la práctica profesional o pasantía para fortalecer, mejorar, ampliar y aplicar dichos conocimientos y comenzar a relacionarse con las demás personas del contexto, involucrándose en un escenario real sobre los procesos constructivos y las actividades administrativas que se presentan en el desarrollo de un proyecto de construcción, tratando de aplicar todo lo aprendido y promoviendo el respeto, ética y moral.



4 RESUMEN

El trabajo de grado en la modalidad de Pasantía se desarrolló en los meses transcurridos de septiembre de 2017 a febrero de 2018, en la construcción de la obra condominio Versailles.

Las actividades desarrolladas para el cumplimiento de los objetivos propuestos se realizaron de manera objetiva en el transcurso del tiempo propuesto; sin mayores dificultades, aprovechando de la manera más óptima la oportunidad presentada, verificando, fortaleciendo y comprobando los conocimientos y la experiencia para la formación integral.

La pasantía se realizó en un 70% en obra y un 30% en trabajo de oficina, cabe mencionar que toda la información descrita es resultado de la observación y experiencia obtenida en el transcurso de la ejecución del presente proyecto.



5 OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GENERAL

- ✓ Participar de manera activa como auxiliar de ingeniería en la construcción del conjunto residencial “CONDOMINIO VERSALLES” en la ciudad de Popayán.

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Participar en el acompañamiento de la coordinación y vigilancia de los procesos constructivos, técnicos y administrativos, para el correcto desempeño de la obra, garantizando la calidad de la construcción del conjunto residencial “CONDOMINIO VERSALLES” - Popayán.
- ✓ Aplicar de manera efectiva y eficiente los conocimientos adquiridos durante la formación académica como ingeniera civil de la universidad del cauca.
- ✓ Presentar informes a lo largo de la práctica como pasante auxiliar de ingeniería con el avance en la obra, para desarrollar el seguimiento del cronograma de las actividades que deben ser evaluadas por el director de pasantía.
- ✓ Adquirir los conocimientos que puedan proporcionar con base a su experiencia el personal directivo, administrativo, profesional y técnico, con el cual el pasante interactuará durante todo el proceso de trabajo de grado.

6 GENERALIDADES DEL PROYECTO

6.1 INFORMACIÓN DEL PROYECTO

Figura 1. Ubicación



Fuente: Gracol SAS

El proyecto “Condómino Versalles” se encuentra ubicado en la ciudad de Popayán (Cauca), en la dirección: Variante norte con calle 78N (entrada al barrio La Aldea), en un sector privilegiado al norte de la ciudad de Popayán. Una zona de alto desarrollo, crecimiento urbanístico y valorización, dada la cercanía al nuevo centro comercial (Terra Plaza) y a reconocidos centros educativos como se muestra en la “Figura 1. Ubicación”.



El terreno sobre el cual se construirá el Condominio cuenta con una topografía relativamente plana, formada por una terraza, la cual fue aprovechada en el diseño arquitectónico lo que ha beneficiado al proyecto.

6.2 ESPECIFICACIONES GENERALES DE OBRA

La ejecución del presente proyecto permitirá la construcción de 270 casas en mampostería estructural ubicadas en la variante norte vía a la Aldea de Popayán. El proyecto “Condominio Versalles” cuenta con un fácil acceso vehicular puesto que se encuentra en un sector de alto desarrollo económico.

Cada vivienda cuenta con dos niveles (unifamiliares), con un diseño moderno y con posibilidad de ampliación, el conjunto Condominio Versalles dispondrá de piscina, salón social, juegos recreativos, cancha múltiple, sendero ecológico, zona comercial, amplia zona verde con gimnasio al aire libre como también UTB (Unidad técnica de basuras) como se muestra en la “Figura 2. Descripción del proyecto”

El desarrollo del Conjunto contribuirá a la consolidación del sector de carácter residencial con óptimas condiciones urbanísticas. El proyecto también gozará de las comodidades que brinda un conjunto cerrado, como lo son portería y vigilancia.

Figura 2. Descripción del proyecto



Fuente: Gracol SAS

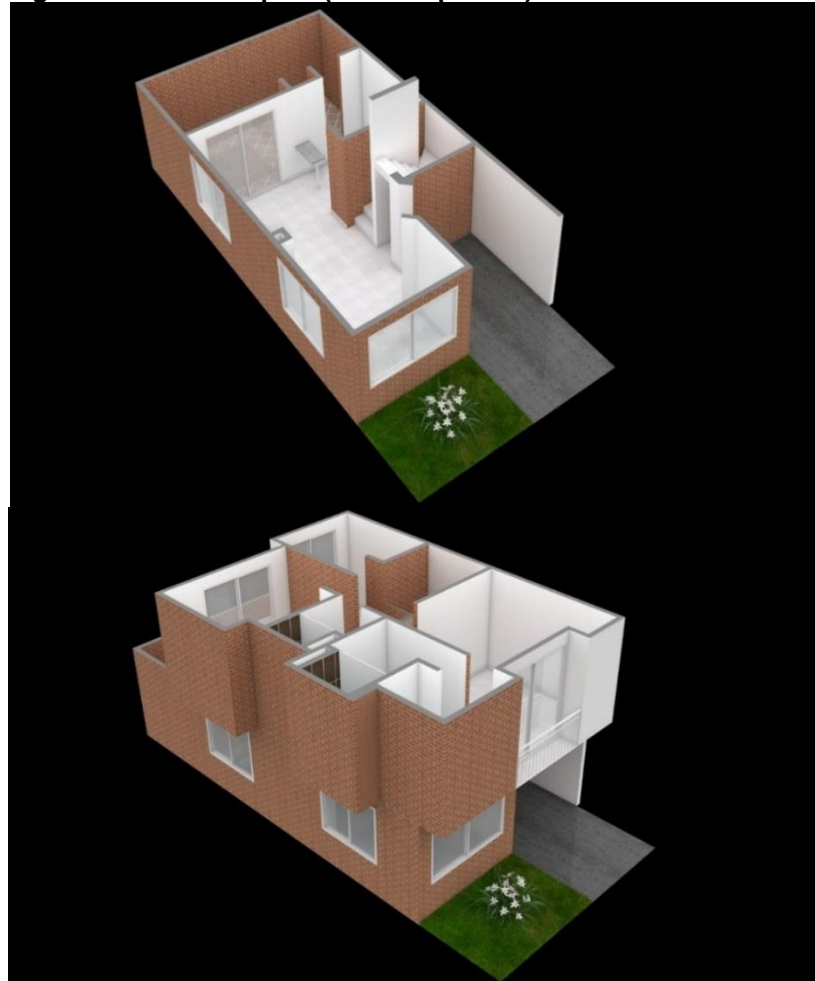


Se cuenta con 3 tipos de casas los cuales son: casa **tipo A**: medianera con muro compartido, se denomina unidad estructural o pacha, casa **tipo B**: esquinera con muro compartido en unidad estructural o pacha y finalmente casa **tipo C**: esquinera individual, tiene sus muros independientes.

6.2.1 VIVIENDA TIPO 1 (CASA ESQUINERA)

Cuenta con tres alcobas, sala comedor, cocina, patio, balcón y 2 baños, para un área total de 82 m² con posibilidad de ampliación como se muestra en la “Figura 3 y Figura 4”.

Figura 3. Vivienda tipo 1 (casa esquinera)

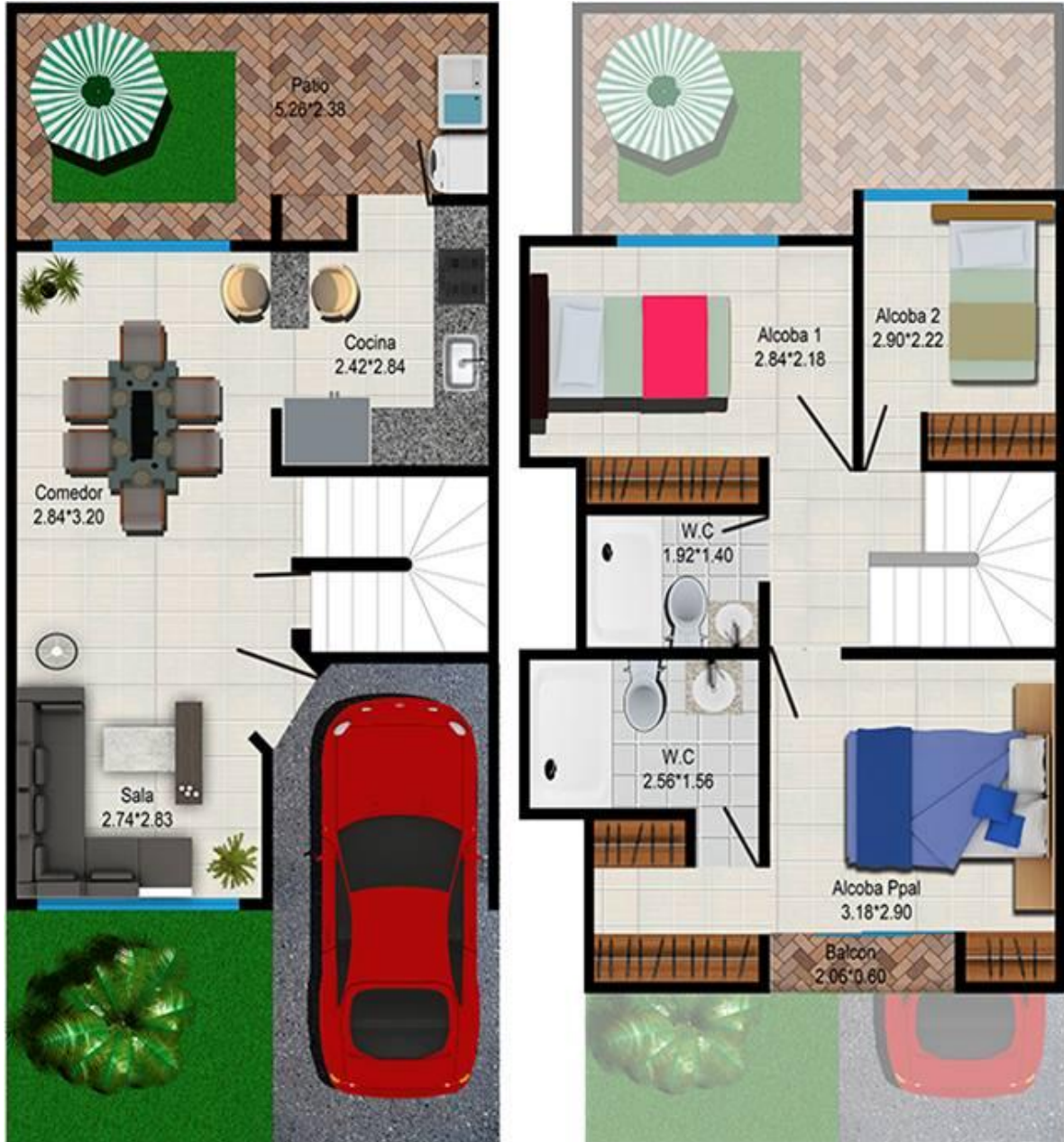


Fuente: Gracol SAS.



UNIVERSIDAD DEL CAUCA MAIRHEN MISHELL CABRERA ORDOÑEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

Figura 4. Vivienda tipo 1 (casa esquinera)



Fuente: Gracol SAS.

6.2.2 VIVIENDA TIPO 2 (CASA MEDIANERA)

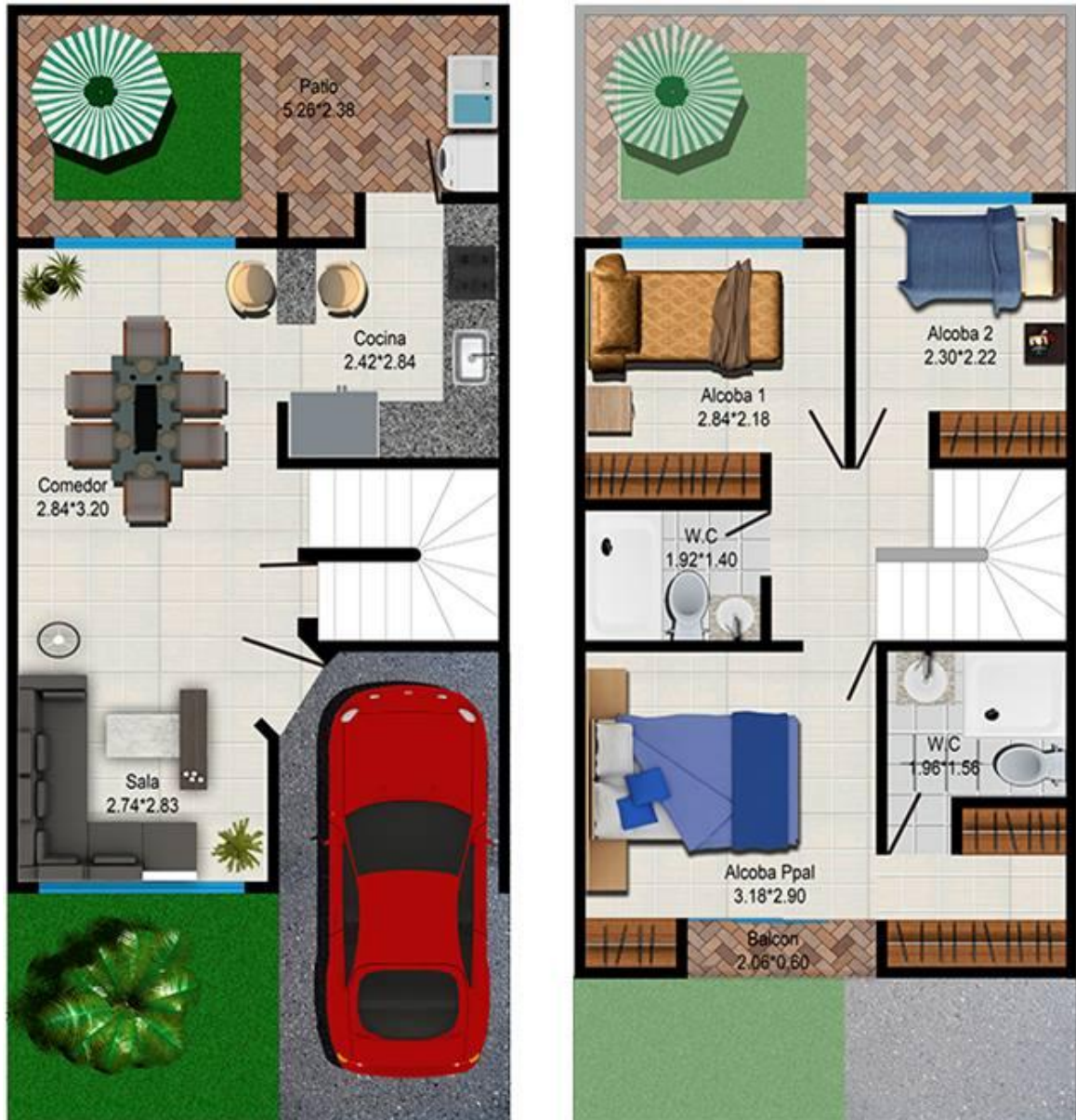
Vivienda tipo 2 (casa medianera). Cuenta con tres alcobas, sala comedor, cocina, patio, balcón y 2 baños, para un área total de 78 m² con posibilidad de ampliación como se muestra en la “Figura 5 y 6”.

