APOYO EN LA SUPERVISIÓN Y CONTROL DE LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIVIENDAS UNIFAMILIARES NUMERO 11 Y 05 UBICADAS EN EL BARRIO COMULTRASAN DE AGUACHICA – CESAR

PRESENTADO POR

RAFAEL SANTOS RINCON JIMENEZ

ID: 000322445

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

BUCARAMANGA

2021

APOYO EN LA SUPERVISIÓN Y CONTROL DE LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIVIENDAS UNIFAMILIARES NUMERO 11 Y 05 UBICADAS EN EL BARRIO COMULTRASAN DE AGUACHICA – CESAR

RAFAEL SANTOS RINCON JIMENEZ
000322445

DIRECTOR ACADÉMICO
ING. GUSTAVO ANDRES OSPINA IDARRAGA
INGENIERO CIVIL

DIRECTOR EMPRESARIAL
DIANA PAOLA ARIAS NORIEGA
INGENIERA CIVIL

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

BUCARAMANGA

2021

Nota de aceptación

Presidente del jurado

Jurado Nº1

Jurado Nº2

Bucaramanga, Agosto 10 del 2021.

DEDICATORIA

Agradezco primeramente a Dios por darme la gran oportunidad de culminar esta carrera, a mis padres Abel Rincon Quintero y Adaluz Jimenez Llain por su esfuerzo cada día, por siempre creer en mí y por ese apoyo incondicional, a los docentes que me han brindado sus conocimientos y me han formado como persona y profesional, y a todas las demás personas que ha aportado para que hoy este logro sea uno más cumplido de los muchos que se viene.

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE ILUSTRACIONES VI
LISTA DE FIGURAS VIII
LISTA DE TABLAS IX
1. INTRODUCCIÓN 1
2. OBJETIVOS 2
2.1 OBJETIVO GENERAL 2
2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS 2
3. MARCO TEORICO 3
4. DESCRIPCION DE LA EMPRESA 8
4.1 MISIÓN 8
4.2 VISIÓN 8
5. DESCRIPCION DE LOS PROYECTOS 10
5.1 CASA 11 10
5.2 CASA 05 13
6. DESARROLLO DEL PLAN DE TRABAJO 15
6.1 CASA 11 15
6.1.1 PARAMETROS DEL PLAN DE TRABAJO 15
6.1.2 PROGRAMACIÓN 22
6.1.3 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES CASA 11 25
6.1.4 CORTE DE OBRA, INVENTARIO Y CONTROL DE EQUIPOS Y MATERIALES DE LA CASA N°11 36
6.2 CASA 05 44
6.2.1 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES CASA 05 44
7. APORTE AL CONOCIMIENTO 51
8. CONCLUSIONES 55
9. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS 56

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Fases del proceso productivo [3] 4
Ilustración 2. Elementos estructurales de una estructura confinada [8] 6
Ilustración 3. Organigrama de Lince Constructores y consultores [10] 9
Ilustración 4 Ubicación de la casa 11 [11] 10
Ilustración 5. Prototipo fachada Casa 11 [12] 11
Ilustración 6. Prototipo de la planta del primer piso [12] 12
Ilustración 7. Prototipo de la planta del segundo piso [12] 12
Ilustración 8. Ubicación de la casa 05 [14] 13
Ilustración 9. Prototipo fachada casa 05 [15] 13
Ilustración 10. Prototipo planta en Render de casa 05 [15] 14
Ilustración 11. Tipología de líneas dentro de un plano [17] 15
Ilustración 12. Simbología en planta de distribución [17] 16
Ilustración 13. Simbología en plata de ejes, cimientos y desagües [17] 16
Ilustración 14. Ejemplo de elementos de un plano [10] 17
Ilustración 15. Planos de cimentación, entrepiso y cubierta de casa 11 con especificaciones [12] 18
Ilustración 16. Programación casa 11 23
Ilustración 17. Armado de acero de vigas de cimentación y columnas. Formaleteo de las vigas de cimentación 26
Ilustración 18. Vaciado de concreto de las vigas de cimentación 26
Ilustración 19. Falla de la viga debido a un mal procedimiento 27
Ilustración 20. Armado de formaleta para columnas por medio de tablas y listones 28
Ilustración 21. Aparejo de muros en soga [21] 28
Ilustración 22. Levante de muro con ladrillo H-10 29
Ilustración 23. Excavación del tanque subterráneo 30
Ilustración 24. Proceso de aparejo de muros dentro del tanque subterráneo con bloque macizo 30
Ilustración 25. Divisiones internas en ladrillo H-10 31
Ilustración 26. Armado y formaleteo de las vigas de amarre 1 piso 31
Ilustración 27. Fundida de la placa de manera uniforme con la ayuda de regla metálica 33
Ilustración 28. Partes de la escalera [24] 34
Ilustración 29. Armado del hierro y formaleteo para la escalera 35
Ilustración 30. Escalera fundida 35
Ilustración 31. Formato para pedir materiales y equipos 38
Ilustración 32. Factura de un pedido para la casa N° 11 38
Ilustración 33. Fundida de placa para el tanque aéreo 39
Ilustración 34. Planta de la cubierta a una sola agua 40
Ilustración 35. Vista lateral de la casa N°11 especificando alturas del segundo nivel 40
Ilustración 36. Cerámica del primer piso instalada 42

Ilustración 37. Instalación de puerta corrediza y cielo raso en habitación principal 42
Ilustración 38. Fachada de casa 11 43
Ilustración 39. Instalación del agua limpia de la vivienda N°5 44
Ilustración 40. Falla de conexión 45
Ilustración 41. Base de la tapa subterránea 45
Ilustración 42. Conexión de la tubería de ambos tanques 46
Ilustración 43. Forma recomendada de aplicar el estuco [25] 46
Ilustración 44. Marcos de las ventanas corredizas 47
Ilustración 45. Instalación de tubería de electricidad 47
Ilustración 46. Ladrillo a la vista 48
Ilustración 47. Instalación de la cerámica del patio 49
Ilustración 48. Fachada de casa 05 49
Ilustración 49. Vista del interior de casa 05 50
Ilustración 50. Procesos para el cálculo de las cantidades de la losa de entrepiso placa fácil 54

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Sistema reticular de vigas que configuran anillos cerrados y continuos. 19
Figura 2. Cálculo de la pendiente de la cubierta 41

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Valores mínimos para dimensiones, resistencia de materiales y refuerzo de cimentación [9] 19
Tabla 2. Espesores mínimos nominales para muros estructurales en casas de uno y dos pisos (mm) [9] 20
Tabla 3. Análisis de Ap según la propuesta del proyecto [9] 21
Tabla 4. Tabla de amenaza sísmica por municipio [9] 21
Tabla 5. Coeficiente Mo para longitud mínima de muros estructurales confinados [9] 21
Tabla 6. Cantidad de materiales para la losa de entrepiso placa fácil 32
Tabla 7. Rendimiento del vaciado de concreto [23] 33
Tabla 8. Actividades atrasadas 36
Tabla 9. Inventario de herramientas y equipos 37
Tabla 10. Pendientes recomendadas [22] 41
Tabla 11. Presupuesto de la casa Nº11 (parte inicial y final) 51
Tabla 12. Cálculo de acero longitudinal en la cimentación 52
Tabla 13. Cálculo del área total a pañetar, estucar y pintar 52
Tabla 14. Cálculo del área total de levante de muro del primer piso 53
Tabla 15. Cantidad de materiales que consume la casa Nº11 por semana 53

Universidad Pontificia Bolivariana
SECCIONAL BUCARAMANGA

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: APOYO EN LA SUPERVISIÓN Y CONTROL DE LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VIVIENDAS UNIFAMILIARES NÚMERO 11 Y 05 UBICADAS EN EL BARRIO COMULTRASAN DE AGUACHICA - CESAR

AUTOR(ES): RAFAEL SANTOS RINCON JIMENEZ

PROGRAMA: Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR(A): GUSTAVO ANDRES OSPINA IDARRAGA

RESUMEN

El presente documento corresponde al informe final de la practica empresarial en la empresa Lince Constructores y Consultores S.A.S , en donde se explica el proceso constructivo de la casa número 11 y parte de la casa número 05, ubicadas en el barrio Comultrasan de Aguachica - Cesar , desarrollando actividades como la elaboración de informes diarios y semanales, la gestión de la compra de materiales necesarios para la obra y su adecuado control, apoyo en la elaboración de presupuestos y visitas constantes a la obra, para así llegar a un optimo desarrollo de la construcción, cumpliendo de esta manera con lo establecido en las especificaciones iniciales, satisfaciendo las necesidades del cliente.

PALABRAS CLAVE:

ESPECIFICACIONES, VIVIENDAD, MATERIALES, CONSTRUCCIÓN, SUPERVISIÓN

V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

Universidad Pontificia Bolivariana
SECCIONAL BUCARAMANGA

GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

TITLE: SUPPORT IN THE SUPERVISION AND CONTROL OF THE CONSTRUCTION OF SINGLE-FAMILY HOMES NUMBER 11 AND 05 LOCATED IN THE COMULTRASAN NEIGHBORHOOD OF AGUACHICA - CESAR

AUTHOR(S): RAFAEL SANTOS RINCON JIMENEZ

FACULTY: Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR: GUSTAVO ANDRES OSPINA IDARRAGA

ABSTRACT

This document corresponds to the final report of the business practice in the company Lince Constructors y Consultants S.A.S , which explains the construction process of the house number 11 and part of the house number 05, located in the Comultrasan neighborhood of Aguachica - Cesar , developing activities such as the preparation of daily and weekly reports, the management of the purchase of materials necessary for the work and its proper control, support in the preparation of budgets and constant visits to the work, in order to arrive at an optimal development of the construction, complying in this way with the established in the initial specifications, satisfying the needs of the customer.

KEYWORDS:

SPECIFICATIONS, DWELLINGD, MATERIALS, CONSTRUCTION, SUPERVISION

V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe tiene como fin describir las diferentes actividades realizadas en la etapa de practicante de ingeniera civil en la empresa Lince Constructores y consultores S.A.S, por medio de la aplicación de los conocimientos adquiridos en la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga, enfocado a la supervisión de la construcción de viviendas unifamiliares, por medio de informes semanales y del adecuado control del material y personal puesto en obra, para así obtener resultados óptimos de desarrollo.

Dentro de la construcción de los proyectos, pueden llegar a surgir inconvenientes en las diferentes etapas, que podrían llegar a afectar de manera significativa los costos y tiempos de la obra. Y son estas situaciones las oportunidades en las que el estudiante debe entrar a participar con sus conocimientos en las decisiones y soluciones que se necesiten en el día a día dentro de la obra para resolver los problemas en campo y seguir con las actividades propuestas.

En este documento se presentarán los objetivos trazados a cumplir dentro de un tiempo estimado en el desarrollo de la práctica empresarial, un marco teórico el cual cuenta con los conceptos necesarios para el desarrollo de la práctica, de igual manera cuenta con una descripción de la constructora y de los proyectos a realizar, seguidamente se encuentra la descripción de las diferentes actividades de control y seguimiento de la supervisión del proceso constructivo de las casas número 11 y 05 ubicadas en el barrio Comultrasan de Aguachica – Cesar, por medio de formatos creados por el estudiante para llevar un adecuado control del personal, actividades, y materiales. Posteriormente se encuentran diferentes aportes al conocimiento por parte del estudiante, para así finalmente llegar a las conclusiones en donde se exponen las diferentes opiniones por parte del estudiante.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

- Supervisar las actividades y el proceso constructivo en viviendas unifamiliares en el Municipio de Aguachica, Cesar, basados en los planes de ejecución en obras civiles de la empresa Lince Constructores y Consultores S.A.S

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Planificar las actividades a realizar en la obra y coordinar con el personal de esta, para un mejor aprovechamiento del tiempo.

- Registrar la entrada de equipos, herramientas y material a la obra, para llevar un control de estos.

- Interpretar de manera adecuada los planos y especificaciones ya establecidas en el proyecto.

- Identificar los diferentes problemas que se presenten en obra, para entrar como apoyo de la residencia de las construcciones de las viviendas a dar solución de manera inmediata y así obtener un rendimiento óptimo dentro de las obras.

- Realizar planillas de asistencia para llevar un control del personal que asiste a la obra.

3. MARCO TEORICO

Para dar inicio al desarrollo de esta práctica empresarial se debe tener claridad de conceptos bases que competen las actividades a desarrollar dentro de una construcción, como lo son las residencias de obra, lo cual se define como las actividades ejecutadas de uno o varios profesionales de la ingeniería para una empresa, cumpliendo con los parámetros establecidos en las especificaciones iniciales.

La actividad de Residencia de obra está a cargo de un profesional ya sea de ingeniería o arquitectura, esta persona se busca con una mediana experiencia ya que para obras complejas es mejor tener una persona que ya haya practicado la construcción y este a fines con las labores a realizar, esta persona es elegida por parte del propietario de la obra para que lo represente en el adecuado control y supervisión de la obra encargada a una empresa constructora. [1]

Dentro de las principales labores del residente de obra esta:

- Dirigir la adecuada ejecución de la obra cumpliendo con lo establecido en los planos y especificaciones.
- Verificar el cumplimiento de los plazos de las actividades y el horario de trabajo
- Aprobar los inicios de las obras a ejecutar, controlando su calidad
- Llevar un adecuado control de la obra en general por medio de informes en donde se consignen todas actividades tanto administrativas como las ejecutadas del día, de la semana y del mes.
- Realizar los pedidos del material oportunamente
- Hacer cumplir y realizar un seguimiento de las normas de seguridad y salud en el trabajo para evitar accidentes durante la obra. [1]

La supervisión de una obra es un concepto que se divide en dos partes y para entenderlo debe tenerse claro que la supervisión según el diccionario de la Real Academia Española se define como ejercer la inspección de trabajos realizados por otros, la cual se basa en un ciclo de cuatro funciones: Planeación, Organización, Dirección y control. [1]

Dentro del contexto de la construcción la actividad de supervisar se define como asegurar que se logren fielmente los requisitos y propósitos de los planos y las especificaciones según el manual se supervisión del concreto [1]. En los proyectos de infraestructura la supervisión es un factor determinante ya sea para el éxito o el fracaso de una obra.

La supervisión de una obra va ligada en gran medida con la función administrativa de la dirección ya que esta hace uso del ejercicio de la autoridad, utilización de medios de comunicación y la delegación de funciones de un equipo de trabajo, todo

esto con el objetivo de desempeñar exitosamente la supervisión de una obra mediante actividades programadas, ordenadas y sistematizadas.