Figura 5. Vivienda tipo 2 (casa medianera)



Fuente: Gracol SAS

Figura 6. Vivienda tipo 2 (casa medianera)



Fuente: Gracol SAS

Todas las viviendas contarán con servicios de acueducto, alcantarillado, red eléctrica y red de gas domiciliario.

Figura 7. Descripción y características del proyecto Condominio Versalles

Piscina



Salón social y juegos recreativos



Cancha múltiple



Sendero ecológico



Zona comercial

Gimnasio al aire libre

Fuente: Gracol SAS.

El condominio contará con amplias zonas sociales como lo muestra la “Figura 7”.



6.2.3 DESCRIPCIÓN ESTRUCTURAL.

El proyecto Condominio Versailles incluye 270 casas en mampostería estructural, las cuales cumplen con los requerimientos del título D de la norma NSR 10 la cual rige en la actualidad.

Este proyecto cuenta con elementos estructurales como son losa y vigas de cimentación, losa maciza y vigas de entrepiso, vigas de amarre (viga bloque y viga dintel), viga cinta y muros de contención, estos con una resistencia de diseño de 21 MPa y acero con un f_y' de 420 MPa.

Se utilizaron barras #2 o de 1/4" para estribos y #3 o de 3/8" para acero longitudinal usados en los castillos de vigas de cimentación, para vigas de entrepiso se manejó acero #5 en la parte superior del castillo, esto para resistir los esfuerzos a tensión que se generan en los voladizos, acero de refuerzo para dovelas de 3/8", acero de refuerzo de losa de cimentación #4 o de 1/2" y acero de refuerzo en losa de entrepiso #4, #5 y #6; el tamaño máximo del agregado fue de 3/4" para losas y vigas tanto de cimentación como de entrepiso, vigas de amarre (vigas dintel) o de cubierta y viga cinta en culatas, muros de contención y muros de cambio de nivel, agregado de 3/8" para fundición de dovelas las cuales tienen una resistencia de diseño de 12,5 Mpa.

La cimentación se realizó en losa maciza de 0,12m de espesor, reforzada con malla electro-soldada de 8,5mm con una dimensión de 6 * 2,35m con sus respectivos traslapos de 0,30m, los refuerzos adicionales en cimentación cuentan con barras de 1/2" para una mejor distribución de cargas que vienen desde los muros y así se puedan transmitir a las vigas de cimentación, las cuales se funden monolíticamente con la losa de cimentación y cumplen con los requerimientos de seguridad exigidos por la norma NSR 10 en separación de estribos y distribución de ganchos; la losa de entrepiso tiene un espesor de 0,10 m, reforzada con doble malla electro-soldada de 8,5mm, de dimensión de 6 * 2,35m y traslapo de 0,30m; las vigas de entrepiso contienen acero #5 para los voladizos y refuerzos con barras #6 y #4 para distribución y transmisión de cargas a los muros y vigas de cimentación de primer piso,.



En la obra Condominio Versalles las actividades iniciales del pasante empezaron con el apoyo desde la fundición de losa de cimentación de las casas 20G y 22G donde se inició con la elaboración de cilindros de prueba de resistencia a la compresión y su posterior seguimiento y control de resultados, se inspeccionó, por parte de la pasante, la colocación de acero de refuerzo y cumplimiento de los planos estructurales.



7 DESARROLLO DE LA PASANTIA

7.1 ACTIVIDADES INICIALES COMO PASANTE

Como pasante, las actividades iniciales realizadas fueron las siguientes:

- Reconocimiento del lugar.
- Conocimiento del personal.
- Interpretación de planos y diseños.
- Apoyo en control de materiales.
- Inspección de procedimientos constructivos.

7.2 RECONOCIMIENTO DE LA OBRA

La primera actividad que se desarrolló fue el reconocimiento de la obra, encontrando que la construcción ya tiene un avance de 13 meses y un desarrollo del 40% que corresponde al movimiento de tierra, terraceo, fundición de losas de cimentación, mampostería de primero y segundo piso de las 33 casas que conforman la manzana A, las 36 de la manzana F, las 34 en la manzana B y las 32 casas de la manzana G; como también trabajos de instalación sanitaria, hidráulica y eléctrica (conduit).

En las Figuras 8, 9 y 10 se muestra el estado inicial de la obra.

Figura 8. Movimiento de tierra



Fuente: Propia del estudio

Figura 9. Mampostería



Fuente: Propia del estudio



Figura 10. Terraceo.



Fuente: Propia del estudio

7.3 PROCESOS TECNICOS Y CONSTRUCTIVOS.

7.3.1 LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO.

7.3.1.1 Terraceo.

Se realiza con el fin de adecuar el terreno a las condiciones y especificaciones necesarias, para que este sea capaz de soportar la estructura a construir, para ello se hace necesario el uso de maquinaria específica, como retroexcavadora para hacer el movimiento de tierra respectivo, acompañada por volqueta, para disponer adecuadamente el suelo explanado; vibro compactador o saltarín (rana), que es usado para dar un mejor acabado, pero principalmente para lograr la densidad adecuada.

Figura 11. Terraceo



Fuente: Propia de estudio.

7.3.1.2 Hiladeros y localización de ejes.

El topógrafo localizo los ejes principales paralelos y perpendiculares de acuerdo a lo especificado en los planos, delimitando así el área a construir; para esto fue necesario el uso de guadua y nailon para trazar los respectivos ejes del plano, estos puntos se ubicaron con mucha precisión, ya que son los puntos base para ubicar todos los elementos estructurales.

Inconvenientes presentados

Figura 12. Localización y replanteo.



Fuente: Propia de estudio.

En la figura 12 (imagen superior izquierda) se puede apreciar la ubicación del eje realizada por el topógrafo, aquella que esta señalizada en amarillo, sin embargo este realmente se encuentra ubicado en la señalización con lapicero que está hacia la derecha; al supervisar esta actividad consulté con la ingeniera residente Sandra Rojas, cual era la mejor opción para solucionar el inconveniente; llegándose a la conclusión de mover el eje y todas las medidas que a causa de



esto se vieran afectadas; cabe destacar que para el momento que se observó el error la cimentación de gran parte de la vivienda ya estaba avanzada y también las instalaciones sanitarias, lo que significó mayores dimensiones en las secciones de las vigas de cimentación, por esto se hizo necesario colocar formaleta, donde después se debía rellenar con material para evitar mayores pérdidas en cuanto a volumen de concreto, pues ya era suficiente con tener que volver a excavar y reubicar aceros e instalaciones sanitarias.

7.3.2 CIMENTACIÓN.

7.3.2.1 Excavación e instalación sanitaria.

Esta actividad fue supervisada siguiendo el plano de instalación de tubería sanitaria, ya que es de suma importancia verificar la separación desde los ejes a los puntos sanitarios, esto para no generar inconvenientes en la instalación de los aparatos sanitarios, como el lavamanos, lavaplatos e inodoro.

El contratista encargado de la instalación sanitaria inicia excavaciones y de más actividades necesarias para instalar la red, una vez esto ocurre se inicia el proceso de cimentación.

Se debe tener total cuidado de usar tapones o algún elemento que no permita el paso de materiales hacia la tubería para evitar futuros taponamientos con mortero, concreto, ladrillo, madera; o daños con herramientas de trabajo al momento de realizar otras actividades, esto no solo retrasara la obra, sino que también implica gastos adicionales en acido para desvanecer el concreto, y tubería para realizar cambios o en el peor de los casos demolición de ciertos espacios.

Inconvenientes presentados

Figura 13. Instalación Sanitaria

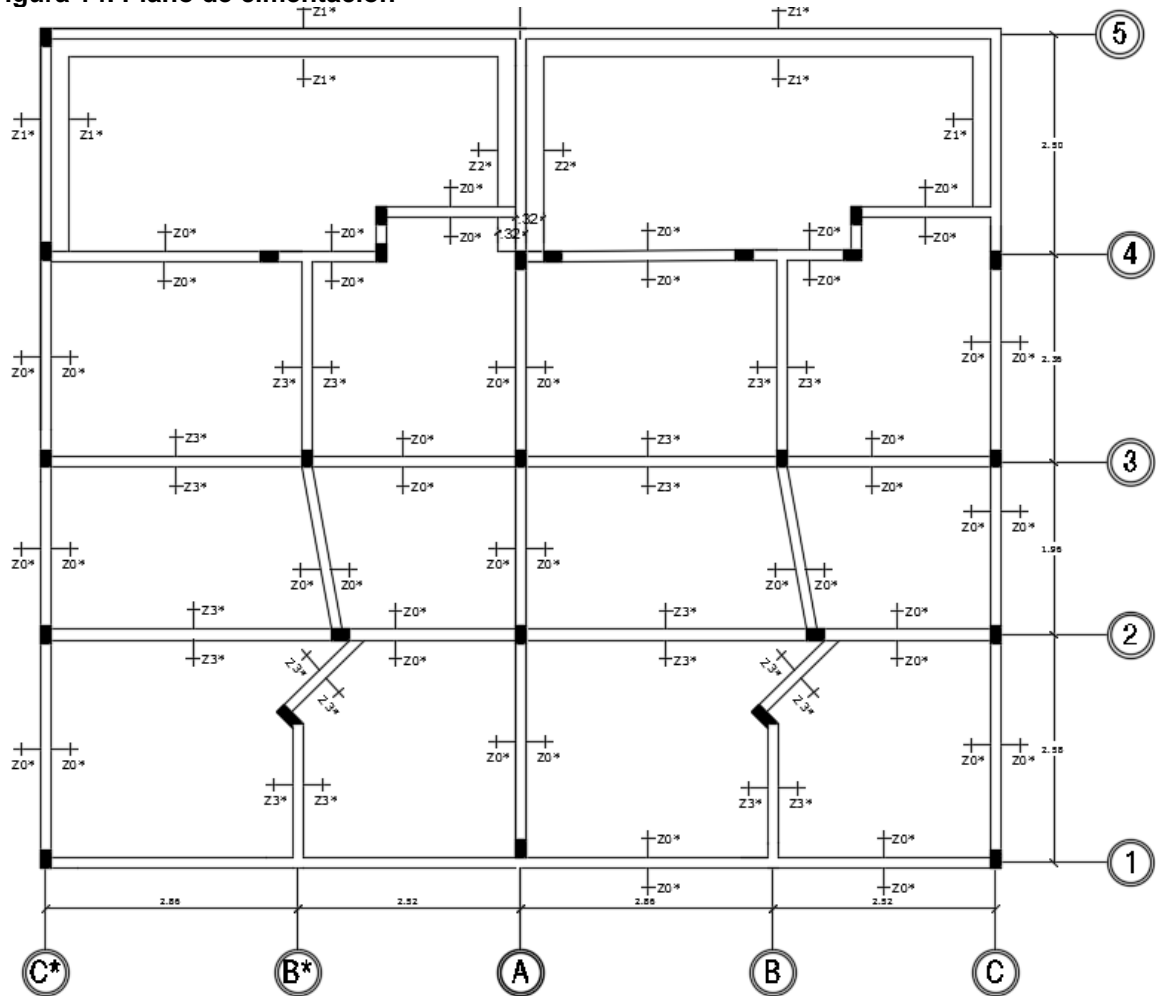


Fuente: Propia de estudio.

Este tipo de inconvenientes debían ser solucionados con la mayor brevedad posible, se buscó agilizar este proceso y encontrar tanto la causa como el responsable del daño, para realizar los respectivos descuentos de material y mano de obra.

La excavación de cimentación se llevó a cabo según los planos donde se puede observar claramente la ubicación, las dimensiones de las vigas de cimentación o zapatas, para efectos de este proyecto los tipos de vigas se dividieron en tres, de acuerdo a la distribución de la carga, se usaron vigas Z0*, Z1* Y Z2*, Z0* se usó a lo largo y ancho de toda la casa, excepto en el patio donde se utilizó viga tipo Z1*, pues la malla electrosoldada no cubría esta área, debido a las cargas que esta soportaría, sin embargo con base en los diseños las casas han sido construidas para realizar una posible ampliación a futuro, donde la carga ira específicamente a las vigas Z1* y Z2* si es casa compartida.

Figura 14. Plano de cimentación



Fuente: Departamento de diseño Gracol.sas

7.3.2.2 Ubicación de acero de refuerzo.

En principio se revisó cuidadosamente los planos estructurales de cimentación, pues en estos se especifica las dimensiones de acero y estribos, así como también su distribución y longitud, esto con el fin de hacer un correcto armado de castillos, para su posterior ubicación en campo.



Se usaron tres tipos de zapata ($Z0^*$, $Z1^*$ Y $Z2^*$), $Z0^*$ tiene 4 barras # 3 con estribos de longitud 0.84 metros y distribuidos cada 0.15 metros, en cuanto a dimensiones de viga se refiere, fueron de $0.3 * 0.12$ metros, el recubrimiento para estas vigas fue de 0.04 metros, este tipo de zapata se usó en toda la vivienda, a excepción del patio, donde se emplearon vigas $Z1^*$ y $Z2^*$ si era en pacha. El refuerzo de la losa de cimentación fue con malla electrosoldada de 8mm cada 0.15m, centrada y trabajando en dos direcciones.

Para la realización de estas viviendas, se utilizó mampostería estructural, donde se debía dejar arranques de acero #3 en la losa de cimentación, de longitud 0,9 m y gancho de 0,2 m; se hizo supervisión durante la ubicación de estos aceros apoyándose en el plano estructural, haciendo las respectivas correcciones en medida, para evitar que quedaran por fuera del muro de mampostería, también se señaló aquellos donde no se habían colocado por no aparecer en los planos, pero teniendo en cuenta que la distancia entre dovelas no superaran un metro, en algunos casos se hizo necesario mover el arranque de dovela, pues había tubos eléctrico o sanitarios; pero sin embargo se debía colocar adyacente a la del plano, para que el muro tenga la capacidad suficiente de soportar la estructura.

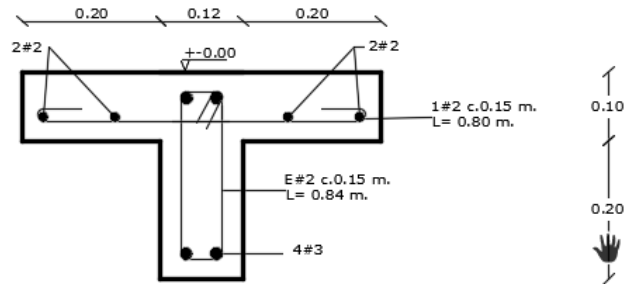
Figura 15. Arranques de dovelas



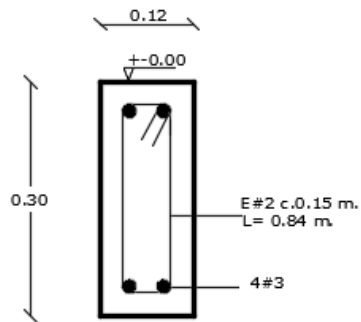
Fuente: Propias de estudio



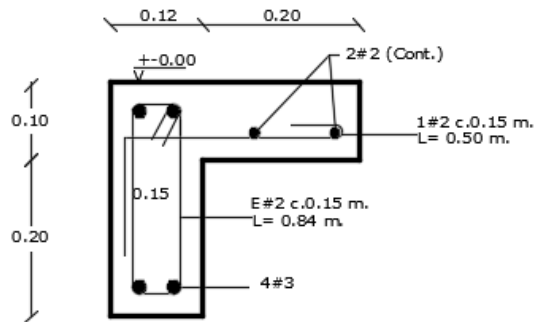
Figura 16. Sección de zapatas.



CORTE ZAPATA Z2*
ESC ____ 1:10



CORTE ZAPATA Z0*
ESC ____ 1:10

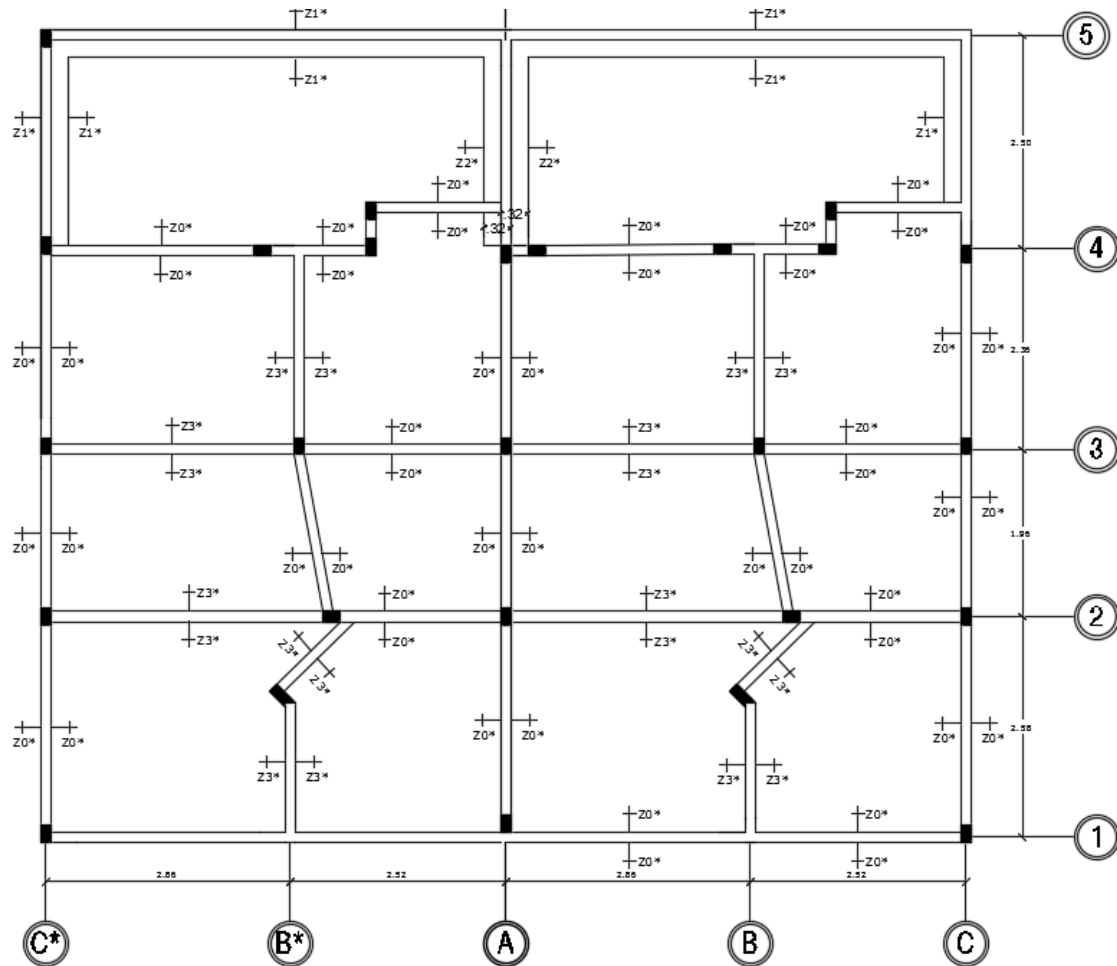


CORTE ZAPATA Z1*
ESC ____ 1:10

Fuente: Departamento de diseño Gracol.sas

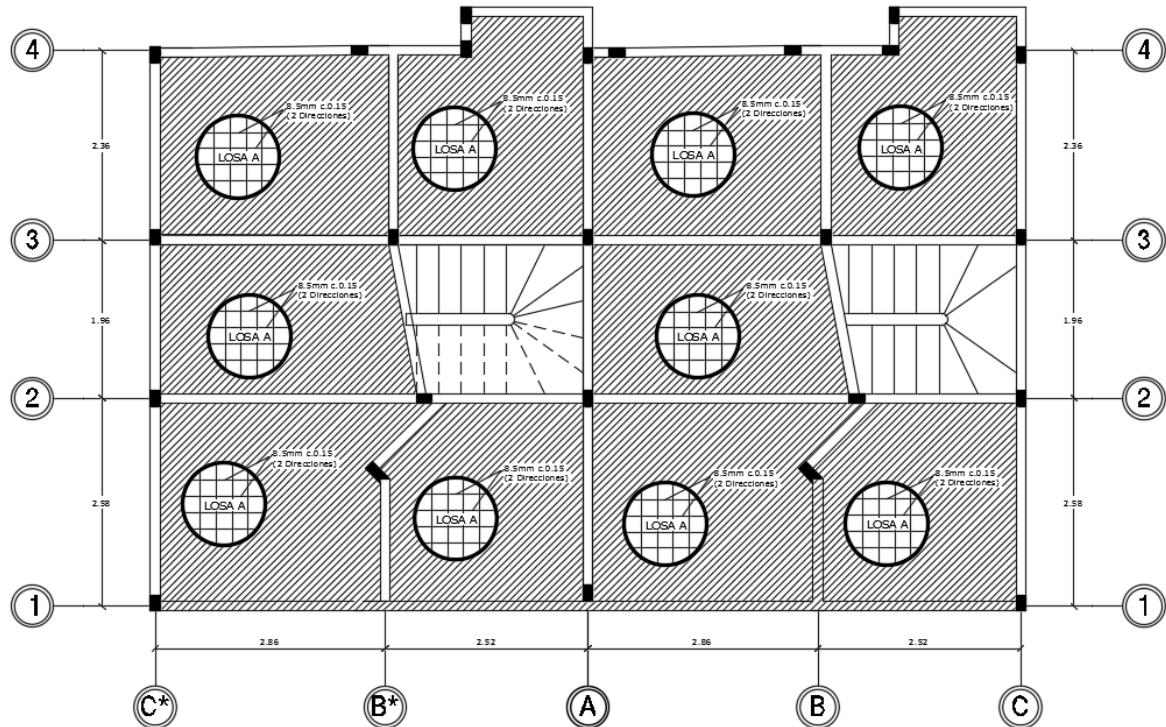


Figura 17. Plano de cimentación



Fuente: Departamento de diseño Gracol.sas

Figura 18. Malla de losa de cimentación



Fuente: Departamento de diseño Gracol.sas

Materiales empleados.

Principalmente varillas #3, aunque también se necesitó barras #2 y #4, para las vigas del patio, cabe resaltar que el acero, tanto varillas como estribos, ya venían figurados “figura 19”, lo cual contribuyó a una mayor eficiencia y rendimiento; su resistencia a la tensión era $f'y=420$ MPa. También se empleó alambre para poder armar los castillos, mortero para realizar las panelas, y formaleta, puntilla, tabla y bastidores, para cubrir tanto la zona lateral de la vivienda, como el vacío de las gradas.



Figura 19. Despiece de acero cimentación

CONDominio VERSALLES
 VERSALLES Pedido Nro. 28
 CIMENTACION MANZANA D(13-24), MANZANA E(1-12)
 LISTADO PARA ESTRIBADORA

Casa 170-180

Lista de barras 1/2"

	DIAGRAMA	CANTIDAD	DIAM.	LONG. (m)	PESO	
1		2	1/2"	3.47	6.90	✓
2		4	1/2"	3.00	11.93	✓
3		2	1/2"	2.50	4.97	✓

Peso total barras 1/2" = 23.80 kg

Lista de barras 3/8"

4		4	3/8"	11.14	24.95	✓
5		6	3/8"	10.30	34.81	✓
6		2	3/8"	5.50	6.16	✓
7		2	3/8"	5.50	6.16	✓
8		4	3/8"	4.20	9.41	✓
9		2	3/8"	3.50	3.92	✓
10		4	3/8"	2.40	5.38	✓
11		75	3/8"	1.10	46.20	✓
12		4	3/8"	0.90	2.02	✓

Peso total barras 3/8" = 138.80 kg

Lista de barras 1/4"

13		1	1/4"	10.84	2.70	✗
14		1	1/4"	2.80	.70	✗
15		2	1/4"	2.30	1.15	✗
16		260	1/4"	0.84	54.38	✓
17		8	1/4"	0.80	1.69	✓
18		55	1/4"	0.50	6.85	✓

Peso total barras 1/4" = 87.36 kg

Acero colombiano hecho con el comercio

Fuente: Gracol.sas

Figura 20. Losa de cimentación



Fuente: Propia de estudio.

7.3.2.3 Fundición.

Se revisó que todo se encuentre conforme a los planos y se hizo entrega a un auxiliar de interventoría de la empresa Gracol S.A.S. para que solicite el concreto necesario para la fundición, aproximadamente 11 metros cúbicos por pacha y dé la autorización para retirar materiales de almacén tales como icopor, antisol y vibrador; también se revisó previamente las condiciones del terreno, pues debido a cambios climáticos en algunos casos se presentó problemas de acceso, y se hizo necesario el uso de retroexcavadora, tanto para la adecuación del terreno, como para el transporte del concreto desde la mixer hasta el lugar de la fundición; todo esto debía ser verificado antes de la llegada del concreto a la obra, pues la fluidez de este se podría ver afectada y sería muy difícil su manejabilidad;

Se inspeccionó que el ensayo del slump fuera realizado correctamente y que además el asentamiento se encuentre dentro rango, para concretos de losas de cimentación tienen que estar de 3 a 5 pulgadas y para losas de entrepiso de 5 a 7 pulgadas; así mismo se controló que los trabajadores se encuentren con las herramientas mínimas para la fundición, palas, buguis, platacho, palustre, codal. Una vez todo se encuentra listo se empieza la fundición, se supervisó que el vibrado de las vigas y losa de cimentación sea el correcto, sin que este sea muy bajo para que queden hormigueros, ni excesivo para que ocurra segregación.

Figura 21. Fundición losa cimentación



Fuente: Propia de estudio

Tipo de concreto empleado en la fundición.