Posterior a esto es de vital importancia recalcar que el perfil del supervisor requiere de tres competencias fundamentales como lo son las competencias técnicas, en donde se encuentran las habilidades para la interpretación de planos, experiencia sobre los procesos constructivos y los materiales, habilidades para cuantificar los recursos y utilización de programas digitales. En las habilidades interpersonales se encuentra todo lo relacionado con la interacción del supervisor con otros profesionales y con sus subordinados en donde el trabajo en equipo es una habilidad indispensable. El desempeño del supervisor se ve afectado en gran medida por el componente de las actitudes y los valores ya que la poca ética profesional de la persona lleva al fracaso de un proyecto, la falta de valores como la lealtad hace que los supervisores actúen en defensa de intereses distintos a los del dueño, poniendo de esta manera en duda la honradez del supervisor, por ende el supervisor debe ser una persona que domine la comunicación como medio de lograr el control y los objetivos propuestos inicialmente del proyecto.[2]

Toda obra ingenieril debe contar con una programación de obra, la cual establece la secuencia de los tiempos a incurrir dentro de la ejecución de un proyecto y la orientación de los recursos de la construcción hacia el desarrollo de las diferentes etapas de la obra.

La programación de obra debe contar con un esquema de manera cronológica en donde se detallen todas las actividades y los procesos a ejecutar dentro de la construcción del proyecto, señalando sus interrelaciones como las obras preliminares, cimentación y estructuras, mampostería, instalaciones hidrosanitarias y eléctricas, pañetes, pisos, enchapes y demás áreas. [3]
Dentro de los métodos más utilizados de programación en construcción se encuentra el C.P.M “CRITICAL PATH METODO o el MÉTODO DE LA RUTA CRÍTICA”, un método creado en 1957 por los ingenieros s Morgan R. Walter y James I. Killey que trabajaban para la compañía Du Pont de Nemours. Este es un sistema de control y programación que permite conocer las actividades que definen la duración de un proceso productivo, el cual se divide en tres fases:

Ilustración 1. Fases del proceso productivo [3]

1. Planeación: Se define como la elaboración de una estrategia para la realización del proyecto.
2. Programación: Consiste en la elaboración de gráficos que muestran los tiempos de inicio y terminación, y por lo tanto la duración de las actividades del proyecto.
3. Control: Gráficos que permiten conocer la secuencia de un atraso o un adelanto en cualquier actividad de un proceso productivo. [4]

La práctica empresarial del presente documento se desarrolló en el campo de la construcción de viviendas, por lo que a continuación se explicara todo lo relacionado con esta actividad.

Las constructoras son las encargadas de crear y edificar diferentes infraestructuras en las que se debe tener en cuenta las diferentes tareas como:

- Estudio de suelos.
- Excavación.
- Movimiento de tierra.
- Acondicionar espacios.
- Instalar acometidas eléctricas, ductos de agua, gas y telefonía, para grandes urbanismos y edificaciones de ingeniería civil.
- Rehabilitación de instalaciones e infraestructuras, así como su restauración.
- Realizar trabajos de mantenimiento y de conservación.
- Sanear espacios.

Esta amplia lista de tareas evidencia el amplio campo de trabajo que tienen las empresas constructoras y lo crucial que es su trabajo en la evolución de la sociedad, ya que le dan forma a las ciudades por medio de las diferentes obras de infraestructura como lo son las vías de comunicación, viviendas, universidades, hospitales, centros comerciales, edificios, aeropuertos y demás obras. [5]

La vivienda con el pasar de los años ha ido evolucionando de manera significativa, pues en un principio lo que se encontraban eran las famosas cavernas y tiendas fabricadas por ramas y pieles de animales, las cuales fueron hechas por los primeros hombres en la tierra con el objetivo de refugiarse de las inclemencias del clima y para tener un lugar de descanso, con el pasar del tiempo y las nuevas herramientas que fue fabricando el hombre estas cavernas y tiendas evolucionaron a las viviendas subterráneas, pero no tardo mucho tiempo para que el hombre construyera la primera cabaña sobre el suelo, la cual fue hecha en Hannover – Alemania, y siguió así su evolución hasta lo que conocemos hoy en día. En la actualidad se encuentran diferentes tipos de vivienda, las cuales dependen mucho en su mayoría por factores como la cultura, forma, tamaño, materiales y técnicas de construcción. [6]

Es de gran importancia resaltar que, en el desarrollo de cualquier proyecto de infraestructura, en este caso la construcción de viviendas es fundamental conocer las normas y guías que deben considerarse durante las diferentes etapas de la construcción como lo son la planeación, diseño y ejecución, pues al pasar por alto alguna de las indicaciones podría traer diferentes problemas o implicaciones como:

- Demoras por la necesidad de licencias o permisos adicionales.
- Incremento de costos por la elaboración de estudios no contemplados.
- Sanciones o suspensiones por malas ejecuciones.
- Rediseños de proyectos por no considerar alguna limitante de las normas.
- Demoliciones o cambios durante la ejecución por aspectos no contemplados
- Demandas porque después de entregado el proyecto se evidencia que no fueron tenidos muchos aspectos. [7]

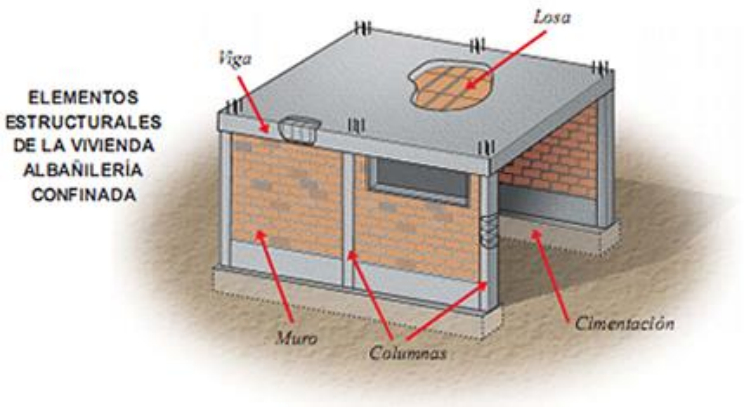
Dentro de las normas más importantes de la construcción de viviendas de uno y dos pisos encontramos el Titulo E de la NSR-10, el cual guía a los constructores a llevar un orden adecuado de los requisitos mínimos para la construcción de viviendas permitiendo que esta tenga un buen comportamiento ante cualquier eventualidad de un sismo.

La norma nos muestra una serie de características de vital importancia de una vivienda sismorresistente, en donde los elementos estructurales juegan un papel fundamental, ya que estos contribuyen a que la estructura tenga la capacidad de soportar un terremoto. Para que se pueda hablar de una edificación sismo resistente se deben tener aspectos en cuenta como:

- Diseño adecuado
- Correcta configuración
- Capacidad de los materiales para soportar las fuerzas liberadas por el sismo

Los principales elementos estructurales que se encuentran dentro de una edificación confinada son los que se muestran a continuación:

Ilustración 2. Elementos estructurales de una estructura confinada [8]



- Losa: Su principal función es trasmitir las cargas que soporta, como el peso de personas, objetos y hasta su propio peso.
- Viga:
  - Viga de cimentación: Su función es trasmitir las cargas del suelo.
  - Viga de amarre: La función de este elemento es trasmitir cargas al muro y a las columnas.
- Columna: Su función es trasmitir las cargas a pisos inferiores y a la cimentación.
- Muro: Su función es trasmitir las cargas de las vigas de amarre y de la losa a los pisos inferiores y a la cimentación. [9]

4. DESCRIPCION DE LA EMPRESA

Lince Constructores y Consultores S.A.S es una empresa con instrumentos técnicos bastante amplios, confiable, honesta, de principios morales al servicio de las entidades territoriales, empresas privadas y ciudadanía en general, interesadas de ser piezas fundamentales en el desarrollo y el bienestar de su entorno, además contribuyen al logro de la transparencia, la economía y responsabilidad de las entidades.
Ofrece servicios a la comunidad como lo son:

- Inversión Social: Estudios y diseños de proyectos de inversión social especial en el componente de vivienda de interés social.
- Construcción: De obras arquitectónicas, Civiles, Urbanísticas, eléctricas y mecánicas.
- Interventoría: De obras arquitectónicas, Civiles, Urbanísticas, eléctricas y mecánicas.
- Asesoría y Consultoría: En proyectos de inversión, de urbanismo y en especial en programas de vivienda de interés social.

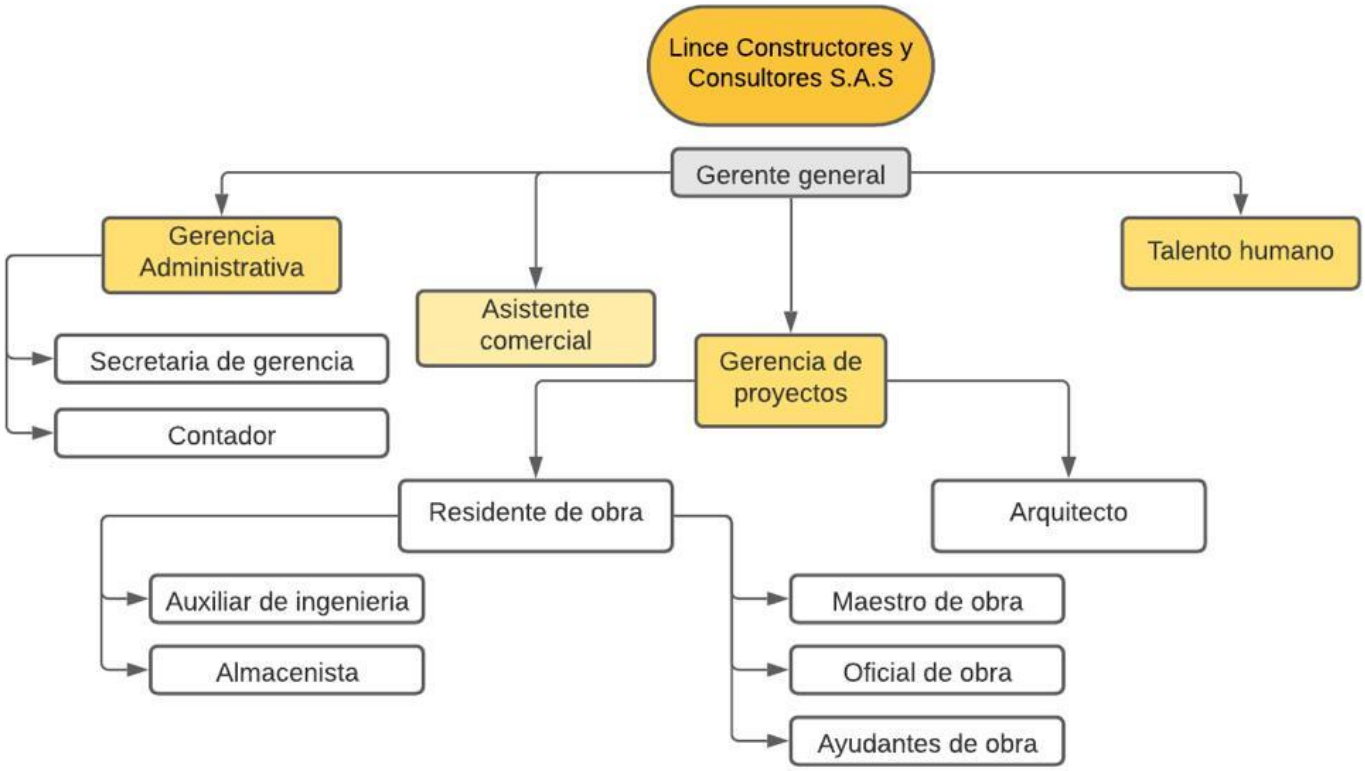
4.1 MISIÓN

La empresa Lince Constructores y consultores S.A.S establece y presenta como misión la colaboración de manera proactiva en el desarrollo de nuestro país, con la más minuciosa atención al crecimiento y necesidades de los clientes. Desarrollando proyectos, siendo proveedores de primera mano para los usuarios, manejando estándares de calidad óptimos en materiales, diseños y ejecución de todas las construcciones con los más exigentes desafíos en seguridad, calidad y puntualidad. [10]

4.2 VISIÓN

En el año 2025, ser una empresa líder en construcción y consultoría, reconocida a nivel región por su capacidad, calidad y cumplimiento de las más exigentes normas de seguridad, utilizando procedimientos constructivos innovadores que permiten construir obras más confortables, que proporcionan un mejor estándar de vida a la población que confían en nosotros. [10]

Ilustración 3. Organigrama de Lince Constructores y consultores [10]



En la ilustración 3 muestra como es la estructura organizacional que se maneja en la empresa Lince Constructores y Consultores S.A.S, la cual esta comandada por el gerente general, de donde se desprenden entidades como la gerencia administrativa, talento humano, asistente comercial y gerencia de proyectos, de la cual se ramifica el arquitecto y el residente obra, el cual tiene como apoyo al auxiliar de ingeniería, almacenista y la mano obrera.

5. DESCRIPCION DE LOS PROYECTOS

La práctica empresarial que se realizará dentro de la empresa Lince tiene como fin la adecuada formulación, seguimiento y supervisión de dos proyectos de vivienda en los cuales hasta el momento he estado participando de manera activa.

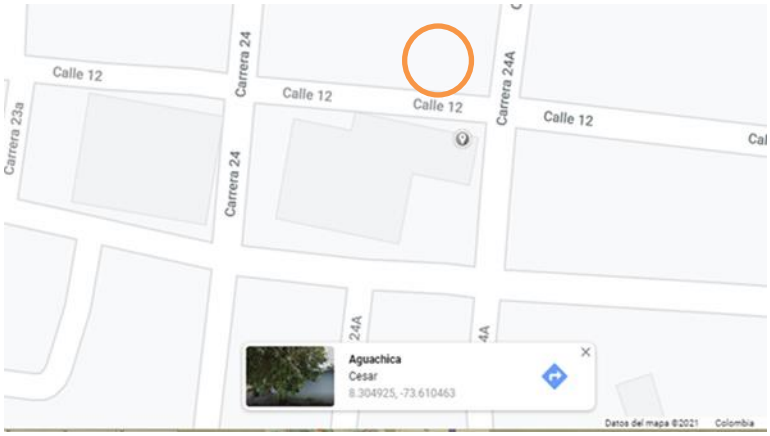
Los proyectos anteriormente mencionados son:

5.1 CASA 11

El presente proyecto requiere la construcción de una infraestructura de vivienda familiar de dos niveles, comprendiendo un área de construcción aproximadamente de 128 m2, la estructura esta modelada como sistema de muros confinados. La estructura posee vigas de cimentación de 25x25cm, columnas de sección 20X25 cm en sentido longitudinal y transversal con una luz máxima de 3,50metros. La infraestructura se encuentra ubicada en la carrera 24ª con calle 12, en el municipio de Aguachica cesar como se muestra en la imagen 2.

La cimentación consistirá en vigas reticulares configuradas por anillos, las áreas de contacto y sus alturas estarán de acuerdo con los resultados de los estudios geotécnicos y mecánicos determinados para calcular la capacidad portante del suelo en el área del lote a construir. El esfuerzo admisible del suelo estimado es de Nq = 15 ton/m2, los materiales predominantes en todos los estratos se clasifican como arenas arcillo-limosas con grava (CL-ML, SC-SM) y de acuerdo con los perfiles del suelo no se encontró nivel freático a una profundidad de 2 mt.