Concreto premezclado de resistencia a la compresión $f'c=21$ MPa. En la obra se realizaba supervisión de las condiciones de llegada de este concreto por medio de slump, en caso de no cumplirse se efectuaba una segunda prueba y si esto persistía, entonces se optaba por adicionar aditivo, Plastocrete 169-HE, si la diferencia no era más de 1 pulgada, si no se regresaba la mixer.

Figura 22. Asentamiento del concreto



Consistencia	Asentamiento (mm)	Ejemplo de tipo de construcción	Sistema de colocación	Sistema de compactación
Muy seca	0-20	Prefabricados de alta resistencia, revestimiento de pantallas de cimentación.	Con vibradores de formaleta; concretos de proyección neumática (lanzados).	Secciones sujetas a vibración extrema, puede requerirse presión.
Seca	20-35	Pavimentos.	Pavimentadoras con terminadora vibratoria.	Secciones sujetas a vibración intensa.
Semi-seca	35-50	Pavimentos, fundaciones en concreto simple. Losas poco reforzadas.	Colocación con máquinas operadas manualmente.	Secciones simplemente reforzadas con vibración.
Media (plástica)	50-100	Pavimentos compactados a mano, losas, muros, vigas, columnas, cimentaciones.	Colocación manual.	Secciones simplemente reforzadas con vibración.
Húmeda	100-150	Elementos estructurales esbeltos o muy reforzados.	Bombeo.	Secciones bastante reforzadas con vibración.
Muy Húmeda	150-200	Elementos esbeltos, pilotes fundidos "in situ".	Tubo embudo tremie.	Secciones altamente reforzadas sin vibración.
Super Fluida	Más de 200	Elementos muy esbeltos.	Autonivelante, autocompactante.	Secciones altamente reforzadas sin vibración y normalmente no adecuados para vibrarse.

Fuente: Propia de estudio

De cada uno de los elementos fundidos en obra se tomaban los respectivos cilindros de acuerdo a la norma INV E-401, los cuales eran llevadas al laboratorio para realizar el ensayo de resistencia a la compresión y verificar que se cumpliera con la resistencia mínima de diseño.

Figura 23. Toma de muestras



Fuente: Propia de estudio

7.3.3 MAMPOSTERÍA DE PRIMER PISO.

7.3.3.1 Localización de ejes y levantamiento de muros.

Teniendo como base fundamental el plano de mampostería de primer piso con todos los muros de la vivienda y su respectiva ubicación un trabajador realizaba el proceso de simbrado sobre la losa, verificando que todos los arranques de dovela queden dentro de la simbra de los muros, sin embargo en algunas ocasiones se presentó que esto no sucedía, bien sea porque no se sujetó bien y en el proceso de fundición, se desplazó o porque se tomó mal alguna medida en la ubicación; por tanto se consultó con el auxiliar encargado de mampostería y definir cuál era el proceso a seguir, una opción fue cortar el arranque y después anclarlo a la losa con epóxico.

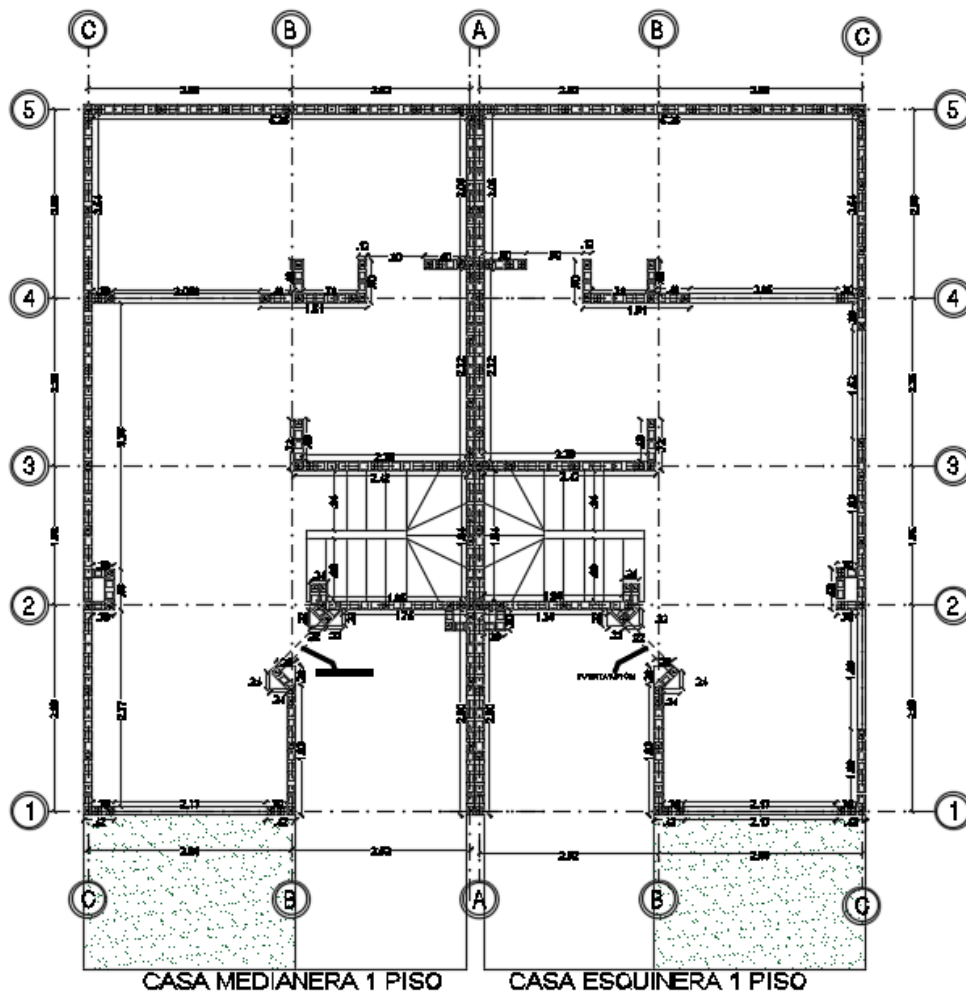
Una vez simbrada la losa se verificó que todas las medidas correspondan a las del plano, y que todo se encuentre en orden para hacer entrega al auxiliar de interventoría, quien se encarga de dar el aval para retirar el material de mampostería de primer piso.



Materiales empleados.

- Ladrillo estructural de 12x21x29, también conocido como ladrillo sucio, pues en los acabados de las casas este tipo de muros se estucan, por tanto, pueden quedar sucios después del rebite, sin embargo, no deben tener grumos; mientras que al ladrillo de 12x10x29 si era necesario realizar continua limpieza, para evitar que el mortero se adhiera y sea necesario lavar la pared con ácido o cambiar algunas fichas de mampostería, pues este debía estar a la vista.

Figura 24. Plano mampostería primer piso



Fuente: Departamento de diseño Gracol.sas



Figura 25. Dimensiones estándar del ladrillo

PRODUCTO	Dimensiones en cms	Peso Und/Kg	Rendimiento por m ²
 Bloque Estructural No. 6,5	Largo 24,0 Ancho 12,0 Alto 6,5	1,8	53/m ²
 Bloque Estructural No. 12	Largo 29,0 Ancho 12,0 Alto 10,0	3,2	30/m ²
 Bloque Estructural No. 14	Largo 29,0 Ancho 14,0 Alto 10,0	4,0	30/m ²
 Bloque Estructural No. 20	Largo 29,0 Ancho 12,0 Alto 21,0	6,7	17/m ²

Fuente: Ladrillera la sultana

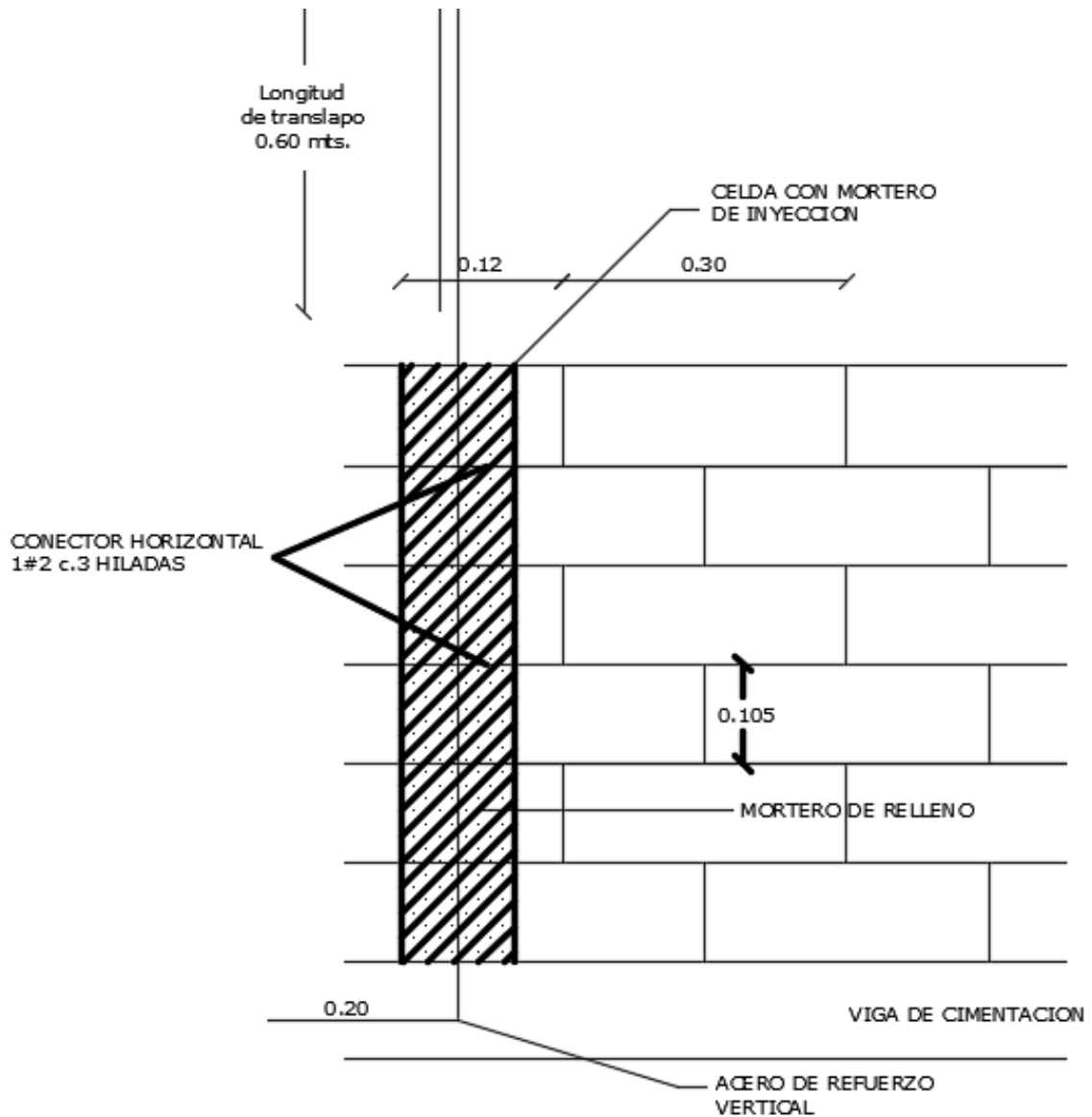
- Varillas de 5mm para reforzar el muro, más conocidas como grafiles, se colocan horizontalmente y a lo largo de todo el muro cada dos hiladas de ladrillo sucio y cada tres hiladas de ladrillo limpio, de estas mismas barras también se deben realizar conectores para unir los muros, estos se colocan cada dos y tres hiladas, al igual que los grafiles, pero de manera intercalada con estos, para que no se sobrepongan.

Al momento de colocar la primera hilada de mampostería se debía hacer una abertura lateral en algunos ladrillos, también conocida como ratonera, pues esta sería la forma de identificar el arranque de dovela, además también serviría para realizar el respectivo aseo a la celda antes de fundir la dovela, pues a causa del mortero de rebite utilizado en el levantamiento del muro se presentaban algunos grumos dentro del orificio de la dovela, los cuales quitarían resistencia a esta;



igualmente se debía dejar ratonera en los lugares donde había tubo eléctrico o sanitario, para hacer la respectiva identificación y evitar que estos sean fundidos.

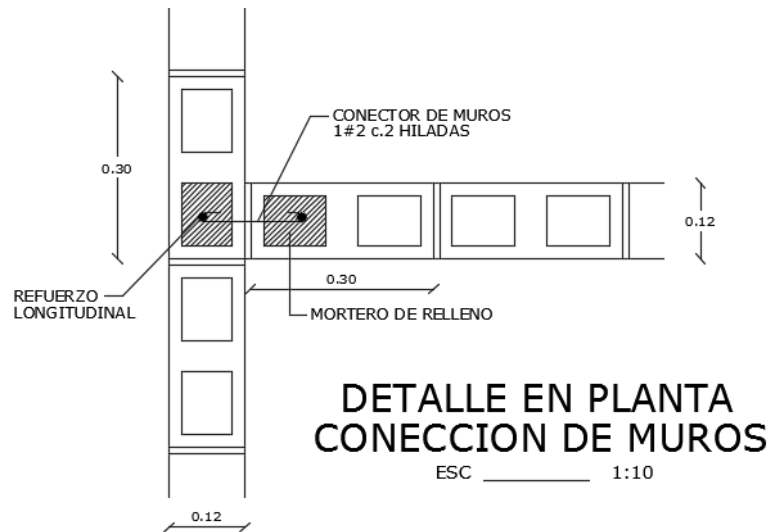
Figura 26. Plano de dovela



Fuente: Departamento de diseño Gracol.sas



Figura 27. Plano de dovela



Fuente: Departamento de diseño Gracol.sas

Figura 28. Fundición de dovela



Fuente: Propia de estudio



Debido a que los muros tenían diversas medidas y como el ladrillo carecía de homogeneidad en sus dimensiones, se debían realizar cortes de ladrillo; para esta actividad la empresa disponía de una cortadora, donde el oficial de mampostería podía solicitar el corte de las dimensiones requeridas, a fin de que los ladrillos queden distribuidos de la mejor manera y de modo tal que la pega sea uniforme y de aproximadamente 1cm, más aun en los muros que quedarían a la vista; en este caso se debía realizar continua inspección para verificar que esta actividad se esté realizando de forma adecuada, y así evitar retrasos en la obra. A continuación, se debía hacer el rebitado del muro, de lo cual se encargaba uno de los ayudantes, de quien dependía el acabado final del muro.