Ilustración 4 Ubicación de la casa 11 [11]



La casa consta de dos plantas como ya se mencionó y se divide de la siguiente manera:

Primer piso: Sala, garaje, cocina, patio de labores, jardín.

Segundo piso: Tres habitaciones, dos baños, tres balcones.

El prototipo de la fachada cuenta con elementos cuya función es graduar y controlar el ingreso de la iluminación natural como lo son las puertas corredizas que se ubican en los balcones de las habitaciones y las ventanas exteriores del primer nivel, también se diseñó de esta manera para que la vivienda cuente con una adecuada ventilación.

El autor del diseño se inspiró en la modernidad, dejando atrás los diseños comunes de casas que cuentan solo con un balcón hablando de viviendas de dos niveles, por el contrario esta como se mencionó anteriormente cuenta con dos balcones uno por cada habitación, en donde uno está a la intemperie y el otro si cuenta con su respectiva cubierta, esto para darle un sello de originalidad, además de eso cuenta con un puerta y un garaje amplio en donde se podrá guardar un respectivo vehículo familiar ya sea automóvil o motocicleta.

Ilustración 5. Prototipo fachada Casa 11 [12]

Para hablar del diseño interior de una vivienda es importante hablar de la distribución de las piezas de una vivienda lo cual se basa en la división por zonas características, encontramos principalmente dos zonas, la zona del día, que contiene básicamente lo que es la cocina y la sala y la zona de noche que es donde se encuentran las habitaciones.
El diseño interior de esta vivienda cuenta con las zonas de día, de noche y las zonas servidas y de servicio constituidas básicamente por la cocina, el lavadero, los baños, el garaje, entre otras, adicional a esto como se puede apreciar en las imágenes 6 y 7 la distribución de los espacios fue la adecuada y la aprobada por el cliente ya que se propusieron habitaciones amplias, baños amplios, espacios específicos de comunicación tales como los pasillos y espacios poco comunes como el jardín dentro del habitad y un muro a la vista que hace la división de la sala con el patio de labores. [13]

Ilustración 6. Prototipo de la planta del primer piso [12]

Ilustración 7. Prototipo de la planta del segundo piso [12]

5.2 CASA 05

Este proyecto es una infraestructura de vivienda familiar de una planta con un área total construida de 66 M2, la cual se encuentra ubicada en la carrera 24ª con calle 11, en el municipio de Aguachica cesar como se muestra en la imagen 6; es importante resaltar que este proyecto me es asignado ya en su etapa final, donde prácticamente se iba a comenzar el estucado y los acabados finales.

Ilustración 8. Ubicación de la casa 05 [14]

La vivienda cuenta con una cocina, dos habitaciones una de ellas principal con su respectivo baño, un baño social y un patio de labores. Dentro de la casa se dejó una cámara de aire en la entrada principal, la cual fue asegurada con sus respectivas pérgolas. La presente obra tiene una duración de 3 meses, y hasta el momento se han cumplido las entregas pactadas.

Ilustración 9. Prototipo fachada casa 05 [15]

En este proyecto el diseñador conto con los siguientes tres ítems:

I. Definición de las prioridades de los espacios para jerarquizar las diferentes dimensiones que se destinara a cada ambiente.
II. Posibilidad de integración y definición de estilo que mejor se adapte.
III. Diseño que cuente con fuerza y personalidad.

El diseño de los espacios de la vivienda N°5 cuenta con las zonas específicas y necesarias bases para una vivienda de un nivel, este diseño va dirigido hacia familias pequeñas máximo de cuatro personas, ya que el prototipo es inspirado en la distribución apartamentera, la cual se basa en lograr que los espacios interiores sean funcionales y prácticos en donde se reducen la cantidad de accesorios y objetos con la finalidad de poder contar con las piezas necesarias como se muestra en la imagen 10. [16]

Ilustración 10. Prototipo planta en Render de casa 05 [15]

6. DESARROLLO DEL PLAN DE TRABAJO

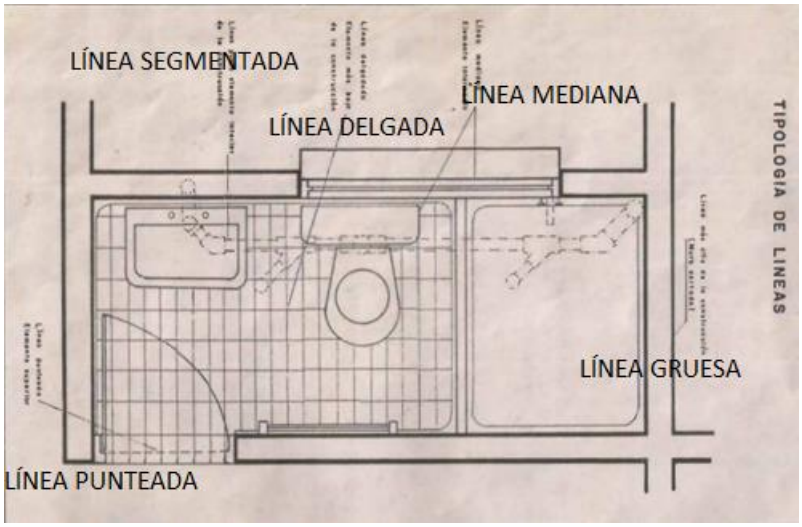
Durante el periodo que llevó como practicante de ingeniera civil en la empresa lince, he servido como apoyo en la supervisión de los proyectos de las casas número 11 y 05 ubicada en el barrio Comultrasan de Aguachica Cesar, de las cuales mencionaré el debido proceso que se ha tenido en cada una de ellas.

6.1 CASA 11

6.1.1 PARAMETROS DEL PLAN DE TRABAJO

Inicialmente se me entregaron los planos de la casa número 11 en los cuales por medio de la interpretación de planos se identificaron diferentes generalidades de simbología en cuanto a distribución de espacios y líneas empleadas. En cuanto a las generalidades sobre líneas se encuentran normalmente 5 líneas las cuales se distribuyen de la siguiente manera: [17]

Ilustración 11. Tipología de líneas dentro de un plano [17]

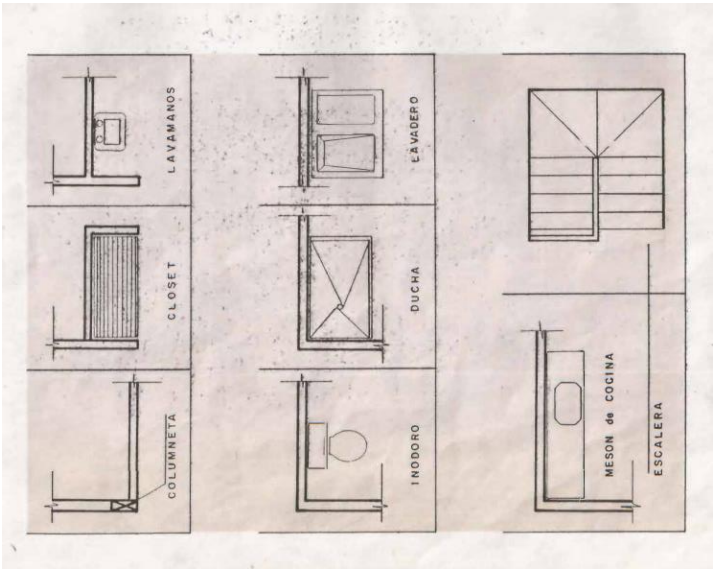


La línea gruesa identifica por un lado la parte más alta de la construcción y por otro lado identifica todo lo relacionado con muros o elementos estructurales, tales como columnas. La línea mediana identifica principalmente una parte intermedia de la planta y se utiliza para el dibujo de elementos para ambientación, marcos de ventas y puertas. Por otro lado, se encuentran las líneas delgadas las cuales son utilizadas para la representación de pisos. En cuanto a la línea segmentada se puede decir que indica la localización de un elemento superior que corresponde a otro nivel. Por último, se encuentra la línea punteada la cual indica la localización de cualquier elemento en un nivel inferior al del plano, como por ejemplo las tuberías. [17]

En cuanto a los planos en general para viviendas se habla de una clasificación de elementos los cuales contiene el plano para la identificación de los diferentes elementos que se ubican dentro y fuera de la vivienda.

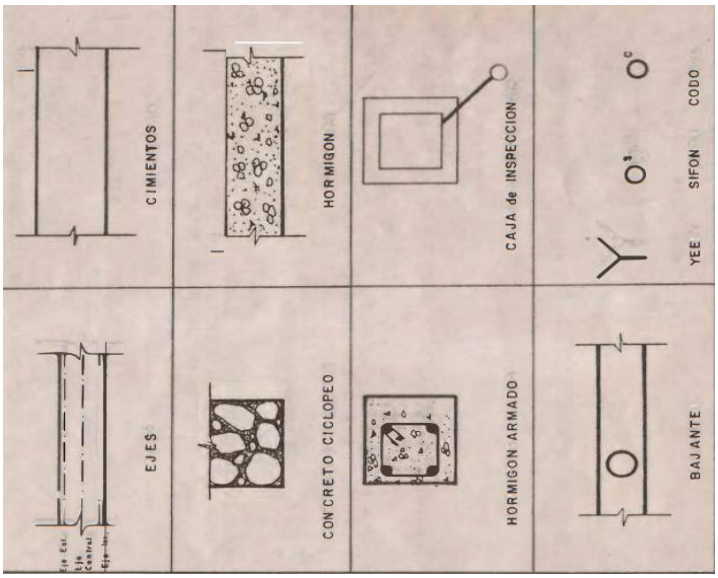
a. Planta de distribución. Este ítem permite visualizar los espacios dentro de la vivienda por donde las personas se moverán, en donde se encontrará toda la simbología relacionada con ventanas, puertas, muros closets, lavadero, muebles de cocina, escaleras, como se muestra a continuación:

Ilustración 12. Simbología en planta de distribución [17]



b. Planta de ejes, cimientos y desagües. Dentro de esta planta se encuentra todo lo relacionado con el señalamiento de los cimientos junto con sus dimensiones. También se señala la tubería, accesorios, sentido y características en general como la caja de inspección a utilizar en la red de desagües por medio de la siguiente simbología: [17]

Ilustración 13. Simbología en plata de ejes, cimientos y desagües [17]



c. Cortes. Son cortes imaginarios en sentido vertical que se le hacen a la vivienda, con el propósito de observar como son las medidas de altura interior. Los cortes se realizan de dos maneras: [17]

   - Transversal: Corresponde a cuando se grafica la vivienda a lo ancho, denominándolo corte A-A'.
   - Longitudinal: Cuando el corte se realiza en sentido de su profundidad, denominándolo corte B-B'.

d. Planta de cubierta. Dentro de una planta de cubierta se muestra la distribución de los diferentes elementos que la conforman y se especifica su tipo, ya sea a un agua, dos aguas, a varias aguas con iluminación y ventilación, entre otras. [17]

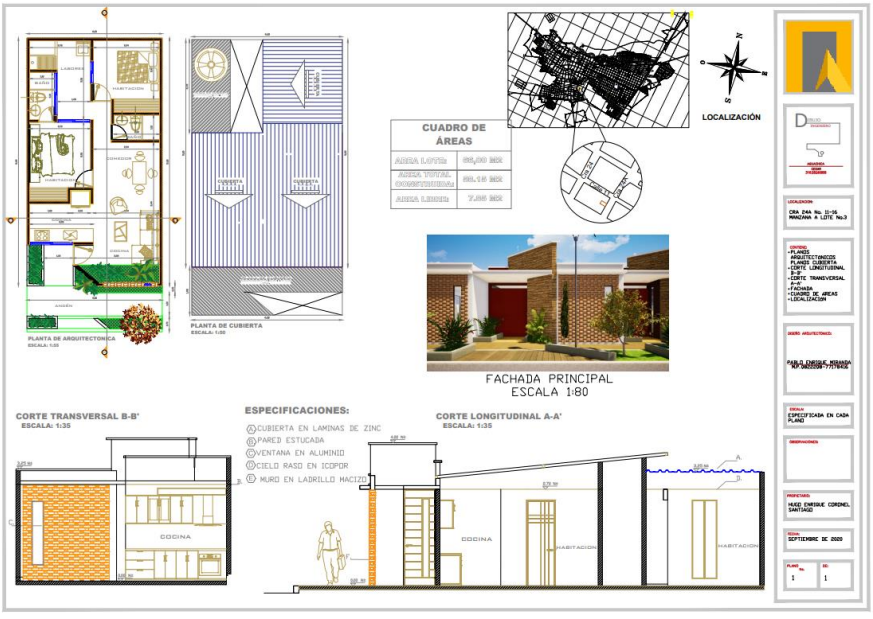
e. Fachada. Dentro del plano se debe especificar la fachada por medio de una representación gráfica de la vista exterior de los costados principales del proyecto, donde se muestre el tipo de terminado. [17]

f. Detalles constructivos. Son dibujos que explican con exactitud las medidas, formas y características principales de una sección del proyecto. Generalmente se utilizan escalas como 1:25, 1:20 o 1:10. [17]

g. Cuadro de áreas: Este cuadro contiene las diferentes áreas construidas, las áreas libres y el área del lote. [17]

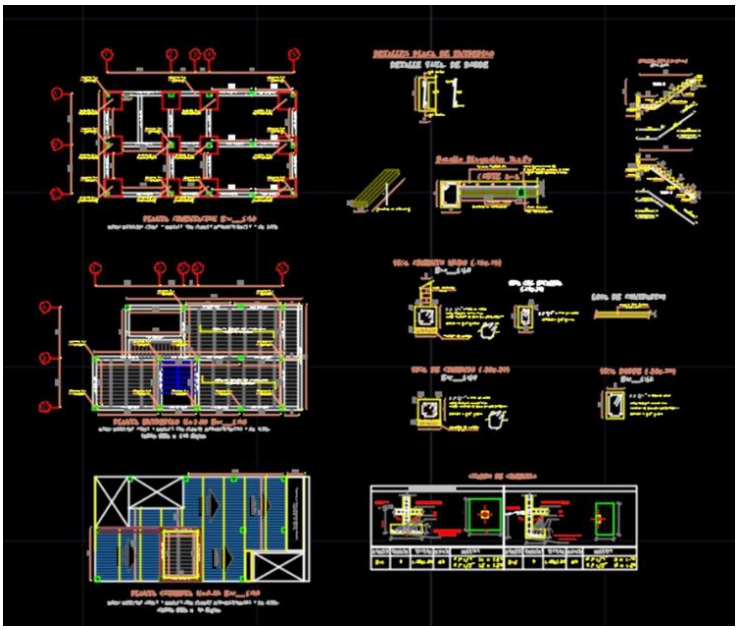
h. Macheta o rótulo: Es un recuadro que se ubica por lo general en la parte inferior derecha del plano donde se relacionan los datos del contenido del proyecto. [17]

Ilustración 14. Ejemplo de elementos de un plano [10]



Posteriormente se me encargó la labor de realizar el presupuesto de mencionado proyecto, para lo cual utilice el programa más común que es Excel, en donde calcule junto con mi supervisor por medio de fórmulas comunes los precios totales y las cantidades de obra, durante el desarrollo se utilizó el título E de la NSR 10, el cual es de vital importancia al momento de realizar cantidades para casas de 1 y dos pisos ya que cuenta con las tablas y el paso a paso que se debe tener en cuenta al momento de ejecutar una vivienda , como se mostrara a continuación.