Al finalizar el levantamiento de todos los muros y mochetas (muros de menos de 50cm de largo) del primer piso se debía recibir la actividad y corroborar que efectivamente todo se encuentre terminado, y basándose en el plano, ratificar que todas las ratoneras estén abiertas; para hacer la respectiva entrega al auxiliar de interventoría en mampostería, con quien se revisaba una vez más todo lo mencionado anteriormente; además de ello se verificaba la perpendicularidad del muro utilizando una escuadra, la verticalidad con base en la plomada y la simetría por medio de codal; el auxiliar realizaba las respectivas correcciones, de las cuales se debía supervisar el cumplimiento, para solicitar el respectivo material para realizar la siguiente actividad.

Materiales empleados.

- **Sika Tard - E y Sikanol - M:**

Sika Tard-E y Sikanol-M son los componentes de un sistema de aditivos que permite estabilizar mortero de mampostería, desde unas cuantas horas hasta 3 días conservando en el mortero durante dicho lapso de tiempo, la consistencia y trabajabilidad adecuadas para su uso en pegas y pañetes. SikaTard-E es un aditivo líquido, color café, retardador del tiempo de fraguado del mortero y reductor de agua. No contiene cloruros. Sikanol-M es un aditivo líquido verde, incorporador de aire y estabilizador de la Mezcla de mortero.

En la obra es de gran importancia el uso de estos aditivos ya que se debe manejar mortero de pega en todos los trabajos de mampostería estructural y por ello se requiere una mayor manejabilidad por lapsos mayores de tiempo, estos aditivos que son un complemento mantienen fresca la mezcla por un tiempo entre 12 y 72



horas de acuerdo con las dosis usadas, una vez colocado el mortero en contacto con las unidades de mampostería se inicia el fraguado y posterior endurecimiento de la pega, como si se tratara de un mortero común.

SikaTard-E se dosifica entre 0,5 y el 1,5% del peso del cemento de la mezcla de acuerdo con el retardo deseado, Sikanol-M se dosifica entre el 0,4 y el 1,2% del peso del cemento (4-12 cm³/kg cemento) dependiendo de las características de los materiales, tendencia a la exudación, finura de arena y cemento, cuantía de cemento, condiciones climáticas, características de las unidades de mampostería (absorción) y contenido de aire deseado.

Inconvenientes presentados

Figura 29. Muro desplomado



Fuente: Propia de estudio



Dentro de la obra hay muchas circunstancias que son imposibles de prever, como es el caso del clima, y aún más en una ciudad como Popayán, donde el clima es muy variable, sin embargo, se deben tomar las medidas de prevención necesarias a fin de evitar inconvenientes; en la figura 29 se observa el desplome de un muro de fachada lateral, el cual se vio afectado por el viento, donde la única solución es recuperar el ladrillo, gráfiles y conectores que aun sirvan y levantar el muro nuevamente.

Figura 30. Cambio de Fachaletas



Fuente: Propias de estudio



Por el afán de avanzar en la obra se descuidó la calidad del material, lo que ocasionó que hubiera fichas despicadas en mampostería a la vista, que después debían ser cambiadas para mejorar el acabado del muro; aunque en muchos casos estas fichas correspondían a actividades ajenas al contratista, como lo es el caso de las instalaciones eléctricas, se debía hacer el cambio y pasar el descuento.

Figura 31. Cambio de fachaleta ladrillo sucio



Fuente: Propia de estudio

La falta de compromiso y pasión por lo que se realiza hace que se atrase la obra, en este caso para el mampostero es más fácil pegar una mocheta con un solo tamaño de ladrillo y simplemente abrir una ranura con pulidora, simulando la dilatación, que realizar cortes, pues esto le implica dirigirse hasta la cortadora de la obra a solicitar los cortes, esperar el turno de corte y después a recibirlos; la mocheta se hizo bajar por sugerencia y además se realizó el respectivo llamado de atención al maestro de construcción.

7.3.3.2 Fundición de dovelas.

Materiales empleados.



Varillas número tres de longitud 3m, utilizadas como dovelas; triturado 3/8, arena, cemento de 42.5 Kg y aditivo Eucon 35-F.

- **Triturado 3/8** Usado en la fabricación del concreto *grouting*, este debe ser más fino para su correcto uso en la fundición de elementos con difícil acceso, en este caso para garantizar un correcto llenado de las celdas de las dovelas.

Figura 32. Granulometría agregado grueso 3/8



GEOFISICA SAS

Laboratorio de Suelos, Materiales, Concretos y Pavimentos
 Confiabilidad, Calidad y Economía NIT. 900.224.884-0



Icontec
 SC-CER290646



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS										FOL-05	
I.N.V. E - 213 y 214 - 13										Versión 02	
										Noviembre de 2014	
										Página 1 de 1	
CLIENTE:		Gracol S.A.S.				ORDEN SERVICIO No.:		706			
OBRA:		Condominio Versalles									
LOCALIZACIÓN OBRA:		Calle 78 norte vía a la Aldea - variante norte - Popayán.									
CONTRATISTA:		N.A.									
INTERVENTORIA:		N.A.									
DESCRIPCIÓN MATERIAL:		Triturado 3/8" color gris									
FUENTE:		El Chocho									
LOCALIZACIÓN DE LA MUESTRA:		Stock en obra									
FECHA DE RECIBO:		11-may-2017				FECHA DE ENSAYO:		13-may-2017			
TAMIZ	Pulg.	mm	MASA RETENIDA (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA TOTAL	ESPECIFICACIÓN		MASAS MUESTRA (g)		
							LIM. INFERIOR	LIM. SUPERIOR	MASA SECA ANTES DE LAVADO:	MASA SECA DESPUES DE LAVADO:	
3/4"		19,05	0,0	0,0	0,0	100	100	100	1377,6	1377,6	
1/2"		12,70	0,0	0,0	0,0	100	90	100	1354,5	1354,5	
3/8"		9,53	70,4	5,1	5,1	95	40	70	23,1	23,1	
No. 4		4,75	975,6	70,8	75,9	24	0	15			
No. 8		2,36	268,8	19,5	95,4	5	0	5			
Pasa No. 8 por tamizado				39,7							
Pasa No. 8 Total				62,8		4,6				1/2"	
TOTAL				1377,6		100		0,0		SUCS	
										GP	

CURVA GRANULOMÉTRICA

OBSERVACIONES: Muestras tomadas por personal de Geofísica S.A.S. Datos suministrados por el cliente

REVISO	APROBO
KAREN SOFIA MOSQUERA GEOTECNOLOGO - Mat. Profesional # 19516030791CAU	FERNANDO MUÑOZ FUENTES SUBGERENTE TÉCNICO - Mat. Profesional # 19516001204CAU

LOS RESULTADOS PRESENTADOS CORRESPONDEN ÚNICAMENTE A LA MUESTRA ENTREGADA AL LABORATORIO Y SOMETIDA A ENSAYO
 ESTA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO

www.geofisica.com.co e-mail:info@geofisica.com.co

Fuente: Geofísica SAS

Se observa en los resultados de ensayo que el agregado 3/8" es una grava mal gradada, ya que esta granulometría no se encuentra dentro de las especificaciones como lo muestra la curva granulométrica; se comprobó en campo y con los ensayos al concreto *grouting* que esto no representó problemas para la resistencia a la compresión.

- Eucon 35-F:

Es un aditivo reductor de agua de alto poder, usado en concreto grouting para fundición de dovelas, este producto ayuda a fluidificar la mezcla con una misma relación A/C, previniendo posibles hormigueros y segregación de la mezcla. No contiene cloruros ni agentes corrosivos, algo que ayuda a proteger el acero de refuerzo de las dovelas, igualmente disminuye la exudación del concreto y posibles retracciones por fraguado; su dosificación varía entre el 0,5% y el 1,0% del peso de cemento usado en la mezcla

La información fue obtenida del Manual de producto Sika 2017.

Figura 33. Fundición de dovelas



Fuente: Propia de estudio.

Una vez retirado el material para esta actividad se procedía a hacer limpieza de las celdas por medio de las ratoneras y con ayuda de las dovelas, las que debían dejarse allí para ser fundidas; a continuación, se preparaba la mezcla para la fundición, actividad que se debía hacer en el sitio y bajo continua supervisión, verificando que se cumpla con la dosificación requerida, es decir 1:2 ½:3 y que se adicione la cantidad de aditivo especificado para cada saco de cemento. Después de preparado el material se colocaba un ladrillo en la ratornera o lo que fuera necesario para tapar este orificio, con el fin de evitar que se derrame la mezcla, y así realizar la respectiva fundición; el vibrado se realizaba haciendo continuos movimientos de arriba abajo con la varilla.

Inconvenientes presentados

Figura 34. Ensayo esclerómetro



Fuente: Propia de estudio



Figura 35. Dovelas adicionales losa entrepiso



Fuente: Propia de estudio

Al grouting también se le llevaba control de resistencia, a través de cilindros al igual que al concreto de losa de cimentación; sin embargo en unas casas el grouting no cumplió con la resistencia mínima que debía obtener a los 7 días, no obstante se realizó el ensayo de esclerómetro, ver figura 34, pues este es un ensayo no destructivo; donde se corroboró que no cumplía con la resistencia. Por sugerencia del ingeniero estructural Juan Manuel Mosquera, se decidió que para mejorar la resistencia en los muros y no tener que hacer demolición, se debía fundir una dovela simple adyacente a las del plano ver figura 35; sin embargo cuando esto se debía hacer ya se habían adelantado actividades en la formaleta y acero de losa de entrepiso, lo que conllevó a que se dificulte el ingreso del grouting en la celda y que por ende esto generara derrames en la formaleta de la losa, que después sería difícil retirar en su totalidad.



Figura 36. Muros en mampostería sucia



Fuente: Propia de estudio

Este muro debía ser construido en mampostería de ladrillo limpio, pues iba a la vista, sin embargo, se construyó en mampostería de ladrillo sucio, aunque este es un error de lectura de planos, supervisando la actividad se percibió este detalle, solicitando de inmediato que se cambie, antes de que fragüe el mortero y sea aún más complejo.

Figura 37. Muro en mampostería a la vista



Fuente: Propia de estudio

Este muro se tuvo que bajar y volver a hacer, porque la pega era de más de 2cm en gran parte del muro, lo que no solo generó un retraso en tiempo, sino que también implicó un descuento para el contratista, aunque gran parte del ladrillo se pudo recuperar, la nueva pega representaba un gasto innecesario.

7.3.4 LOSA DE ENTREPISO.

7.3.4.1 Ubicación de niveles y formaleta.

Materiales empleados.

Estibas de madera, super T, perlines para soportar la estructura, gatos metálicos para apoyar los perlines, puntillas, alambre, grasa, tabla y bastidores.

Inicialmente se procedía a levantar los perlines apoyados en los gatos, procurando que estos conserven un mismo nivel (el nivel de la losa), y asegurándolos con alambre y puntillas, para la ubicación del nivel de la losa no debía tomarse como referencia la altura total de la mampostería de primer piso, pues esta por cuestión de pega puede ser muy variable, así que mejor era tener como base un punto señalado por el topógrafo en la fachada del primer piso; desde el cual se pasaban niveles por todos los gatos de la casa. Nivel que debía ser verificado posteriormente y antes de realizar la fundición de la losa de entrepiso, y si fuera necesario se debía hacer bajar o subir el gato, según se requería, en seguida se procedía a colocar la súper T para darle forma a las vigas y losa de entrepiso, la que más tarde debía ser engrasada para facilitar su retiro y evitar posibles hormigueros.

Figura 38. Formaleta losa entrepiso



Fuente: Propia de estudio

7.3.4.2 Colocación de acero de refuerzo.

En principio se colocaba el acero de refuerzo de todas las vigas de entrepiso y en seguida se colocaba la primera malla electrosoldada, que sería el refuerzo de la



losa, y a continuación se procedía a ubicar el acero necesario para reforzar aún más los sitios donde se soportaría muros de mampostería de segundo piso, para esto se utilizó varillas número 6, 5 y 4, fue de vital importancia tener claro el plano de distribución de este refuerzo. Se debía supervisar rigurosamente esta actividad, pues en muchas ocasiones ocurrió que los refuerzos no se ubicaban bien, ya sea por la distancia a la que debían ir, o porque se colocaban las barras de mayor diámetro en la parte posterior y sobre las barras de menor diámetro, lo que quitaba resistencia a la losa; también se realizaba la respectiva distribución de panelas de mortero por toda la losa, para garantizar un recubrimiento de 4cm.

Figura 39. Ubicación acero losa entrepiso



Fuente: Propia de estudio.