Ilustración 15. Planos de cimentación, entrepiso y cubierta de casa 11 con especificaciones [12]



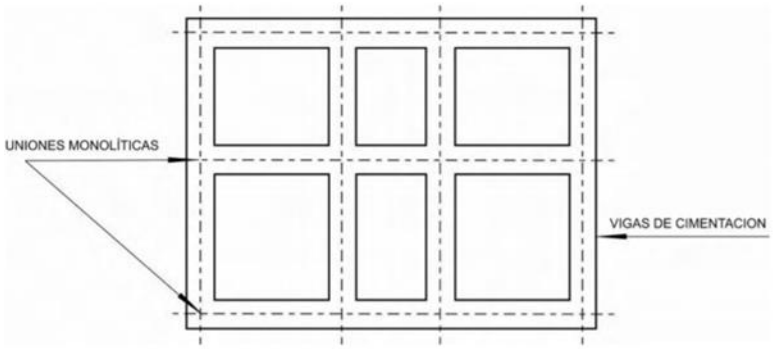
Para calcular dicho presupuesto, como paso 1 se calcularon las cantidades de obra con la ayuda de los planos mostrados en la imagen 11, cumpliendo con los parámetros de diseño para casas de 1 y 2 niveles estipulados en el TITULO E de la NSR-10, en donde encontramos:

I. SISTEMA DE CIMENTACIÓN A DISEÑAR

La caracterización físico-mecánica del suelo en el proyecto 11 arroja que el esfuerzo admisible del suelo estimado es de Nq = 15 ton/m2, donde los materiales predominantes en todos los estratos se clasifican como arenas arcillo-limosas con grava (CL-ML, SC-SM) y de acuerdo con los perfiles del suelo no se encontró nivel freático a una profundidad de 2 mt., y por el comportamiento en la interacción suelo – estructura se puede concluir que la utilización de vigas de cimentación en concreto reforzado creando una configuración de anillos reticular aproximadamente rectangular, es la solución más viable económicamente, optima y adecuada para

suplir a cabalidad las solicitaciones impuestas y requeridas por la estructura “vs” las reacciones del suelo estructura y las exigencias de la NSR-10. [9]

Figura 1. Sistema reticular de vigas que configuran anillos cerrados y continuos [9]



II. ESTRUCTURACION DE LOS CIMIENTOS

Según la norma las dimensiones mínimas para las vigas de cimentación, con su respectivo refuerzo son como se ve a continuación:

Tabla 1. Valores mínimos para dimensiones, resistencia de materiales y refuerzo de cimentación [9]

	Sistema Estructural	Un piso	Dos Pisos	Resistencia Mínima, MP_a	
Anchura	Mampostería	250 mm	300 mm	f_y	f_c
	Bahareque	200 mm	250 mm		
Altura	Mampostería	200 mm	300 mm		
	Bahareque	150 mm	200 mm		
Acero Longitudinal Estribos		4 No. 3 (ó 10M) No. 2 a 200 mm	4 No. 4 (ó 12M) No. 2 a 200 mm	420	17
				240	
Acero para anclaje de muros	Mampostería	No. 3	No. 3	412	
	Bahareque	No. 3	No. 4		

En la tabla N°1 se escogió la anchura y la altura del proyecto 11 por medio del sistema estructural, en nuestro caso mampostería, obteniendo de esta manera una anchura y altura de 300 mm para los cimientos. Posterior a esto se escogieron las dimensiones del acero longitudinal de los estribos para casas de dos pisos que varían en 4 N°. 4 (o 12M) N° 2 a 200 mm. [9]

III. ESPESOR DE MUROS

El espesor nominal de los muros estructurales de carga puede ser inferior al establecido en la tabla que se ve a continuación del reglamento técnico colombiano de sismo resistencia.

Tabla 2. Espesores mínimos nominales para muros estructurales en casas de uno y dos pisos (mm) [9]

Zona de Amenaza Sísmica	Número de niveles de construcción		
	Un Piso	Dos Pisos	
		1° Nivel	2° Nivel
Alta	110	110	100
Intermedia	100	110	95
Baja	95	110	95

Nota: Para estos espesores mínimos nominales no se deben tener en cuenta los pañetes y acabados

La zona de amenaza sísmica en este caso es intermedia ya que el lugar en el que se desarrollara el proyecto N°11 se ubica en el departamento del Cesar específicamente en Aguachica y según el Apéndice A-4 de la NSR-10 en la sección de Departamento del Cesar el municipio pertenece a la zona ya mencionada, como se puede evidenciar en la tabla N°4. [9]

De esta manera se escogieron los espesores mínimos nominales para muros estructurales para la vivienda número 11, los cuales oscilan en el primer nivel en 110 mm y en él según nivel 95 mm, como lo muestra la tabla N°2. [9]

IV. LONGITUD MÍNIMA DE MUROS CONFINADOS

En esta sección la norma exige la longitud de los muros confinados requerida en cada una de las direcciones principales de la edificación en metros, y especifica que dicha longitud no puede ser menor a lo obtenido en la siguiente ecuación: [9]

Ecuación 1. Longitud mínima [9]

$$L_{min} = \frac{M_o A_p}{t}$$

Donde:

Lmin: Longitud mínima de muros estructurales en cada dirección (m)
Mo: Coeficiente que se lee en la tabla N°5
t: Espesor efectivo de muros estructurales en el nivel considerado (mm)
Ap: Se considera en m2 por medio de la siguiente tabla:

Tabla 3. Análisis de Ap según la propuesta del proyecto [9]

Proyecto (Pisos)	Cubierta	Ap (m^2)
1	Placa	Ac
1	Liviana	Ac*(2/3)
2	Placa	Ae+Ac
2	Liviana	Ae+ ((2/3)*Ac)
Ac = Area Cubierta , Ae= area entrepiso		

En este caso el Ap a utilizar es Ae +((2/3) *Ac) ya que en este proyecto se contará con una cubierta liviana en una vivienda de dos pisos.

El municipio de Aguachica pertenece a zona de amenaza sísmica INTERMEDIA como ya se mencionó. Por medio de las siguientes tablas se obtienen los valores a utilizar en la ecuación anterior:

Tabla 4. Tabla de amenaza sísmica por municipio [9]

Departamento del Cesar

Municipio	Código Municipio	A_a	A_v	Zona de Amenaza Sísmica	A_e	A_d
Valledupar	20001	0.10	0.10	Baja	0.05	0.03
Aguachica	20011	0.15	0.15	Intermedia	0.08	0.04
Agustín Codazzi	20013	0.10	0.10	Baja	0.07	0.04
Astréa	20032	0.10	0.10	Baja	0.08	0.04
Becerril	20045	0.10	0.10	Baja	0.08	0.04
Bosconia	20060	0.10	0.10	Baja	0.08	0.04
Chimichagua	20175	0.10	0.10	Baja	0.08	0.04

Tabla 5. Coeficiente Mo para longitud mínima de muros estructurales confinados [9]

Zona de Amenaza Sísmica	Valores A_a	Valores M_o
Alta	0.40	33.0
	0.35	30.0
	0.30	25.0
	0.25	21.0
Intermedia	0.20	17.0
	0.15	13.0
Baja	0.10	8.0
	0.05	4.0

El valor Aa depende de la zona sísmica en donde se construye el proyecto, por ende, el TITULO E de la NSR 10, estipula que el coeficiente Mo se tome según la amenaza sísmica de la ciudad, es decir que la dimensión es la suficiente para la cimentación, chequeo que se verifica con proyectos anteriormente realizados en la constructora donde el coeficiente fue el adecuado.

V. MUROS QUE SE TIENEN EN CUENTA PARA CUMPLIR LA LONGITUD MÍNIMA

Para efectos de contabilizar la longitud de muros confinados en cada dirección principal, sólo deben tenerse en cuenta aquellos muros que están confinados, que son continuos desde la cimentación hasta la cubierta, y que no tienen ninguna abertura entre columnas de confinamiento. Los muros se deben distribuir de forma aproximadamente simétrica, por ende, debe cumplirse con la siguiente ecuación, tomando su valor absoluto: [9]

Ecuación 2. Distribución simétrica de muros [9]

$$\left| \frac{\left[\frac{\sum(L_{mi}\, b)}{\sum L_{mi}} - \frac{B}{2} \right]}{B} \right| \leq 0.15$$

Donde:

Lmin: Longitud de cada muro en la dirección i.
b: La distancia perpendicular en metros desde cada muro en la dirección i, hasta el extremo de borde de proyecto fijo escogido.
Bi: Longitud de análisis perpendicular a la dirección longitudinal de los muros a analizar.

La ecuación anteriormente planteada determina la excentricidad entre el centro de rigidez del proyecto y el centro de gravedad simétrico, la cual no debe exceder el 15% de la longitud del análisis de Bi. [9]

Posterior a lo ya mencionado me presentaron el terreno y se me encargó el personal encargado de la ejecución de la obra, de igual manera se me asignó la labor de realizar el pedido oportuno del material que se necesite en obra para así no tener atrasos y cumplir con las metas trazadas. Adicional me asignaron tareas como el control del horario del personal, para lo que elabore planillas en donde se registran los días laborados en la semana por cada trabajador y las respectivas observaciones.

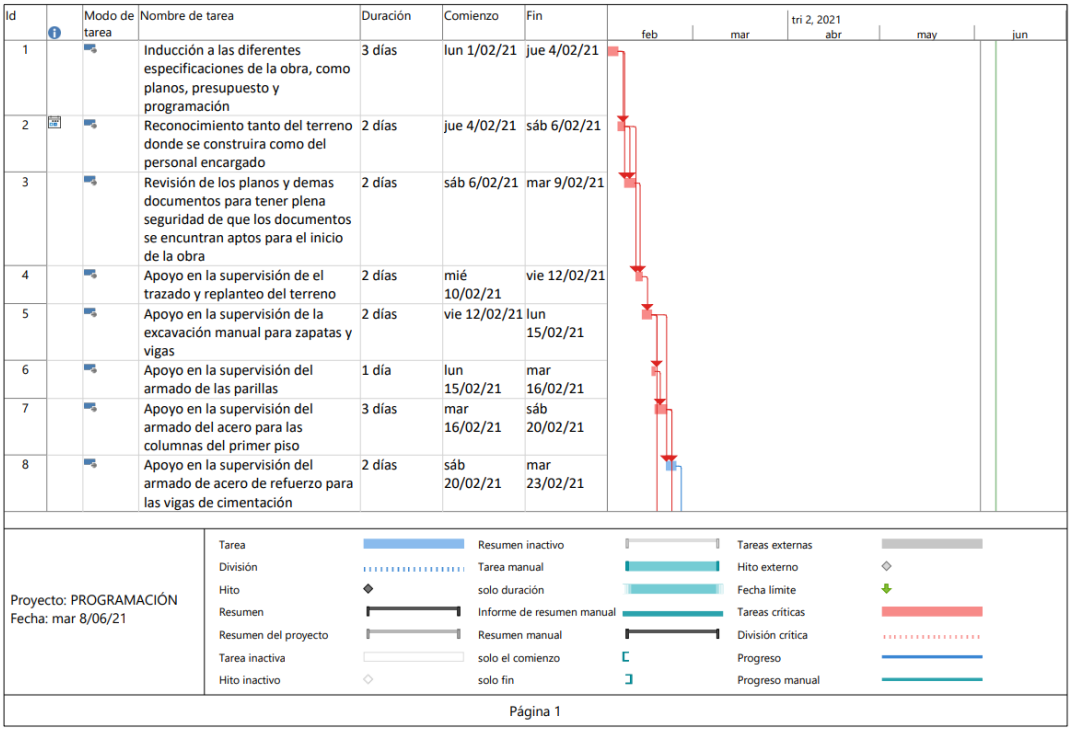
6.1.2 PROGRAMACIÓN

Mi participación en este proyecto inicia desde la etapa de pre-inversión, para así luego pasar a la etapa de construcción.

Terminadas las cantidades de obra, el reconocimiento del terreno y del personal a cargo, elabore una programación en Project, en donde estime las labores a realizar en la obra a futuro y sus días de duración teniendo como base programaciones antiguas de la constructora. Teniendo todas las actividades de la obra plasmadas y claras, realice el análisis de las precedencias de cada actividad, esto con el objetivo

de identificar las actividades primarias, intermedias y finales, formando de esta manera un diagrama de Gantt, el cual es un método para la planificación de proyectos que utiliza herramientas graficas cuyo principal objetivo es mostrar el tiempo de duración previsto por cada actividad a realizar a lo largo de un tiempo determinado. Dentro de las cosas para tener en cuenta a la hora de realizar un diagrama de Gantt es que para los proyectos complejos (estos se definen como los proyectos que cuentan con 25 o más actividades), el cual es nuestro caso, se requiere el uso de técnicas basadas en las redes de precedencia como lo es el CPM (método de la ruta crítica), el cual es principalmente utilizado para calcular los plazos de la planificación y tiempos dentro de un proyecto como se muestra a continuación.