Una vez se termina de situar todos los refuerzos y se verifica que estos se encuentren con las medidas correctas y bien distribuidas, el auxiliar encargado por



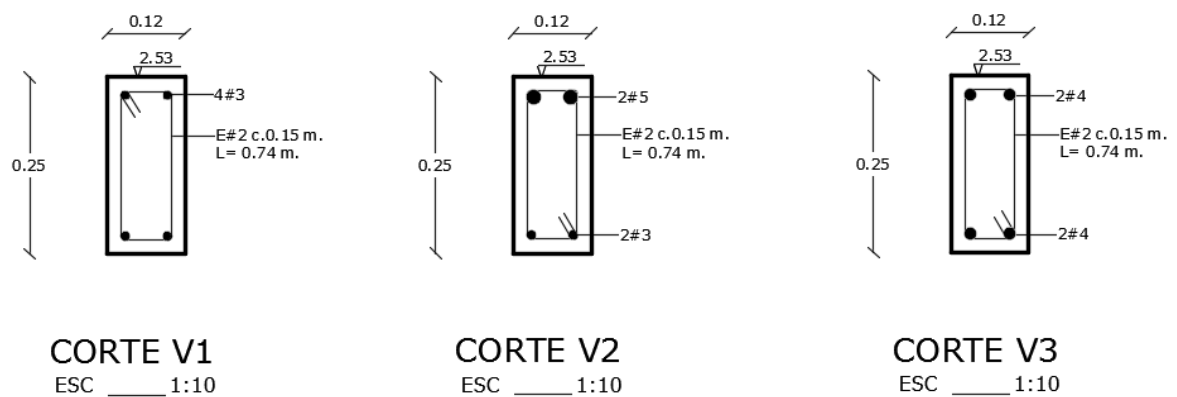
parte de la empresa Gracol S.A.S. realiza el ultimo chequeo y libera la losa, para poder solicitar al encargado de la red eléctrica que efectúe la instalación.

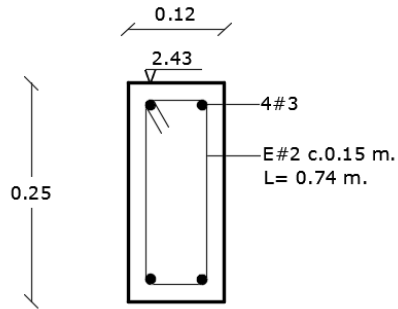
Después de realizada esta actividad se continua con la colocación de la siguiente malla electrosoldada, que es el acero necesario para retracción y temperatura, además al igual que en la losa de cimentación se colocan arranques de dovela de segundo piso, en muchos casos se presentó que la dovela de segundo piso quedaba muy cerca de una que subía de primer piso, por lo cual se optó por dejar la que tenía continuidad y así lograr mayor resistencia; sin embargo en otros casos algunas dovelas que venían de primer piso y no tenían continuidad debían ser dobladas y aseguradas a la malla o acero de la losa de entrepiso.

Materiales empleados.

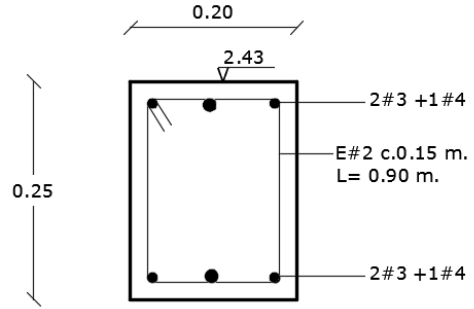
Principalmente varillas #3 para el refuerzo de las vigas de entrepiso, cabe resaltar que tanto acero como estribos, ya venían figurados, contribuyendo así a una mayor eficiencia y rendimiento, también se necesitó barras #4, #5 y #6 para el refuerzo de la losa de entrepiso, y malla electrosoldada de 8 mm; la resistencia a la tensión era $f'y=420$ MPa. También se empleó alambre para poder armar los castillos y mortero para realizar las panelas.

Figura 40. Sección vigas y corte losa de entrepiso

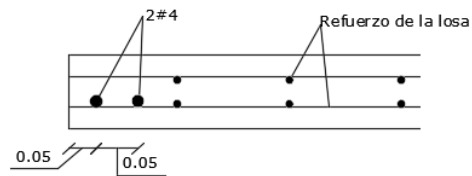




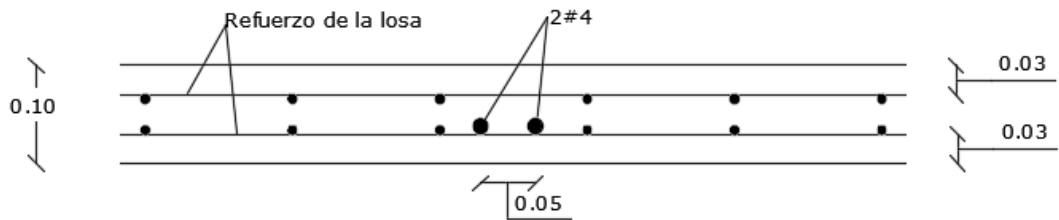
CORTE V1*
 ESC ____ 1:10



CORTE V6*
 ESC ____ 1:10



CORTE V4-V4
 ESC ____ 1:10

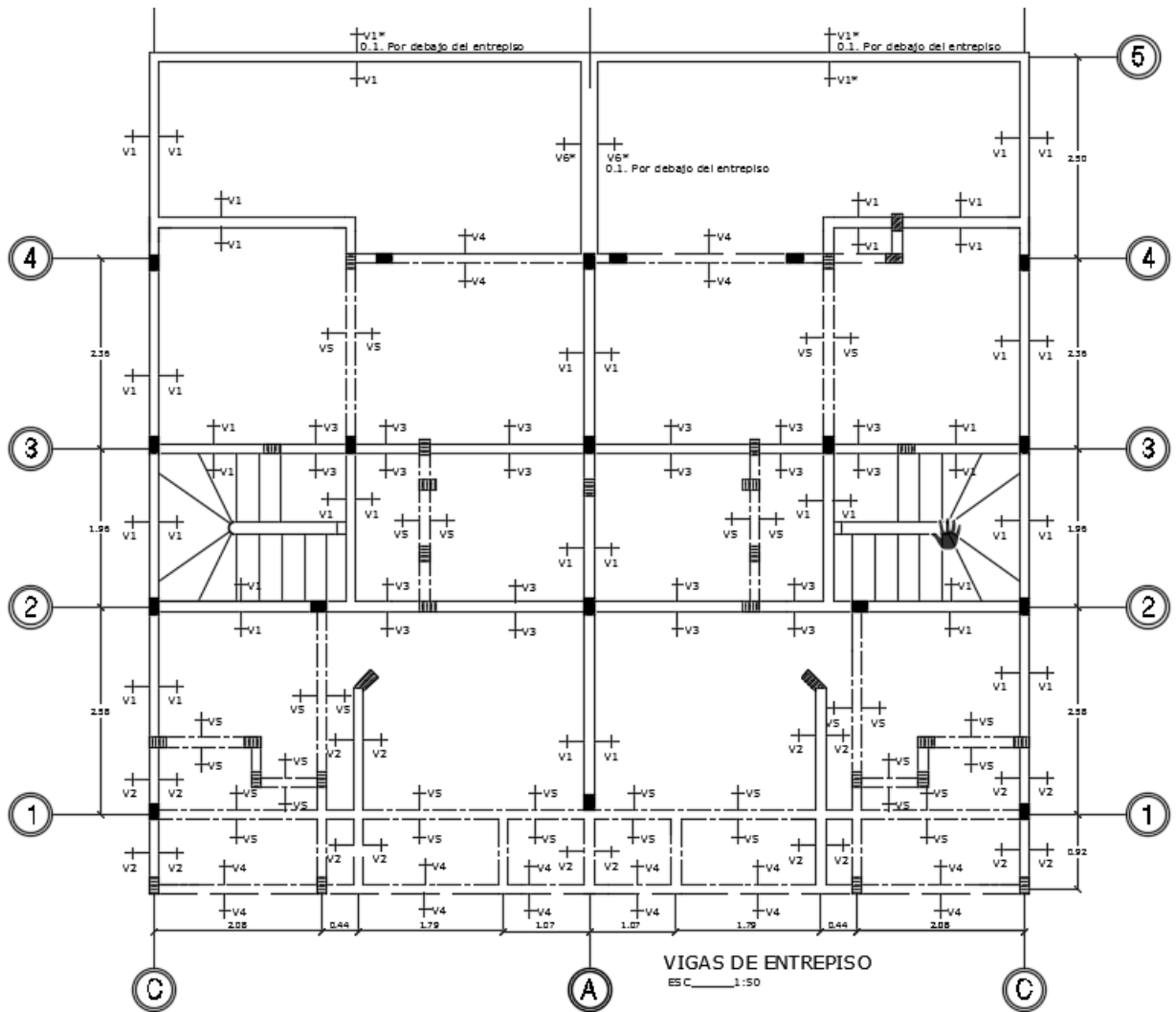


CORTE V5-V5
 ESC ____ 1:10

Fuente: Departamento de diseño Gracol.sas

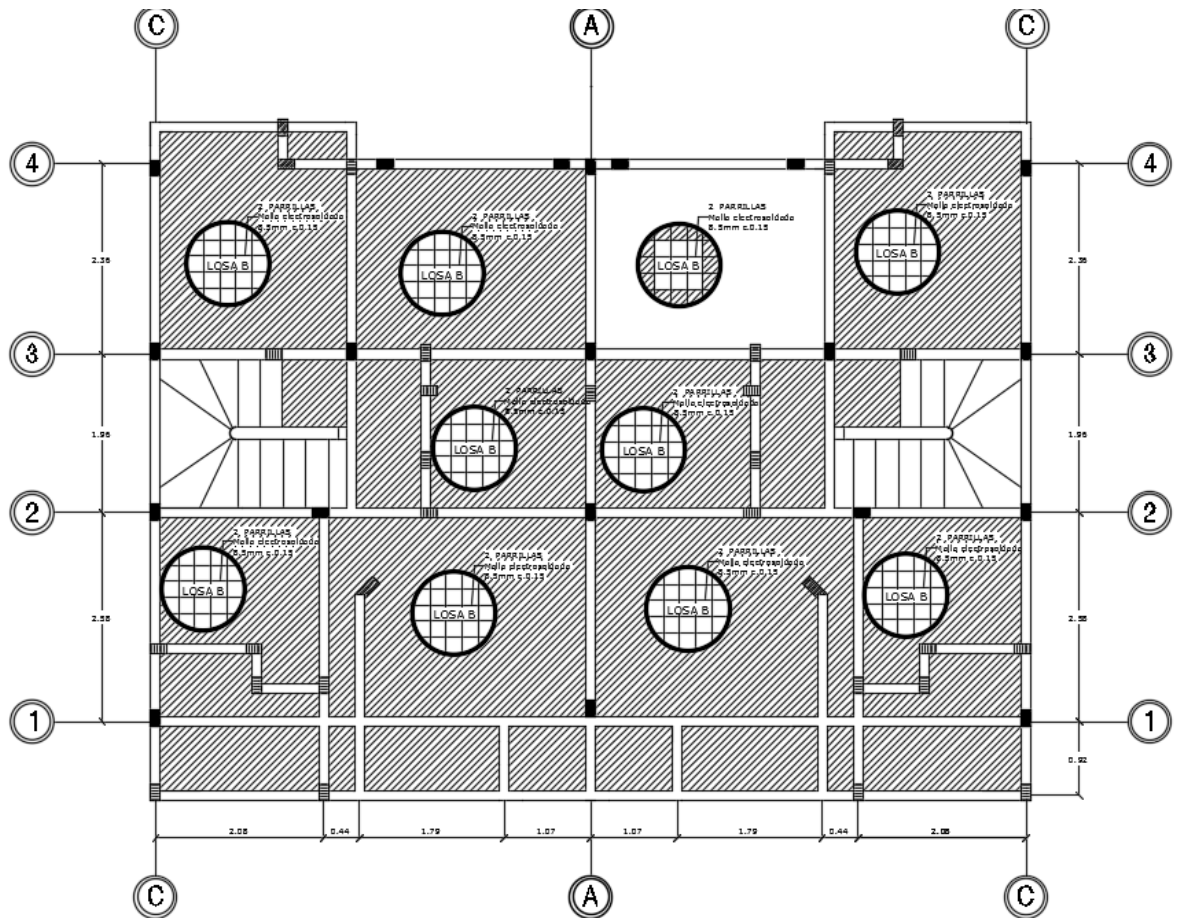


Figura 41. Plano vigas entrepiso



Fuente: Departamento de diseño Gracol.sas

Figura 42. Plano malla electrosoldada de entrepiso.



Fuente: Departamento de diseño Gracol.sas

7.3.4.3 Fundición.

Las vigas debían tener una altura de 25 cm y espesor de 12 cm, las longitudes, dimensiones y ejes donde se colocaría viga se especifican en el plano de vigas de entrepiso, la losa tendría un espesor de 10cm.

El proceso de fundición se realizó igual que la losa de cimentación, pues el concreto también era premezclado, la única diferencia ratificaba en que este llevaba un aditivo acelerante, plastocerte.

Figura 43. Fundición losa entre piso



Fuente: Propia de estudio

7.3.5 MAMPOSTERÍA DE SEGUNDO PISO.

El proceso de mampostería de segundo piso se realizó igual que el de primer piso, sólo que para este caso la base fundamental eran los planos de mampostería de segundo piso.