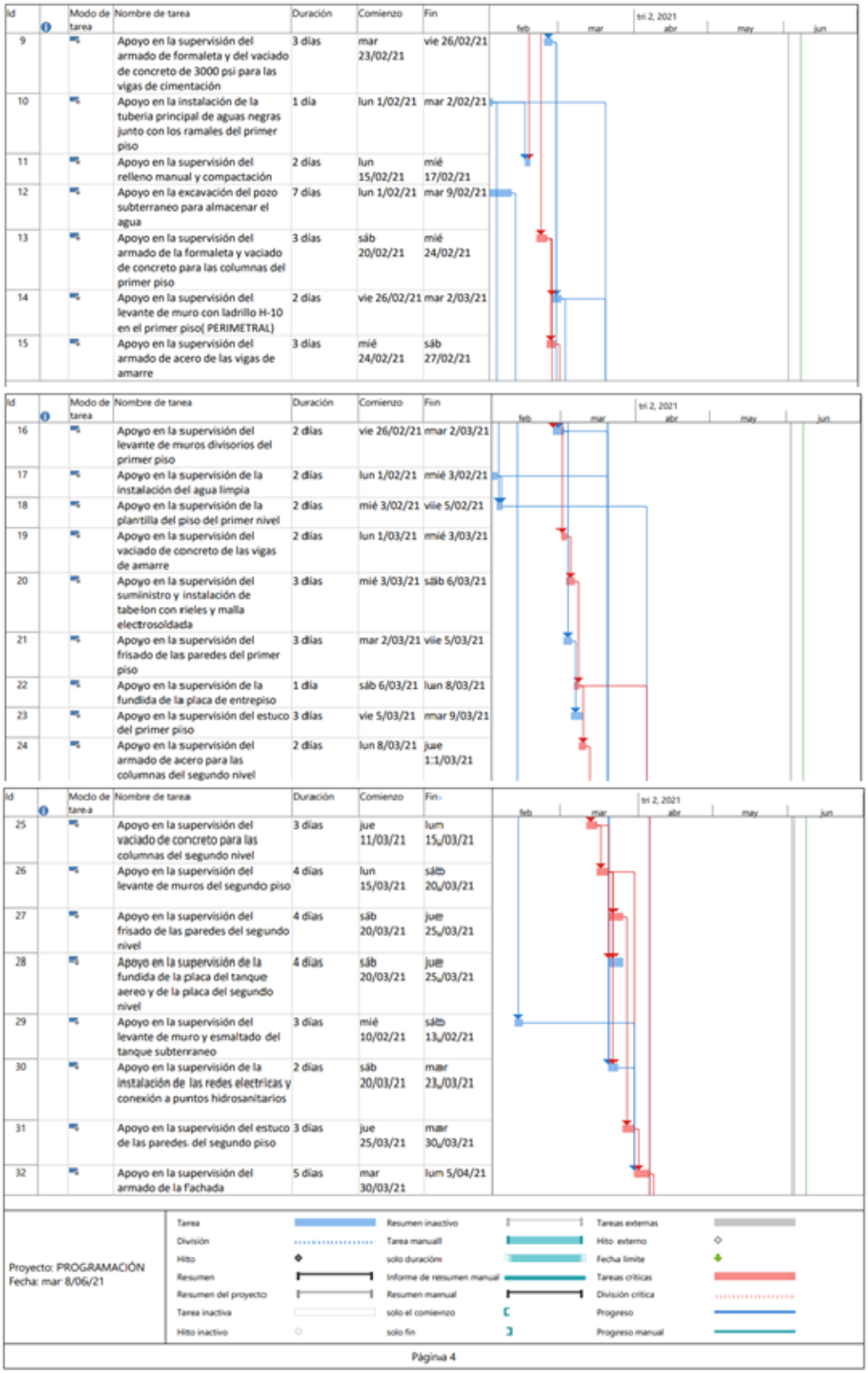
Ilustración 16. Programación casa 11



Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
1		Inducción a las diferentes especificaciones de la obra, como planos, presupuesto y programación	3 días	lun 1/02/21	jue 4/02/21
2		Reconocimiento tanto del terreno donde se construira como del personal encargado	2 días	jue 4/02/21	sáb 6/02/21
3		Revisión de los planos y demas documentos para tener plena seguridad de que los documentos se encuntran aptos para el inicio de la obra	2 días	sáb 6/02/21	mar 9/02/21
4		Apoyo en la supervisión de el trazado y replanteo del terreno	2 días	mié 10/02/21	vie 12/02/21
5		Apoyo en la supervisión de la excavación manual para zapatas y vigas	2 días	vie 12/02/21	lun 15/02/21
6		Apoyo en la supervisión del armado de las parillas	1 día	lun 15/02/21	mar 16/02/21
7		Apoyo en la supervisión del armado del acero para las columnas del primer piso	3 días	mar 16/02/21	sáb 20/02/21
8		Apoyo en la supervisión del armado de acero de refuerzo para las vigas de cimentación	2 días	sáb 20/02/21	mar 23/02/21

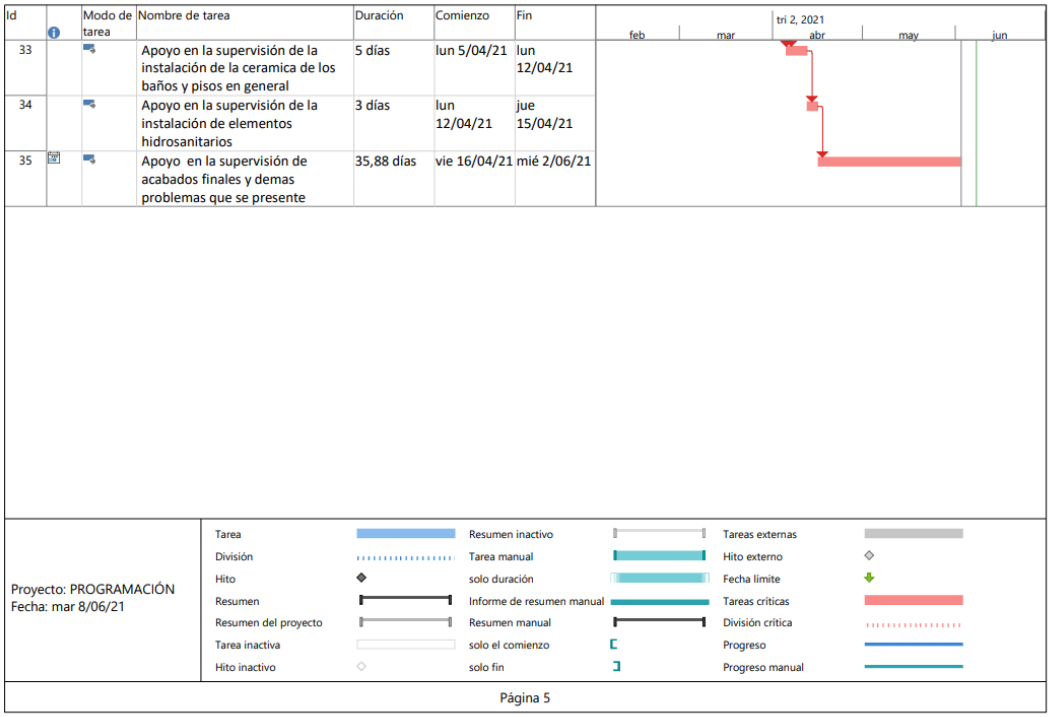
Como lo muestra la primera parte de la programación, dentro de la gráfica las líneas rojas muestran que las actividades de la 1 a la 7 cuentan como tareas críticas, es decir que sin realizar la actividad número uno no se puede proceder a la ejecución de la numero 2 y se sigue esta secuencia hasta encontrar nuevamente una actividad primaria o en su caso que no dependa ni ninguna otra tarea anterior. Caso que se puede evidenciar en la actividad número 12, la cual se podría catalogar como actividad primaria ya que esta tarea es la base para empezar con el proceso constructivo del tanque subterráneo, haciendo de ella una actividad independiente en comparación con las anteriores.

Ilustración 16. Programación casa 11 (Parte 2)



Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
9		Apoyo en la supervisión del armado de formaleta y del vaciado de concreto de 3000 psi para las vigas de cimentación	3 días	mar 23/02/21	vie 26/02/21
10		Apoyo en la instalación de la tubería principal de aguas negras junto con los ramales del primer piso	1 día	lun 1/02/21	mar 2/02/21
11		Apoyo en la supervisión del relleno manual y compactación	2 días	lun 15/02/21	mié 17/02/21
12		Apoyo en la excavación del pozo subterráneo para almacenar el agua	7 días	lun 1/02/21	mar 9/02/21
13		Apoyo en la supervisión del armado de la formaleta y vaciado de concreto para las columnas del primer piso	3 días	sáb 20/02/21	mié 24/02/21
14		Apoyo en la supervisión del levante de muro con ladrillo H-10 en el primer piso(PERIMETRAL)	2 días	vie 26/02/21	mar 2/03/21
15		Apoyo en la supervisión del armado de acero de las vigas de amarre	3 días	mié 24/02/21	sáb 27/02/21
16		Apoyo en la supervisión del levante de muros divisorios del primer piso	2 días	vie 26/02/21	mar 2/03/21
17		Apoyo en la supervisión de la instalación del agua limpia	2 días	lun 1/02/21	mié 3/02/21
18		Apoyo en la supervisión de la plantilla del piso del primer nivel	2 días	mié 3/02/21	vie 5/02/21
19		Apoyo en la supervisión del vaciado de concreto de las vigas de amarre	2 días	lun 1/03/21	mié 3/03/21
20		Apoyo en la supervisión del suministro y instalación de tabelon con rieles y malla electrosoldada	3 días	mié 3/03/21	sáb 6/03/21
21		Apoyo en la supervisión del frisado de las paredes del primer piso	3 días	mar 2/03/21	vie 5/03/21
22		Apoyo en la supervisión de la fundida de la placa de entrepiso	1 día	sáb 6/03/21	lun 8/03/21
23		Apoyo en la supervisión del estuco del primer piso	3 días	vie 5/03/21	mar 9/03/21
24		Apoyo en la supervisión del armado de acero para las columnas del segundo nivel	2 días	lun 8/03/21	jue 11/03/21
25		Apoyo en la supervisión del vaciado de concreto para las columnas del segundo nivel	3 días	jue 11/03/21	lun 15/03/21
26		Apoyo en la supervisión del levante de muros del segundo piso	4 días	lun 15/03/21	sáb 20/03/21
27		Apoyo en la supervisión del frisado de las paredes del segundo nivel	4 días	sáb 20/03/21	jue 25/03/21
28		Apoyo en la supervisión de la fundida de la placa del tanque aereo y de la placa del segundo nivel	4 días	sáb 20/03/21	jue 25/03/21
29		Apoyo en la supervisión del levante de muro y esmaltado del tanque subterraneo	3 días	mié 10/02/21	sáb 13/02/21
30		Apoyo en la supervisión de la instalación de las redes electricas y conexión a puntos hidrosanitarios	2 días	sáb 20/03/21	mar 23/03/21
31		Apoyo en la supervisión del estuco de las paredes del segundo piso	3 días	jue 25/03/21	mar 30/03/21
32		Apoyo en la supervisión del armado de la fachada	5 días	mar 30/03/21	lun 5/04/21

Ilustración 16. Programación casa 11 (Parte 3)



Id		Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
33			Apoyo en la supervisión de la instalación de la ceramica de los baños y pisos en general	5 días	lun 5/04/21	lun 12/04/21
34			Apoyo en la supervisión de la instalación de elementos hidrosanitarios	3 días	lun 12/04/21	jue 15/04/21
35			Apoyo en la supervisión de acabados finales y demas problemas que se presente	35,88 días	vie 16/04/21	mié 2/06/21

Como se ve en las imágenes anteriores el análisis de la ruta crítica fue sencillo de arrojar gracias a las herramientas que nos brinda Microsoft Project. De la programación ya planteada se podría hablar de las actividades primarias las cuales no dependen de otras, donde encontramos por ejemplo la actividad N°1, la cual se podría definir como la base para dar pie derecho al comienzo de la ejecución del proyecto, de esta manera pasamos a las actividades intermedias, donde encontraremos todas las actividades que se desprenden como ramales de las actividades primarias siguiendo así una precedencia hasta llegar a las actividades finales que en este caso serian todo lo que conlleva la obra blanca de una casa y demás problemas que se puedan encontrar como humedades, goteras, fisuras, entre otras.

6.1.3 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES CASA 11

Antes de empezar con la construcción se realizó un análisis del comportamiento de las viviendas vecinas con el fin de determinar si han sufrido asentamientos o agrietamientos. Para verificar la calidad del suelo en el que se construirá se utilizó una técnica sencilla muy común en campo, la cual consiste en realizar un apique a una profundidad de 2 metros para luego tratar de enterrar una varilla de ½ en el fondo del apique, donde se analizó que la varilla no penetraba fácilmente el terreno por lo que el terreno fue considerado firme.

La primera actividad desarrollada fue el replanteo y la elaboración de excavaciones para el nivel de cimentación. En los planos estructurales se indican 4 ejes en

dirección X y 3 ejes en dirección Y, lo que implica la elaboración de zanjas a una profundidad aproximada de 30 cm para dar espacio a las vigas de cimentación y zanjas de 80 cm para la elaboración de las zapatas. Posterior a esta actividad, se comenzó con el armado de la parrilla de las zapatas, del hierro longitudinal y trasversal de las vigas de cimentación, de las columnas y columnetas del primer piso. En la excavación se utilizaron formaletas de madera para garantizar el buen terminado del concreto. Durante el proceso del vaciado de concreto en las vigas de cimentación se tuvieron en cuenta aspectos claves como, humedecer las caras y el fondo de la formaleta y la adecuada compactación y vibración mediante una varilla y golpes a la formaleta para eliminar cualquier vacío, con el fin de homogenizar el concreto.

Ilustración 17. Armado de acero de vigas de cimentación y columnas. Formaleteo de las vigas de cimentación

La superficie del concreto fue enrasada para darle un acabo parejo como lo muestra la imagen 18, de igual manera se hizo para facilitar la adherencia entre el concreto y el mortero de pega.

Ilustración 18. Vaciado de concreto de las vigas de cimentación

Un mal proceso en el desencofrado de formaletas conlleva a errores como el que se evidencia en la imagen 19, esta falla se da por la falta de paciencia dentro del proceso del vaciado del concreto y por la falta de material , ya que el maestro encargado al no tener disponibilidad de formaletas toma la decisión sin consultar de desencofrar, evadiendo los requerimientos de tiempo estipulados en el fraguado del concreto, en donde se estima que para que una mezcla pase de su estado líquido a estado sólido final deben pasar por lo menos 10 horas.[18]

Ilustración 19. Falla de la viga debido a un mal procedimiento

Siguiendo con el itinerario la siguiente actividad a realizar fue el encofrado para columnas, donde se utilizaron nuevamente formaletas de madera junto con listones que ayudaron a soportar la nivelación y verticalidad de la superficie que arrojo la plomada. Posterior a esto se humedecieron las caras internas de la formaleta evitando de esta manera que se le quite humedad al concreto y que afecte las propiedades de la mezcla. A medida que se realizaba el vaciado del concreto en las columnas se consolidaban vibraciones y golpes con el fin de retirar cualquier aire atrapado durante el proceso, logrando de esta manera una distribución uniforme de la mezcla dentro de la formaleta.

Algo para tener en cuenta durante la etapa final del vaciado del concreto es que se debe sobrepasar el nivel de la columna por lo menos dos centímetros aproximadamente, con el fin de prever la pérdida de volumen del concreto durante el proceso de fraguado. [19]

Ilustración 20. Armado de formaleta para columnas por medio de tablas y listones

Durante el curado del concreto de las columnas fue fundamental garantizar una buena calidad y resistencia del material por medio de cuidados como la protección del sol, del viento y de mantener húmedo los elementos fundidos por lo menos durante los primeros 7 días.

Terminado el proceso del vaciado de concreto de las columnas, se dio lugar al aparejo de muros, lo cual se define como la manera de colocar los ladrillos para construir un muro, estos muros deben construirse con los ladrillos trabados y no en petaca. La técnica utilizada en este proyecto para el aparejo de muros fue la de muro en soga, la cual consiste en formar un tabique con los ladrillos colocados de forma longitudinal como se muestra a continuación: [20]

Ilustración 21. Aparejo de muros en soga [21]

Durante el proceso constructivo de levante de muros del presente proyecto se tuvieron en cuentas aspectos como:

1. En los extremos deben colocarse ladrillos guías para poder llevar adecuadamente la línea de la hilada.
2. La primera hilada debe colocarse en seco para de esta manera evitar errores en el resto del muro.
3. El espesor de la pega a utilizar no debe ser menor a 0.7 cm ni mayor a 1.3 cm, se habla de que el promedio ideal debe ser de 1 cm.
4. La mezcla del mortero se debe colocar en la cara superior de la viga de sobrecimiento, donde se verifica el alineamiento por medio de golpes hasta obtener el tamaño y uniformidad deseados para la junta.
5. Las hiladas horizontales y verticales deben quedar rellenas de mortero entre cada ladrillo.
6. Durante el proceso debe comprobarse la alineación y el plomo del muro.
7. Para una mejor estabilidad del muro cada tres hiladas se deben colocar varillas #3 corrugada en forma horizontal entre el ladrillo y la columna. [22]

Ilustración 22. Levante de muro con ladrillo H-10

El proyecto cuenta con un tanque subterráneo de agua, el cual fue excavado por medio de apiques como lo muestra la imagen 23. Este tanque es propuesto dentro del proyecto como primera medida para el adecuado almacenamiento de agua municipal para usos domésticos y en segundo lugar por los escases del recurso dentro del municipio de Aguachica, puesto que dicho recurso llega alrededor de 20 días a algunos sectores y hasta 40 días es los sectores marginales.

Ilustración 23. Excavación del tanque subterráneo

Terminado el apique del tanque subterráneo se comenzó con la nivelación de la parte inferior del tanque por medio de una placa de aproximadamente 8 cm de alto en donde se contó con una malla de varillas de ½ para dar el soporte necesario. El bloque utilizado para el levantamiento del muro fue el bloque de hormigón macizo, el cual básicamente está compuesto por una mezcla de grava, arena y cemento, y es seleccionado para esta actividad por su buen comportamiento en los temas de humedad, temperatura y sonido.

Ilustración 24. Proceso de aparejo de muros dentro del tanque subterráneo con bloque macizo

Por otra parte, al dar por completada la actividad de levante de muros perimetrales y elementos arquitectónicos por lo cual se entienden todos los muros que sirven para delimitar ciertos espacios dentro de un proyecto o en otras palabras muros divisorios de la primera planta como lo muestra la imagen 25, se inició con la armada del hierro y formaleteo de las vigas de amarre.

Ilustración 25. Divisiones internas en ladrillo H-10

Dichas vigas de amarre cuentan con un grosor igual al del muro, y con una altura de 15 cm, el número de varillas a utilizar es 4 de 3/8 corrugadas, con estribos de dimensión 10*15 cada 20 cm, como lo muestra la imagen 26. En este caso las vigas no quedan al mismo nivel de la losa de entrepiso ya que la losa a utilizar es placa fácil, y dentro del proceso constructivo de esta placa indica que los rieles deben ir soportados sobre las vigas de amarre. El proceso del vaciado de concreto de estas vigas es prácticamente igual al mencionado en el proceso anteriormente de elementos estructurales, teniendo en cuenta el debido proceso de trabajo en alturas.

Ilustración 26. Armado y formaleteo de las vigas de amarre 1 piso

El sistema constructivo placa fácil es un sistema muy utilizado actualmente en la construcción debido a que ofrece una mayor rapidez dentro del proceso de dichos elementos estructurales de las viviendas, ya que al momento de su instalación es

fácil de implementar y en comparación con las losas de entre piso tradicional reduce tiempos [21]. Dentro de las principales ventajas al utilizar este sistema se encuentra:

- Se ajusta a cualquier área
- Cumple con las especificaciones estipuladas en la NSR-10
- No requiere de equipos ni herramientas especiales para la instalación
- Sistema económico con montaje rápido y sencillo
- Los bloquelones hacen la función de formaleta [23]

El proceso de construcción del sistema placa fácil del proyecto de la vivienda N°11 cuenta con 11 m de longitud, 6 m de ancho y 5 cm de espesor en la torta de concreto. Para el cálculo de los materiales requeridos se utilizó una pequeña hoja de cálculos en la que se muestra el ítem, el material, la unidad y la cantidad (Tabla N.º 6), en donde los pasos a seguir fueron:

1. Calcular el Área de la placa
2. Calcular la cantidad de los perfiles de placa fácil: Para este cálculo se dividió la longitud de la placa que son 11 m entre la separación de los perfiles que es 0,89 m.
3. Calcular la cantidad de bloquelones: Para esto se tuvo en cuenta área del bloquelon, el área de la placa menos el área del perfil, esto para hallar un área neta y así poder dividirla entre el área del bloquelon para que nos arrojara la cantidad de bloquelones a utilizar.
4. Cálculo de la cantidad de malla electrosoldada
5. Calcular la cantidad de concreto a utilizar
6. Cálculo de la cantidad de área y triturado

Tabla 6. Cantidad de materiales para la losa de entrepiso placa fácil

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
1	Bloquelon de 0,8*0,23*0,08	UN	339
2	Malla electrosoldada de 4,5 mm	UN	5
3	Perfiles con L= 6 m	UN	13
4	Cemento por bultos de 50kg	UN	28
5	Arena	M3	2,23
6	Triturado	M3	3,34

Dentro de las recomendaciones que se consideraron al momento de fundir la placa de este tipo se encuentra, no acumular concreto en un solo punto ya que puede ocasionar que se deflecte la zona, por el contrario, se debe fundir de manera uniforme (imagen 23). Se utilizaron tablones para el tránsito de las carretillas con concreto, ya que si no se hacía así podría ocasionar la ruptura de los tabelones, y se instaló la tubería eléctrica necesaria antes de fundir la placa. La placa de

entrepiso tardo aproximadamente entre 5 a 6 horas en fundirse, utilizando un trompo y una cuadrilla de 6 personas, con estos datos hablamos de un rendimiento de 12 m2/h, algo que al compararse con un estudio de un estudiante de la universidad piloto de Colombia no esta tan fuera de lo común, ya que dentro de dicho estudio se muestra la siguiente tabla:

Tabla 7. Rendimiento del vaciado de concreto [23]

Vaciado De Concreto				
Muestra	Registro	Cantidad (M^2)	Tiempo (H)	Rendimiento Obtenido De Mano De Obra En (M^2/H)
1	1	72	6	12,00
2	1	95	7	13,57
3	1	72	6,5	11,08
4	1	95	6,5	14,62
5	1	72	5	14,40

Donde el rendimiento obtenido es de 15,83 m2/h. [23]

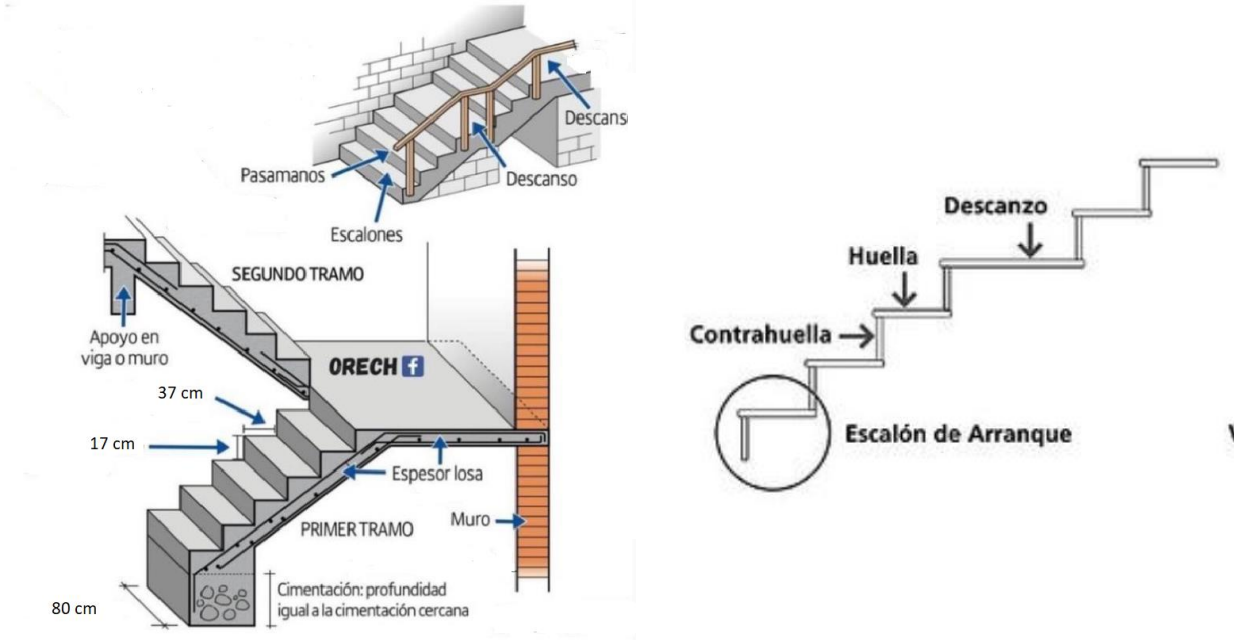
Ilustración 27. Fundida de la placa de manera uniforme con la ayuda de regla metálica

Terminada la placa, se realizaron las actividades faltantes en la primera planta como el armado del hierro y fundida de la tapa del tanque subterráneo, y las respectivas divisiones de la cocina con el patio de labores.

De acuerdo con el espacio disponible y las necesidades de la edificación, se opta por la construcción de una escalera de dos tramos con descanso. Este tipo de escaleras son una solución aceptada en la mayoría de las construcciones ya que son cómodas y reducen la cantidad necesaria de circulaciones. Esta escalera en particular está diseñada para la comunicación de los dos niveles del proyecto N° 11, conformada por peldaños, los cuales se definen como la parte de la escalera en la que se apoya el pie en ascenso o descenso. [24]

Además de los peldaños o escalones la escalera para este proyecto está conformada por los siguientes elementos y proporciones:

Ilustración 28. Partes de la escalera [24]



- **Huellas**: Se definen como el plano horizontal de un peldaño. Se hicieron de 37 cm de longitud, cumpliendo con la longitud mínima que es 36 cm.
- **Contra huella:** Se define como la altura de un peldaño. Se hicieron de 17 cm de longitud.
- **Pasamanos**: Parte superior de una barandilla. La altura promedio es de 82 cm. [24]

En cuanto a la distancia del ancho de la escalera se promedió una distancia de 80 cm con el fin de que al momento de que dos personas se crucen en la escalera no se tropiecen.

En cuanto al proceso de construcción se utilizó formaleteria de madera para facilitar los cortes de los peldaños a fundir y de la caja de la escalera. Posterior a esto se fabricó una estructura provisional para apoyar la formaleta por medio de gatos hidráulicos. La parrilla de acero se realizó con varilla de 1/2, con una separación aproximada de 20 cm para de esta manera aportar el debido refuerzo, como se muestra a continuación:

Ilustración 29. Armado del hierro y formaleteo para la escalera

Al verificar los niveles de la escalera y dar por terminado la actividad de formaleteria y armado de hierro, se procede al vaciado del concreto de los escalones y el descanso de la escalera.

Ilustración 30. Escalera fundida

6.1.4 CORTE DE OBRA, INVENTARIO Y CONTROL DE EQUIPOS Y MATERIALES DE LA CASA N°11

La obra se interviene mediante un corte de obra, estando en la etapa media de la construcción del proyecto N°11, lo cual corresponde al 50% de la ejecución de las actividades planteadas inicialmente. Al realizar la comparación de las actividades estipuladas en la programación inicial, con las ejecutadas hasta el momento, se evidencia que cinco actividades no cumplen con los tiempos de entrega pactados, como se muestra a continuación:

Tabla 8. Actividades atrasadas

N°	ACTIVIDADES ATRASADAS	DIAS	FECHA		FASE	%EJECUTADO	UND
10	APOYO EN LA INSTALACIÓN DE LA TUBERIA PRINCIPAL DE AGUAS NEGRAS JUNTO CON LOS RAMALES DEL PRIMER PISO	1 DIA	LUN 1/02/21	MAR 2/02/21	INCOMPLETA	20	GL
12	APOYO EN LA EXCAVACIÓN DEL POZO SUBTERRANEO PARA ALMACENAR EL AGUA	7 DIAS	LUN 1/02/21	MAR 9/02/21	INCOMPLETA	60	GL
17	APOYO EN LA SUPERVISIÓN DE LA INSTALACIÓN DE AGUA LIMPIA	2 DIAS	LUN 1/02/21	MIR 3/02/21	INCOMPLETA	35	GL
18	APOYO EN LA SUPERVISIÓN DEL PISO DEL PRIMER NIVEL	2 DIAS	MIR 3/02/21	VIE 5/02/21	INCOMPLETA	0	M2
21	APOYO EN LA SUPERVISIÓN DEL FRISADO DE LAS PAREDES DEL PRIMER PISO	3 DIAS	MAR 2/03/21	VIE 5/03/21	INCOMPLETA	50	M2

La tabla número 8 muestra el número y la descripción de las actividades que cuentan con retraso, acompañadas de los tiempos de entrega iniciales, y del porcentaje ejecutado hasta la fecha. La actividad N°10 se encuentra actualmente en un 20 % de su ejecución, debido primeramente a que la búsqueda de la conexión principal se tardó más de lo estipulado, ya que la tubería para la conexión por norma debe estar a una profundidad de 1,20 cota clave y pasar por el eje de la vía, pero en el momento de la búsqueda se excavo el 1,20 m y no se encontró el tubo, por lo que toco excavar 15 cm más para realizar la conexión, además de esto en medio del proceso de excavación el factor climático no favoreció, pues las fuertes lluvias llevaron a dar pausa a la actividad. Por otro lado, se encuentra la actividad N°12, la cual corresponde a la excavación del pozo subterráneo, en donde el retraso surge por la falta de herramientas para realizar el apique, pues estando en un 60% de avance, los picos disponibles sufren una ruptura en uno de sus extremos, lo cual llevo a hacer pausa de la actividad por los 3 días de reparación de la herramienta. La actividad N°17 se atrasa por la falta de tubería y accesorios necesarios en la ferretería dende se autoriza la entrega de material para la constructora. La actividad N°18 tiene como predecesora la N° 17, por ende, sin realizar la respectiva instalación de agua limpia, no se puede realizar el respectivo vaciado del piso del primer nivel. La actividad de pañete de muros en la primera planta cuenta con un 50% de avance debido a que se le dio prioridad a demás actividades que necesitaban culminar para dar el encerramiento total de la vivienda.