Inconvenientes presentados

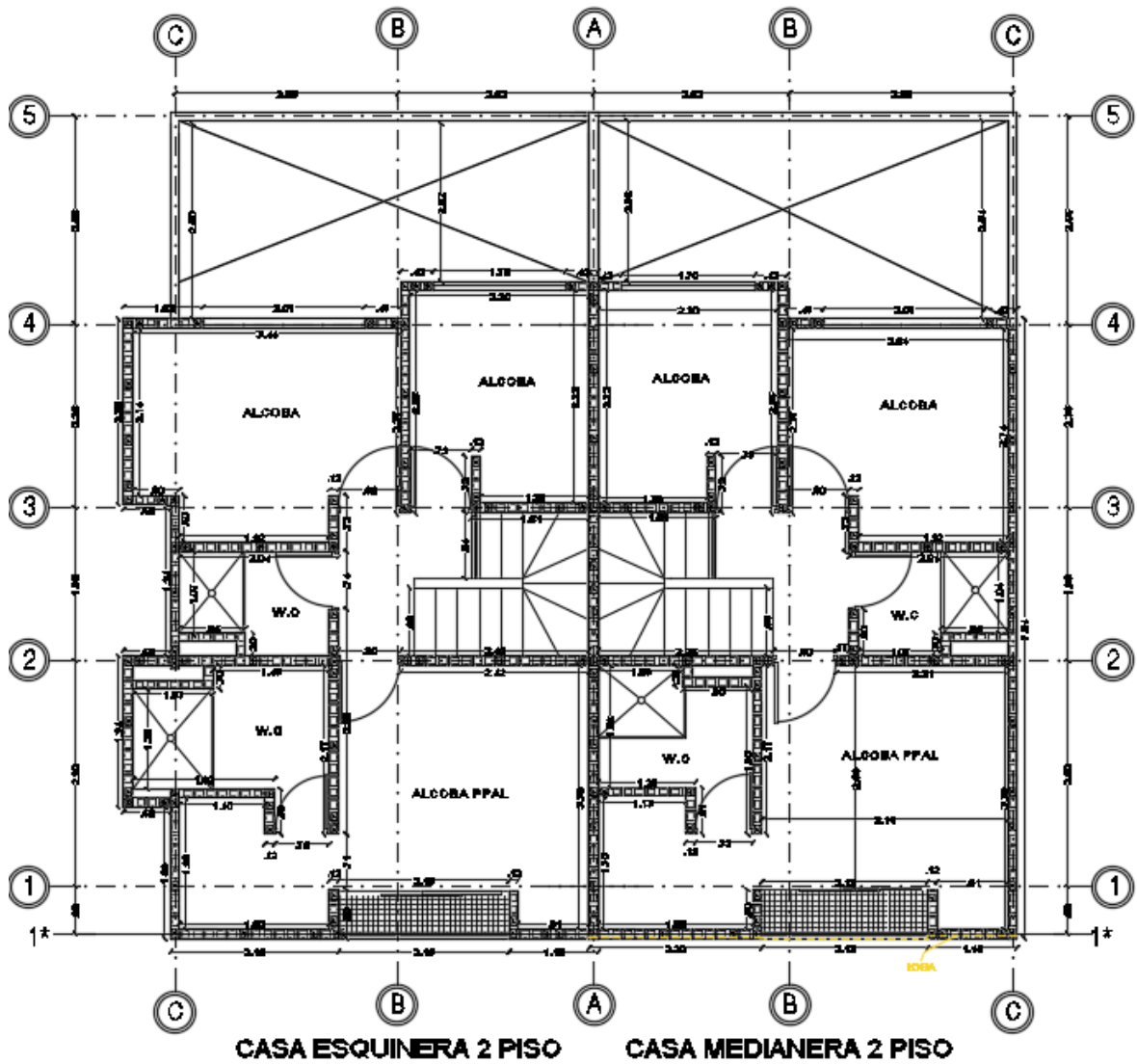
Figura 44. Retroceso muro en mampostería



Fuente: Propia de estudio

El muro de la figura 44 tuvo que demolerse, junto con la viga, pues este se encontraba desplomado, error que fue más visible cuando la viga ya estaba fundida, debido a que se encontraba con grado de inclinación; los descuentos no solo ocasionaron pérdidas para el contratista sino también para los maestros que realizaron la mampostería de esta vivienda.

Figura 45. Plano arquitectónico segundo piso



Fuente: Departamento de diseño Gracol.sas



7.3.6 VIGAS DE AMARRE.

7.3.6.1 Colocación de acero de refuerzo.

En cuanto se verificó los planos y se analizó los sitios donde iría viga de amarre, se procedió a realizar la respectiva ubicación de estos a lo largo de toda la casa, pues el tipo de castillo era el mismo para toda la vivienda, a excepción de los dinteles del balcón, ventanas, puertas o gradas, donde se debía reforzar un poco más la parte inferior, ya que por ser una viga con dos apoyos sus mayores esfuerzos se presentan en la parte inferior central; en este caso los castillos no llevarían cuatro barras #3, como es el caso donde se presenta apoyo en muro, sino dos barras # 3 en la parte superior y dos #4, #5 o #6 dependiendo de la longitud de la luz; en este caso no se utilizó gancho en las barras, sino que se emplearon escuadras de 60 cm traslapadas entre una barra y otra, para dar continuidad a la viga

Los estribos empleados fueron de longitud 0.84 metros y distribuidos cada 0.15 metros a lo largo y ancho de toda la casa.

Materiales empleados.

Principalmente varillas #3, tanto para el refuerzo como para las escuadras, aunque también se necesitó barras #4, #5 y #6, para las vigas del patio, cabe resaltar que los estribos ya venían figurados, y esto contribuyó a una mayor eficiencia y rendimiento; la resistencia a la tensión del acero era $f_y=420$ MPa.

Inconvenientes presentados

Figura 46. Acero vigas de amarre



Fuente: Propia de estudio.

Figura 47. Corrección acero viga de amarre





Fuente: Propia del estudio

Al inspeccionar el acero de las vigas de amarre se encuentra una mala ubicación del acero a flexión, se hace corregir ya que este detalle causaría un mal funcionamiento del acero, generando un riesgo para la estructura.

Se verificó que se solucionara este detalle cumpliendo con lo estipulado en el plano estructural de vigas de amarre, el cual ubica dos barras #5 en la parte inferior de la viga para trabajo a flexión y 2 barras #4 en la parte superior, se realizó un control a estos procedimientos para así liberar el acero de la estructura y dar visto bueno para fundir estas vigas.

7.3.6.2 Ubicación de formaleta.

Se debía tener en cuenta las dimensiones de la viga, de 0.25*0.12 metros, para proceder a encofrar, verificando que se cumpla con el recubrimiento de 4cm; además se debía tener total cuidado de hacer los respectivos retrocesos con icopor, ver figura 48, en las vigas que quedarían en la fachada y con mampostería a la vista, vigas en las que posteriormente se debía colocar fachaleta.



Materiales empleados

Principalmente súper T o tabla, ganchos usados para sujetar de lado y lado la formaleta, también se empleó puntillas, alambre, y para el armado de andamios se utilizó tabla para la base y andamios metálicos.

7.3.6.3 Fundición.

Materiales empleados

Sacos de cemento de 42.5 Kg, triturado 3/4, arena.

El concreto empleado para la fundición era convencional y correspondía ser preparado en campo, con dosificación 1:2 ½:3; Se debía supervisar que no se excedan en la cantidad de agua, la mezcla quedara muy fluida y no cumpliera con la resistencia.

Figura 48. Fundición vigas de amarre



Fuente: Propia de estudio

7.3.7 MAMPOSTERÍA DE CULATAS.

El proceso de mampostería de culatas era más complejo, pues debido a las pendientes para el tejado, se debía realizar cortes tanto de ladrillo, como de las barras de acero #3 empleadas para las dovelas, además de hacer armado de



andamios seguros para los trabajadores; sin embargo el procedimiento constructivo se realizó igual que el de mampostería de primer piso, no obstante en este caso no existía un plano de dovelas de culatas, pues la base eran las varillas de las dovelas de segundo piso, los cuales por su longitud sobrepasaban la viga de amarre y servían como arranque de dovela de la culata.

Figura 49. Mampostería de culata



Fuente: Propia de estudio

7.3.8 VIGAS DE CUBIERTA.

7.3.8.1 Colocación de acero de refuerzo.

La viga cinta o de cubierta no necesita mucha resistencia, pues solo va a soportar la cubierta de la vivienda, por ende, el acero de refuerzo está dado por dos barras #3 ubicadas verticalmente y unidas por estribos #2 de longitud 0.24m y distribuidos cada 0.15m; estas vigas se situaron a lo largo y ancho del interior de la casa.

7.3.8.2 Ubicación de formaleta.

Los materiales, el proceso y las dimensiones son igual que en la viga de amarre; pero teniendo en cuenta que en este caso no se debe dejar retroceso.

7.3.8.3 Fundición.

El procedimiento empleado en la fundición es el mismo usado en las vigas de amarre, con la diferencia que en este caso se debe realizar armado de andamios seguros para los trabajadores.

Figura 50. Instalación de perlines



Fuente: Propia de estudio

Cuando se iba a fundir la viga de cubierta se debía dejar un espacio, relleno con papel u otro material, donde se apoyaría en perlin del tejado; en la figura 50 se puede observar que en este caso quien realizó la viga cinta no calculó bien el lugar donde iría el perlin, lo que ocasionó un vacío innecesario en una de las vigas y además de eso se debía picar en el lugar de reubicación del perlin; y en la otra viga debido al vacío generado quedaron expuestos los aceros, motivo por el cual se consideró la demolición por parte del ingeniero director; sin embargo al evaluarse el poco peso que esta soportaría, se optó por hacer el respectivo resane y continuar con el tejado.



7.3.9 INSTALACIÓN DE CUBIERTA.

7.3.9.1 Instalación de perlines

Según el diseño de la cubierta se utilizó perlines en C con una longitud de 6 metros, antes de instalarse debían ser pintados con anticorrosivo, en este caso de color rojo, para evitar problemas de corrosión a futuro. Los perlines se apoyaron en las vigas cinta o vigas de cubierta, los cuales se fijaban en sus apoyos con mortero para darle estabilidad como se muestra en la siguiente figura.

Figura 51. Anclaje de perlines



Fuente: Propia de estudio.

En la instalación se tenía en cuenta la separación máxima a la que podían estar los perlines, ya que la separación depende principalmente del número de la teja de Asbesto cemento que se utiliza, en este caso se utilizó dos tipos de tejas #4 y #6 con perfil 7.

7.3.9.2 Instalación de canales metálicos

Una vez instalados los perlines que dan soporte a las tejas de Asbesto cemento, se instalaron los canales metálicos para recibir las aguas lluvias de la cubierta y mediante un bajante de 3 pulgadas se realizaba la disposición final a la cámara que conectaba a la red de aguas lluvias.

Este tipo de canales se pintaban con anticorrosivo, para evitar problemas de corrosión; según el diseño los canales quedaron en la parte interna de estructura de la casa.

Figura 52. Instalación canal metálico



Fuente: Propia de estudio

7.3.9.3 Instalación de tejas de asbesto cemento

Una vez terminada la instalación de los perlines y canales metálicos se procedió a instalar las tejas de asbesto cemento, las tejas empleadas en las cubiertas fueron #4 y #6, ya que con su longitud garantizaban el traslape mínimo entre cada una de ellas. Las especificaciones de longitud, ancho y traslape útil, pueden observarse en la figura 54.

Para fijar la teja de asbesto cemento se empleó un gancho estructural de 150 mm el cual se anclaba al perlin y de ahí se podía sujetar cada una de las tejas de asbesto cemento, se debía garantizar el traslape longitudinal mínimo entre las

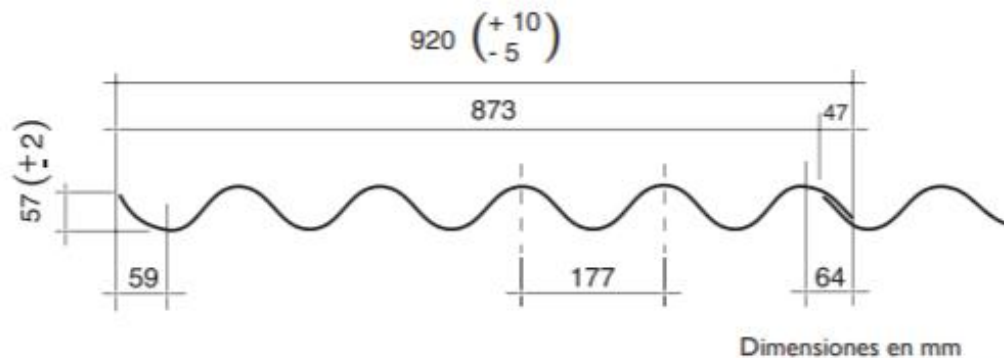


tejas para evitar problemas de fisuras de estas por no tener el área mínima de apoyo.

La instalación de los ganchos estructuras, en este caso sobre correas metálicas, se puede observar en la figura 54.

Cada teja de asbesto cemento se sujetó al perlin o correa metálica mediante 4 ganchos estructurales de 150mm, garantizando un buen anclaje de las tejas de asbesto cemento a los perniles y así garantizando un buen sellado entre ellas para evitar problemas de humedad a futuro, este proceso se aplicó a cada una de las cubiertas instaladas en obra.

Figura 53. Medidas estándar tejas de asbesto cemento



Teja	Longitud m		Ancho m		Superficie m ²		Traslapo m		Peso Kg
	Nº	Total	Útil	Total	Útil	Total	Útil	Long	
3	0.91	0.77	0.92	0.873	0.837	0.672	0.14	0.047	8.83
4	1.22	1.08	0.92	0.873	1.122	0.942	0.14	0.047	11.84
5	1.52	1.38	0.92	0.873	1.398	1.204	0.14	0.047	14.75
6	1.83	1.69	0.92	0.873	1.684	1.475	0.14	0.047	17.66
8	2.44	2.30	0.92	0.873	2.245	2.007	0.14	0.047	23.68
10	3.05	2.91	0.92	0.873	2.806	2.540	0.14	0.047	29.60

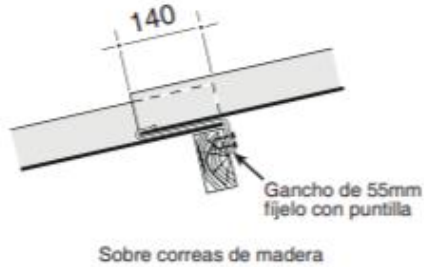
Los pesos pueden variar ± 10% de acuerdo con la humedad del producto.