Además de las fallas mencionadas, dentro de la construcción se encontraron diversas dificultades que no se previeron, pues dentro de la obra se presentan diferentes problemas que hacen que la construcción se retarde en todos los aspectos. Dentro de esas dificultades podemos encontrar:

a. Agua, la falta de agua en el momento de fundir columnas y vigas de cimentación, fue un aspecto que hizo retrasar estas actividades ya que solo se tenía un tanque provisional de 500 ml, y la capacidad que se necesitaba debía ser mayor ya que el tiempo de espera de la llegada del líquido era mínimo de 20 min.

b. Materiales, como supervisor me encargaba de pedir el material necesario con un día de anticipación, pero como solo se contaba con un solo carro el cual se encarga se distribuir material a las demás obras, los materiales no llegaban a la hora prevista, cosa que mejoro tiempo después ya que la misma casa se utilizó como bodega.

c. Comunicación, la falta de comunicación es uno de los problemas más comunes dentro de la obra, ya que al haber un mal manejo de la información se realizaban actividades que estaban previstas, pero no era el tiempo de desarrollarlas.

d. Disposición, la mala disposición de los trabajadores hace que la obra se retarde de manera significativa.

Por medio de la aplicación de un inventario se muestra la situación actual en la que se encuentran las herramientas y equipos de la obra. Actualmente existe la necesidad de llevar un adecuado control de los recursos que dispone la obra para su ejecución, para lo cual se disponen formatos donde se especifica la descripción de la herramienta, la cantidad, el estado y las respectivas fechas, como lo muestra la tabla 9, teniendo así al final de la obra un soporte al momento de la entrega de estas, con el único objetivo de que entre a bodega la misma cantidad que se despachó.

Tabla 9. Inventario de herramientas y equipos

INVENTARIO DE HERRAMIENTAS Y EQUIPOS PARA CASAS DEL COMULTRASAN							Observacion
INGENIERO RESIDENTE	RAFAEL SANTOS RINCON JIMENEZ			Fecha del inventario		8/04/2021	
MAESTRO DE OBRA	JOHAN SUAREZ			CASA		11	
Item	HERRAMIENTA O EQUIPO	Cantidad Ent	Fecha de ent				
1	Pala Cuadrada	1	25/01/2021				Se entrego NUEVO
2	Pala Redonda	2	25/01/2021				Se entrego NUEVO
3	Piulidora pequeña black and decker	1	13/02/2021				Se entrego NUEVO
4	Barra de hierro	2	25/01/2021				Se entrego NUEVO
5	Nivel de mano	1	28/01/2021				Se entrego NUEVO
6	Pica	1	25/01/2021				Se entrego NUEVO
7	Reglas metalicas *6m	3	16/02/2021				Se entrego NUEVO
9	Palustres	1	16/02/2021				Se entrego NUEVO
10	Llanas plasticas	2	16/02/2021				Se entrego NUEVO
11	Carretas	2	25/01/2021				USADAS
12	Martillos	2	25/01/2021				Se entrego NUEVO
13	Porras	2	25/01/2021				Se entrego NUEVO
14	Cinceles	2	25/01/2021				
15	Segueta	1	7/04/2021				Se entrego NUEVO
16	Escuadra	1	25/01/2021				USADAS

En cuanto al control de equipos y herramientas de la casa N°11 el proceso a seguir era el siguiente:

- ✓ Identificar los equipos y materiales necesarios para el desarrollo de las actividades planificadas.
- ✓ Realizar la respectiva orden al supervisor de dichos elementos por medio del siguiente documento:

Ilustración 31. Formato para pedir materiales y equipos

PLANEACIÓN, SUPERVISIÓN, PRESUPUESTO Y CONSTRUCCIÓN DE ObrAS CIVILES, TRAMITES DE LICENCIAS DE CONSTRUCCIÓN DESENGLOBE Y URBANISMO, FORMULACIÓN DE PROYECTOS, DISEÑOS ESTRUCTURALES Y ARQUITECTÓNICOS CONSULTORÍA, ESTUDIOS DE SUELO, SUMINISTROS

DOCUMENTO EQUIVALENTE A LA FACTURA DE ADQUISICIONES EFECTUADAS POR RESPONSABLES DEL RÉGIMEN COMÚN A PERSONAS NATURALES NO COMERCIALES O INSCRITAS EN EL REGIMEN SIMPLIFICADO

NIT. 901253118 - 4 / RÉGIMEN COMÚN

Cra 16 # 16a - 19 / Local 3 / 300 817 8617 - 316 282 6888 / AGUACHICA - CESAR

0804

PROVEEDOR: Casa 11

NIT:

FECHA: semana 22-28 Marzo CONTACTO:

CANT.	PRODUCTO	V.R. UNITARIO	VR. TOTAL
3	varillas 1/4 (Pages)	6.500	19.500
6	bultos Cemento Pañetado	21.500	129.000
2	bultos Cemento Mamposteria Aigos	20.500	41.000
5	Kilos Alambre.	5.500	27.500
		BASE	
		RETEFUENTE	
		IVA%	
		TOTAL	217.000

DECLARO QUE SOY PERSONA NATURAL, NO COMERCIANTE O ME HALLO INSCRITO EN EL REGIMEN SIMPLIFICADO, DECRETO 522 DE 2003, ART. 3

FIRMA PROVEEDOR

ACEPTADA

- ✓ Firmado y aprobada la solicitud, se procede a realizar el pedido de los materiales y equipos necesarios ya sea en la ferretería o en la bodega si se dispone.
- ✓ Entregado los materiales o equipos por ferretería, se hace entrega de la respectiva facturación a la secretaria de la constructora encargada. Facturación como la que se muestra a continuación:

Ilustración 32. Factura de un pedido para la casa N° 11

FERRETERIA QUINTERO LA GRAN ESQUINA S.A.S.
NIT: 901256880-2 Responsable De IVA
Dir. CALLE 4 25 68 Aguachica Cesar - Colombia
Tel: (5) 565 30 73 E-Mail: ferrequinterosas@hotmail.com

Casa 11

Nit o Cc 901253118-4
Ciudad AGUACHICA (CESAR)
Telefono 3162826888

FACTURA DE VENTA No FP5-1698
Fecha Factura: 25/02/2021 | Fecha Pago: 25/02/2021 | Cond. Pago: 0 dias | Pagina No: Ide 1
Vendedor: ELIS YOJANA | Forma De Pago: CONTADO

RESOL POS DIAN : 18764006116135 DE 23/10/2020AUTORIZA PREFIJO FP5- 17 al 100000

Codigo	Descripción de los Productos	Cant.	Valor Bruto	Iva %	Total Unit.	Valor Total
001275	CLAVO COMUN C/C 3" X 400G	10.00	$2.269	19	$2,700	$27,000
004493	CLAVO COMUN C/C 2-1/2	2.00	$2.269	19	$2,700	$5,400
000347	DISCO METAL DEWALT 4.1/2 X .045 X 7/8 DW8062	2.00	$3.782	19	$4,500	$9,000
000021	VARILLA TRIPA DE POLLO 4 MM X 6MTS	80.00	$2,101	19	$2,500	$200,000
001718	TUBO SANITARIO T/P 3" X METRO TUBO SANITARIO T/P 3" X 6 METRO	1.00	$50,420	19	$60,000	$60,000
003341	TUBO SANITARIO T/P 1-1/2" X METRO TUBO SANITARIO T/P 1-1/2" X 6 METRO	1.00	$25.210	19	$30,000	$30,000

- ✓ Como siguiente paso se realiza la entrega de los materiales y equipos al respectivo maestro por medio de un libro interno, el cual especifica la fecha de entrega y la firma de quien entrega y quien recibe.

- ✓ De esta manera la constructora constata que el material si se entregó. Por parte personal si surgía alguna discrepancia, se guardaba la copia de cada factura y de cada pedido, haciendo de esto un adecuado control del material y de los equipos requeridos para la obra.

Por otro lado, se dio por finalizada la actividad de levante de mampostería de la segunda planta, en donde se utilizó la misma técnica que en la primera planta, es decir aparejo de muros por soga. Posterior a esto se fundió la placa del tanque aéreo, la cual por temas de agilidad y recursos se realizó por medio del sistema constructivo placa fácil, donde las cuantías de acero se calcularon dividiendo el área de la placa entre en área de la malla a utilizar de 4,5 mm de diámetro, arrojando un valor de 0,64 und de malla, cumpliendo de esta manera con lo mínimo especificado en la norma. La malla fue reforzada con varillas de 5/8 aportando de esta manera un mayor refuerzo para soportar el peso constante del tanque de agua.

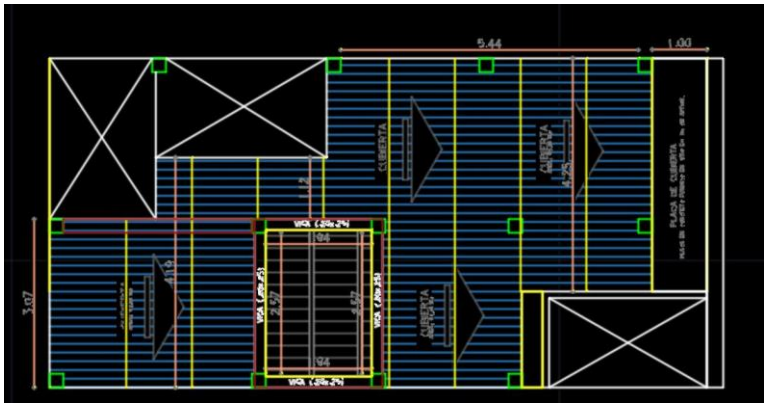
Ilustración 33. Fundida de placa para el tanque aéreo

Dado por terminado el vaciado de concreto en las placas de la cubierta y tomado los niveles necesarios se procede al levante de muro respectivo luego de la viga de amarre de la segunda planta, donde se tuvo en cuenta la pendiente estipulada para la cubierta en los planos, formando de esta manera las llamadas cuchillas.

El tipo de cubierta empleado fue cubierta liviana. La estructura de la cubierta se realizó mediante tubos metálicos calibre 20 de dimensión 3*1/2, los cuales fueron anclados y asegurados a las paredes laterales. El revestimiento empleado se hace por medio de láminas de zinc y fueron ancladas a la estructura metálica mediante pernos de 3 ½ pulgada de tipo autoperforante por la parte superior de la lámina.

La cubierta dispone de una sola vertiente para evacuar el agua lluvia, como se muestra a continuación:

Ilustración 34. Planta de la cubierta a una sola agua [12]

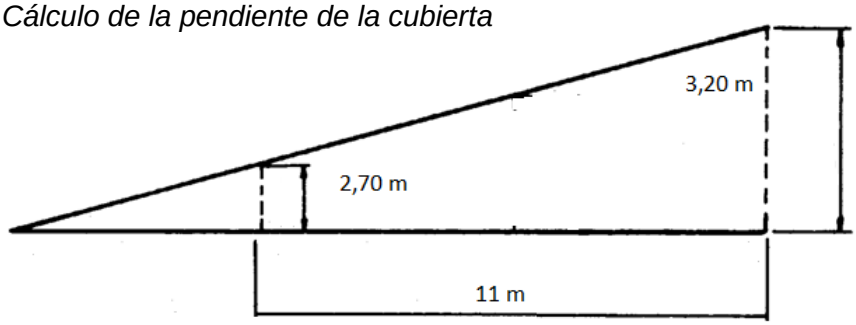


El cálculo de la pendiente ya mencionada se realizó tomando la diferencia de dos alturas (una inicial y otra final, como se muestra en la imagen a continuación):

Ilustración 35. Vista lateral de la casa N°11 especificando alturas del segundo nivel

El cálculo de las alturas hallado se divide entre la distancia y se multiplica por cien, para que nos arroje la pendiente:

Figura 2. Cálculo de la pendiente de la cubierta



$$\frac{(3{,}20 - 2{,}70)}{11} * 100 = 4{,}54\ \%$$

El resultado obtenido es de 4,54 %, un valor aceptable dentro de los rangos de las pendientes recomendadas en el titulo E de la NSR-10, ya que para cubiertas metálicas la pendiente máxima se encuentra en el 15%, como se videncia en la siguiente tabla:

Tabla 10. Pendientes recomendadas [22]

Tipo de Cubierta	Pendiente Máxima
Teja de barro	42%
Asbesto – cemento	27%
Plástica	20%
Metálica	15%
Losa de concreto	2%

Cumpliendo de esta manera con el objetivo de dirigir el agua hacia los sumideros ubicados en los puntos bajos.

Finalmente se entra en la etapa final de la obra donde se encuentra la obra blanca, incluyendo de esta manera los acabados, los cuales juegan un papel más que fundamental dentro de la construcción ya que además de que hacen que el proyecto luzca bien, cumplen con funciones importantes como:

a. Sin ventanas en días soleados el calor serio intenso y en días lluviosos el agua entraría a la vivienda.

b. Sin cerámica el propietario del proyecto caminaría siempre sobre una losa rustica, a la cual no se le podría realizar un mantenimiento de higiene básico.

Los acabados de esta obra en particular hicieron los espacios confortables, ya que, dentro de lo previsto, una de las principales razones al momento de construir es brindar comodidad y calidad al cliente, innovando con espacios amplios y poco comunes, como los realizados en la actual construcción.

Ilustración 36. Cerámica del primer piso instalada

Ilustración 37. Instalación de puerta corrediza y cielo raso en habitación principal

De esta manera se llega al final del proyecto, en donde los tiempos de entrega mejoraron en comparación al primer corte de obra, obteniendo como resultado la propuesta inicialmente diseñada.