Fuente: Ficha técnica Eternit

Figura 54. Traslapos y anclajes tejas asbesto cemento

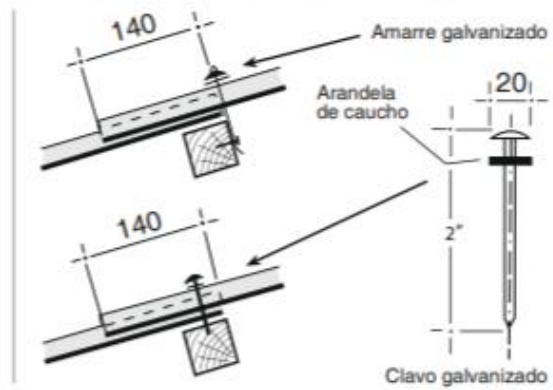
TRASLAPO LONGITUDINAL

Traslapo longitudinal para
P7, P7 PLUS Y P10

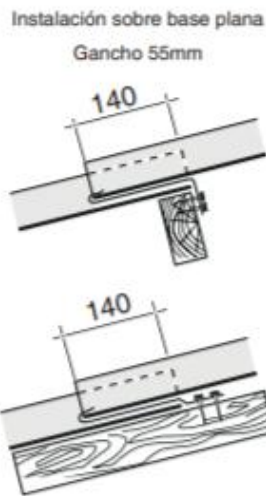


Dimensiones en mm

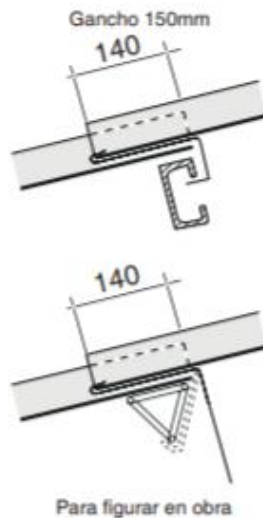
Traslapo longitudinal **P3**



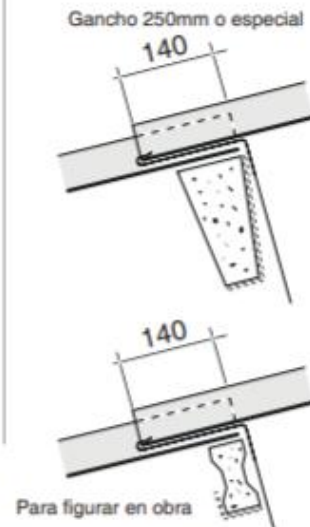
Sobre correas de madera



Sobre correas metálicas



Sobre correas de concreto





Fuente: Ficha técnica Eternit

7.3.9.4 Instalación de media caña.

Se entiende por media caña, al redondeo cóncavo del ángulo formado entre el faldón de la cubierta y cualquier elemento emergente de la misma (muretes perimetrales, chimeneas, ventilaciones, columnas u otros) normalmente se realizan con mortero.

La función de las medias cañas es suavizar el ángulo formado entre la teja de asbesto cemento y las culatas en mampostería, esta aplicación de mortero sirve como soporte al manto edil evitando que sufra daños producidos por las altas temperaturas y el paso del tiempo, lo que garantiza una larga durabilidad de las cubiertas.

Figura 55 Instalación de media caña.



Fuente: Propia de estudio

7.3.9.5 Instalación de mando edil.

El manto EDIL tiene múltiples aplicaciones; por ejemplo, soluciona los problemas de filtración e impermeabilización de cualquier superficie; en este tipo de viviendas se empleó para impermeabilizar las cubiertas.

Una vez instalada la media caña, se procede a instalar el manto edil, para esto se debe principalmente realizar una ranura en la culata de mampostería utilizando una pulidora, esto con el objetivo de introducir más de un centímetro el manto en la ranura y luego con un soplete se calienta la superficie para que el manto se adhiera al muro de mampostería y a las tejas de asbesto cemento, garantizando una adecuada impermeabilización de la cubierta.

Ya ubicado el manto edil sobre el faldón de toda la cubierta, se aplica Alumol, este producto es una pintura reflectiva de aluminio con base asfáltica de baja viscosidad que sirve para proteger el manto edil, ya que tiene características como: refleja los rayos solares disminuyendo la temperatura interior, tiene gran resistencia a la intemperie, excelente adherencia a los materiales de construcción y no requiere imprimación, y lo más importante da un sello adicional para garantizar la impermeabilización de la cubierta.

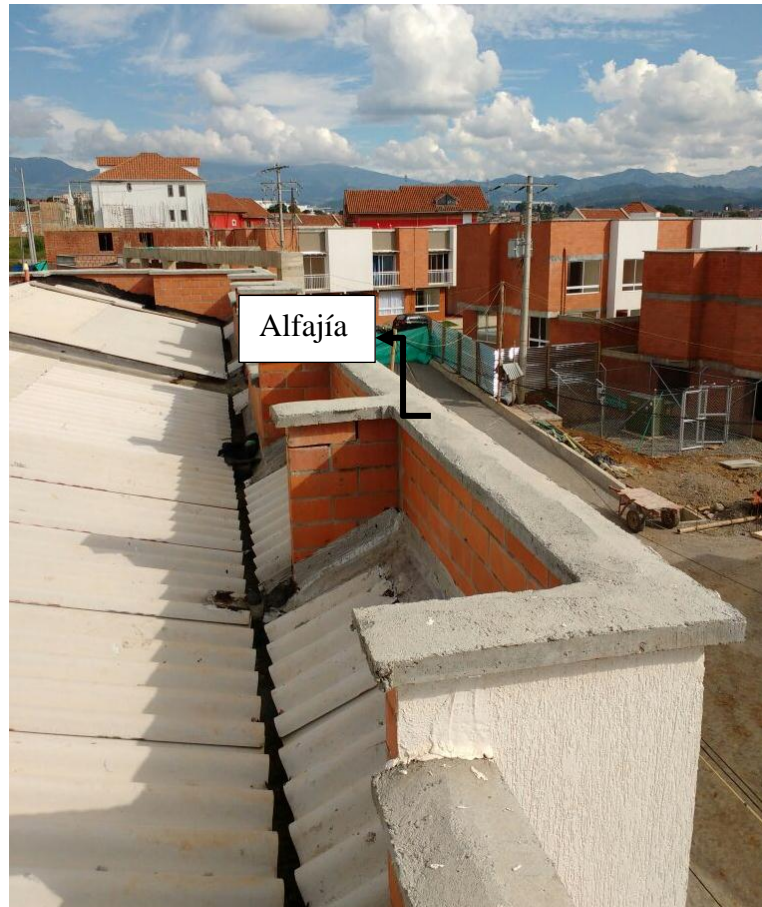
Figura 56 Instalación de manto edil.



Fuente: Propia de estudio.

7.3.10 ALFAJÍA

Figura 57. Alfajías



Fuente: Propia de estudio

7.3.10.1 Ubicación de formaleta.

Materiales empleados

Talicones, bastidores, tabla, puntilla, alambre.



La formaleta se debía realizar usando los materiales ya mencionados, para su posterior ubicación en la totalidad de la fachada frontal y trasera de la casa, pues la alfajía se encuentra diseñada con el fin de evitar que se humedezcan los muros, y se genere deterioro en la vivienda.

7.3.10.2 Fundición.

Materiales empleados

Malla electrosoldada, Cemento, agua, arena y triturado 3/8

Una vez instalada la parrilla (que tiene las mismas dimensiones de la empleada en las losas de cimentación y entepiso) se procedía a preparar la mezcla de forma manual, la cual se subía hasta la cubierta por medio de un sistema de poleas y empleando manilas y baldes, para realizar la fundición.

7.4 PROCESOS ADMINISTRATIVOS.

7.4.1 VERIFICACIÓN DE PLANILLAS DE SEGURIDAD.

La seguridad social en una obra es de suma importancia, pues de esto depende que no se presenten futuros inconvenientes a causa de algún accidente o altercado, por tanto, se debía estar pendiente de la asistencia del personal para realizar el pago de nómina, así como también los respectivos retiros, para evitar pagos innecesarios y las afiliaciones.

7.4.2 SOLICITUD DE MATERIALES.

Para llevar control de los materiales en la obra se disponía de un almacén, donde se obligaba llevar una autorización (documento con las cantidades de materiales necesarias para cada actividad), expedido por alguno de los auxiliares de interventoría de la empresa Gracol SAS, sin embargo, para solicitar un vale de una actividad primero se debía liberar la actividad anterior.



Se supervisaba cada actividad con el fin de evitar retrasos, y si era necesario hacer algún cambio, se observaba que se realicen las respectivas correcciones, para hacer entrega al auxiliar, con quien se chequeaba una vez más y si había otra sugerencia se debía inspeccionar la realización de esta, para continuar con la siguiente actividad.

Sin embargo, los retiros de material solo se podían realizar hasta el mediodía, por lo cual era necesario llevar una programación para poder ejecutar todas las actividades a tiempo.

Para la distribución de materiales como ladrillo, grava o triturado en la obra, inicialmente se solicitaba el mismo día que se ejecutaba la actividad; pero esto generaba grandes retrasos, pues no siempre la maquinaria de transporte se encontraba desocupada o en muchas ocasiones se hacía caso omiso a las peticiones; para mejorar esta situación el ingeniero residente optó por realizar una programación el día anterior con los materiales que se necesitarían al día siguiente, dicha programación debía ser entregada antes de las 4 pm, para lo cual se realizaba un recorrido observando que material se necesitaba y para que actividad; esta medida mejoro mucho la eficiencia y evitó inconvenientes entre trabajadores y maquinistas.

7.4.3 PRESENTACIÓN DE INFORMES.

Se debía realizar los informes que fueran necesarios o solicitados por los ingenieros, a fin de llevar constancia de actividades adicionales a las del contrato; tal es el caso de la presentación de un informe de descuento para los encargados de la parte eléctrica, contratados por la empresa Gracol SAS, quienes debían responder por fichas de mampostería a la vista fracturadas, y que fueron cambiadas por el contratista de Eduardo Ramírez, representante de Ingeco.

7.4.4 CÁLCULOS DE CANTIDADES DE OBRA

Esto se realizaba con el fin de hacer el pedido para alguna actividad de la cual no se tuviera un estándar.



Se realizó el cálculo de las cantidades de materiales empleados en una casa medianera, y comparo con las cuantías pagadas, notando que en algunas actividades se habían hecho algunos pagos adicionales, y en otras se presentaban lo contrario.



8 CONCLUSIONES

En la búsqueda del cumplimiento con la norma de diseño y construcción que rigen en Colombia NSR-10, se logró realizar el análisis en los valores de resistencias del concreto hecho en obra, lo que permite determinar que el concreto logró alcanzar los estados de resistencia a la compresión óptimos para que la estructura cumpla con los requerimientos de construcción

Como auxiliar de ingeniero residente, el seguimiento a los procesos constructivos fue satisfactorio, logrando resolver inconvenientes que se presentan en el avance de obra como lo es en la colocación de aceros, cumpliendo con los requerimientos de diseño, alineamientos y traslapes; levantamiento de muros verificando plomada, codal, escuadra y correcta ubicación del tipo de ladrillo; esto ratifica una buena interpretación de los planos.

En el uso de las nuevas tecnologías del concreto como lo son los aditivos, se observó un buen comportamiento del concreto ante estos agentes, agilizando procesos de fundición, mejorando el comportamiento de los morteros y concretos, garantizando la adherencia entre el concreto fresco y endurecido, como también logrando un buen curado en los elementos fundidos y de esta manera optimizar la mayoría de las actividades realizadas en la obra.

El aprendizaje adquirido con base en lo teórico y reforzado en lo práctico, permitió afianzar muchos conocimientos tanto a nivel profesional e individual, además del manejo de personal y la capacidad para resolver inconvenientes que como ingeniero civil se debe dar solución.

El trabajo en obras civiles es considerado un trabajo de alto riesgo, por lo cual fue de gran importancia la capacitación y aprendizaje en el manejo de elementos de seguridad industrial, supervisión del personal que desarrolla actividades en alturas, cumpliendo con las medidas de seguridad y conceptos básicos que hacen de una obra un lugar seguro tanto para los trabajadores como para la empresa.



Se pudo obtener un buen resultado de resistencia en los concretos producidos en obra con los agregados suministrados, facilitando así un buen avance y rendimiento de actividades de estructura.

Es importante supervisar continuamente cada actividad y cerciorarse que se acaten las respectivas correcciones, para asegurarse que las actividades se realicen correctamente y evitar pérdidas y retrasos.

El hecho de llevar un control en la asistencia del personal de la obra fue de vital importancia para hacer las respectivas desafiliaciones y por consiguiente evitar gastos adicionales en seguridad social.



9 RECOMENDACIONES

Garantizar la disponibilidad constante de los materiales que se requieren en todos los procesos constructivos a tiempo, ya que de no cumplirse esto se pueden generar imprevistos en la obra.

Alguno aditivos pueden afectar los valores de resistencia o los valores de asentamientos, además un manejo inadecuado de estos productos puede generar problemas en los concretos como: decoloración, cuarteo, cracking entre otros.



10 BIBLIOGRAFÍA

Reglamento colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10. Disponible en: <http://civilgeeks.com/2012/06/19/nsr-10-norma-sismo-resistente-del-2010-colombia/>

RIVERA L. Gerardo A. Concreto simple. UNICAUCA. (online) Disponible en: <https://inforcivilonline.wordpress.com/2015/05/23/concreto-simple-ing-gerardo-a-rivera-l/>

SIKA. Manual de productos. Edición 2015. Disponible en: <file:///C:/Users/Board/Downloads/Manual%20Productos%20Sika%202012.pdf>