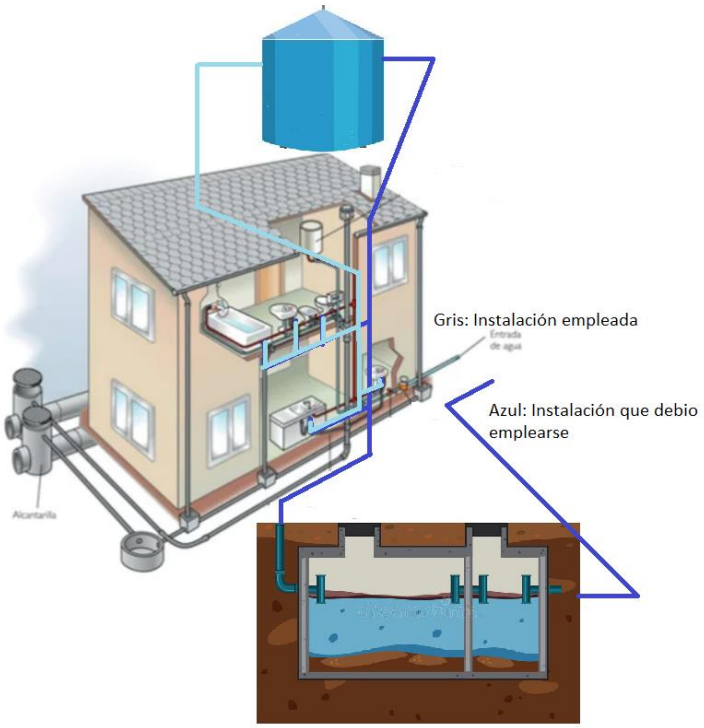
Ilustración 38. Fachada de casa 11

6.2 CASA 05

6.2.1 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES CASA 05

La primera actividad realizada dentro de este proyecto fue llevar a cabo la adecuada supervisión de las actividades ya ejecutadas. Durante el proceso de la revisión se encontraron diferentes fallas, donde la más significativa fue la inadecuada instalación al momento de distribuir el agua limpia en la totalidad de la casa. A continuación, se muestra un esquema de la comparación de la instalación empleada y la instalación que debió emplearse desde un principio:

Ilustración 39. Instalación del agua limpia de la vivienda N°5 [25]



La instalación empleada como lo muestra la imagen anterior es dirigida por medio del tubo gris, la cual distribuye el agua a los diferentes elementos sanitarios, duchas y cocina de manera directa desde la calle, cosa que no debe ser así, ya que como se mencionó en el inicio del documento el proyecto se ubica en la ciudad de Aguachica – Cesar, lugar donde el recurso del agua es escaso, pues el tiempo de espera de llegada del agua se da por sectores alrededor de cada 15 días con una duración de 24 horas, por ende la vivienda no tendría agua constante para las diferentes labores. Es por eso por lo que la instalación que debió emplearse debe ser como lo muestra la tubería azul del esquema, el sistema que muestra es de bombeo y funciona de manera que el agua de la calle llegue directamente al tanque subterráneo para posteriormente por medio de una bomba eléctrica, empujar el agua hacia el tanque elevado y así distribuirlo en la totalidad de la casa, brindando

de esta manera un adecuado sistema de almacenamiento y distribución del recurso. Dicha falla ya mencionada y explicada se da por el error humano de parte de la persona encargada de realizar la actividad y de la falta de supervisión de obra en general.

Ilustración 40. Falla de conexión

La línea azul es la guía de cómo debe emplearse la adecuada conexión.

Dentro de las actividades restantes se encontraba realizar la caja donde iría la bomba eléctrica, la cual se hizo por medio de restantes de madera que se utilizaron como formaleta y fundida en concreto pobre, con el objetivo de cubrir dicha bomba del agua y el sol, evitando así daños futuros a corto tiempo.

Ilustración 41. Base de la tapa subterránea

Posteriormente se hicieron las respectivas conexiones de los tubos que dan conexión del tanque subterráneo con el aéreo y de los tubos que se encargan de distribuir el agua limpia de la casa en general, donde se instalaron llaves de paso como solución a fugas de agua ya sea por medio de los apartaos sanitarios o fugas en cualquier otro punto de la casa.

Ilustración 42. Conexión de la tubería de ambos tanques

En cuanto al estuco de las paredes se contó con un debido proceso, el cual empieza con homogenizar la mezcla para de esta manera comenzar con la aplicación sobre la superficie por medio de una llana, a la cual debe aplicársele la presión necesaria para asegurar que la mezcla penetre y cubra el espacio de la superficie que se quiere estucar, como se muestra a continuación:

Ilustración 43. Forma recomendada de aplicar el estuco [26]

Las recomendaciones para tener en cuenta en esta actividad son:

- Esparcir o aplicar la mezcla de abajo hacia arriba sobre la superficie.
- Aplicar dos o tres capas de estuco, hasta lograr el espesor final.
- Realizar el acabado por medio de lijas. [26]

De esta manera se procede a la instalación de los marcos de las ventanas corredizas de los cuartos. Es importante resaltar que los vidrios no se instalaron para evitar rayarlos o romperlos, como se evidencia en la imagen 44.

Ilustración 44. Marcos de las ventanas corredizas

La tubería empleada para la distribución eléctrica es de PVC de diámetros pequeños, cuidando de esta manera el aislamiento de los cables y evitando cortos circuitos o incendios, como lo muestra la imagen 45, asegurando de esta manera una instalación segura y fiable por medio de la persona competente, la cual al momento de la instalación cumple con los requisitos estipulados en la NORMA 2050 y el RETIE (Reglamento técnico de instalaciones eléctricas).

Ilustración 45. Instalación de tubería de electricidad

La fachada en particular cuenta con un estilo tradicional, ya que se emplea el ladrillo macizo a la vista como se muestra en la imagen 46, el cual se clasifica como material de construcción. La elección de estos ladrillos se da por su terminación en las caras y aristas permitiendo de esta manera realizar un acabado interesante y original. Dentro de las principales fortalezas de estas fachadas se encuentra que no se requieren de mucho manteniendo, haciendo de esta manera una de las principales opciones al momento de construir.

Por otro lado, las desventajas que se encuentran, es el nacimiento de hongos, perdida de color y manchas en el ladrillo por la condición climática, cosa que se contrarresta con la adecuada aplicación de productos hidrófugos, que ayudan a la prolongación de la vida útil de la fachada.

Ilustración 46. Ladrillo a la vista

Siguiendo con el orden del itinerario, se procede a la pega de la cerámica del patio de labores, en donde se realizó un desnivel con el único objetivo de llevar el agua lluvia de manera directa al sifón correspondiente como se evidencia en la imagen 45.

Ilustración 47. Instalación de la cerámica del patio

Terminado todo lo anterior se comienza con el montaje del cielo raso en icopor en donde como primer paso se instaló la estructura para luego colocar las respectivas laminas. Posteriormente durante la instalación de la cerámica en la totalidad de la casa, se encuentra que el rendimiento del pegante empleado para la actividad contaba con un desperdicio aproximado del 30%. Dicho porcentaje se calcula a partir de que una bolsa de 42.5 kg de pegante cuenta con un rendimiento de 1m2, cosa que no se estaba respetando inicialmente ya que rendia 0,70 m2 por bolsa, pero tras analizar por medio de niveles la plantilla, se encuentra la falla en el pasillo y la habitación final de la vivienda, donde se contaba con un desnivel de 6 cm. Tras la pérdida de pegante, a la actividad se le da pausa para implementar la solución más conveniente, la cual fue vaciar concreto pobre en la parte del desnivel para si continuar con la actividad y respetar los tiempos y el presupuesto planteados.

Es importante resaltar que para esta obra no se me asigno una programación, por ende, para llevar un adecuado control me asigne la tarea de revisar las actividades faltantes, estipulando tiempos de entrega aproximados, los cuales se cumplieron de manera exitosa, ya que las actividades faltantes eran actividades que entran dentro de los llamados acabados, y el material se encontraba a disposición en la bodega. Los resultados fueron positivos, como se muestra a continuación:

Ilustración 48. Fachada de casa 05

Ilustración 49. Vista del interior de casa 05

7. APORTE AL CONOCIMIENTO

Microsoft Excel

En la correcta ejecución de una obra es de vital importancia respetar el presupuesto propuesto inicialmente, el presupuesto de la casa Nº11 del barrio comultrasan fue una actividad que se me encargo, la cual junto con mi supervisor se sacó adelanté teniendo en cuenta todos los parámetros estipulados en el titulo E de la NSR-10, como por ejemplo la zona sísmica de la ciudad donde se quiere construir, la tabla E.3.5-1 que muestra los espesores mínimos nominales para muros estructurales en casas de uno y dos pisos, los diferentes coeficientes para muros confinados, entre otros. La hoja de cálculos ya programada en la que se hizo el presupuesto cuenta con la capacidad de calcular el diferente aceros longitudinal y trasversal de la cimentación, de las, de las columnas, zapatas y las diferentes placas, de igual manera calcula el área a pañetar, a pintar y estucar, también puede calcular el área a levantar de los muros por sus diferentes ejes. Todo esto ya mencionado fue realizado por medio de Microsoft Excel, la cual es una aplicación diseñada para manipular datos y números, lo cual es muy útil al momento de resolver cálculos matemáticos en distintas disciplinas.

Tabla 11. Presupuesto de la casa Nº11 (parte inicial y final)

CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA EN DOS PISOS CASA Nº11 BARRIO COMULTRASAN					
ITEM	DESCRIPCION	UND	CANTD	V. UNITARIO	V. TOTAL
1.0	PRELIMINARES				$ 648.000
1.1	Trazado y replanteo del terreno	m^2	66	$ 2.000	$ 132.000
1.2	Excavación manual	m^3	6,00	$ 20.000	$ 120.000
1.3	Relleno compactado	m3	19,80	$ 20.000	$ 396.000
2,0	CIMENTACIONES				$ 15.063.190
2.1	Viga de cimentación de 020x0,25 en concreto de 3000psi	m^3	2,57	$ 300.000	$ 771.000
2.2	Concreto de 3000psi para columnas de 0,25x0,25	m^3	5,51	$ 340.000	$ 1.874.250
2.3	Concreto de 3000psi para Vigas sobre muro	m^3	3,90	$ 340.000	$ 1.326.340
2.4	Concreto de 3000psi para Vigas cinta	m^3	1,30	$ 340.000	$ 442.000
2.5	Concreto de 3000psi para zapatas	m^3	6,00	$ 300.000	$ 1.800.000
2.6	Suministro e instalación de tabelon con rieles y malla electrosoldada Para placa de tanque aéreo	m^2	62,00	$ 110.000	$ 6.820.000
2.7	Placa maciza para viga canal en concreto de 3000psi; e=0.10m	m^2	5,80	$ 160.000	$ 928.000
2.8	Concreto de 3000psi para escaleras	m^3	0,92	$ 1.200.000	$ 1.101.600
11,0	FACHADA				$ 3.076.858
11.1	Levante de muro en ladrillo H-10	m^2	6,06	$ 28.000	$ 169.568
11.2	Pañete para muros	m^2	60,72	$ 15.000	$ 910.740
11.3	Estuco para muros	m^2	17,54	$ 10.000	$ 175.400
11.4	Pintura Tipo 1 Viniltex 2 manos	m^2	22,98	$ 5.000	$ 114.900
11.5	Fachaleta	m^2	26,25	$ 65.000	$ 1.706.250
12,0	INSTALACIONES ESPECIALES				$ 800.000
12.1	Tubería para gas	glb	1,00	$ 400.000	$ 400.000
12.2	tuberia para aire acondicionado	glb	1,00	$ 200.000	$ 200.000
12.3	Instalación de parabolica	glb	1,00	$ 200.000	$ 200.000
	TOTAL				$ 88.999.822

Fuente. Elaboración propia

Tabla 12. Cálculo de acero longitudinal en la cimentación

RECUBRIMIENTO	0,05

ϕ	traslapo	peso
#2	40	0,25
#3	50	0,56
#4	60	0,994
#5	65	1,552
#6	75	2,235
#7	90	3,042
#8	100	3,973

REFUERZO LONGITUDINAL CIMENTACION						
EJE	No. Varilla	CANT	TRASLAPO	LONGITUD	PESO	TOTAL (KG)
EJE A						
11	#4	4	0,6	11,5	0,994	45,724
EJE B						
11	#4	4	0,6	11,5	0,994	45,724
EJE C						
11	#4	4	0,6	11,5	0,994	45,724
EJE 1						
6	#4	4	0	5,9	0,994	23,4584
EJE 1'						
3,13	#4	4	0	3,03	0,994	12,04728
EJE 2						
3,07	#4	4	0	2,97	0,994	11,80872
EJE 3						
3,13	#4	4	0	3,03	0,994	12,04728
EJE 4						
3,07	#4	4	0	2,97	0,994	11,80872
EJE 5						
6	#4	4	0	5,9	0,994	23,4584

PESO TOTAL (KG)	231,80
TOTAL VARILLAS (UD)	38,87
TOTAL (DESPERDICIO)	243,39

Fuente. Elaboración propia

Tabla 13. Cálculo del área total a pañetar, estucar y pintar

EJES	LONG DE MURO	TIPO VENTANA	TIPO PUERTA	AREA	VENTANA	PUERTA	AREA A PAÑETAR	ÁREA A ESTUCAR	ÁREA A PINTAR
PRIMER PISO									
Garaje	12,95			34,97	0	0	34,97	34,97	34,97
Sala comedor	18,84			50,87	0	0	50,87	50,87	50,87
Cocina	8,94			24,14	0	0	24,14	24,14	24,14
patio de labores	14,72			39,74	0	0	39,74	39,74	39,74
bs				9,62			9,62	9,62	9,62
SEGUNDO PISO									
Hab 1	14,38		t1	38,83	0,00	1,76	37,07	37,07	37,07
Pasillo	6,25			16,88	0,00	0,00	16,88	16,88	16,88
hab 2	12,11			32,70	0,00	6,10	26,59	26,59	26,59
hab 3	17,74			47,90	0,00	6,36	41,54	41,54	41,54
terraza	7,51			20,28	0,00	0,00	20,28	20,28	20,28
bs	6,92			18,68	0,00	0,00	18,68	3,46	3,46
bp	8,38			22,63	0,00	0,00	22,63	4,19	4,19
	2,94			9,56			9,56	9,56	9,56
Antepecho pasillo	4,24			8,48			8,48	8,48	8,48
	10,68			32,04			32,04	32,04	32,04
							393,07	**359,41**	**359,41**

Fuente. Elaboración propia

Tabla 14. Cálculo del área total de levante de muro del primer piso

EJES	LONG DE MURO	TIPO VENTANA	TIPO PUERTA	TIPO PUERTA	AREA	VENTANA	PUERTA	AREA TOTAL
PRIMER PISO								
eje a	9,75				28,76	0	0	28,76
eje b	5,98	T4	T4		17,64	4,4	2,7	10,54
eje c	9,75				28,76	0	0	28,76
eje 1	5,25				15,49	0	0	15,49
eje 1'	1,02				3,01	0	0	3,01
eje 2	4,83	T5	T2		14,25	5,8	2,2	6,30
eje 3	2,57				7,58	0	0	7,58
eje 4	2,57				7,58	0	0	7,58
eje 5	5,25				15,49	0	0	7,13

Fuente. Elaboración propia

Para el adecuado control de los materiales de construcción como las varillas, cemento y ladrillo, se realizaron tablas en Excel las cuales contaban con la función de sumar y sacar las cantidades de gasto de la casa por semana, esto por medio de la digitación de los valores diarios en cada ítem, como se muestra a continuación:

Tabla 15. Cantidad de materiales que consume la casa Nº11 por semana

SEAMANA DEL 8 -14 FEBRERO	LUNES	MARTES	MIRECOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO		TOTAL
VARILLA DE 1/2	12	9	10	4	X	X		35
VARILLA DE 3/8	6	X	7	X	X	X		13
CEMENTO	7	8	5	3	4	2		29
LADRILLO H-10	X	X	X	200	400	X		600

Fuente. Elaboración propia

De igual se realizaron tablas para el control del personal diario por casa, para de esta manera cada semana poder pasar la nómina al supervisor y así encargarse del pago de estos.

Para el caculo de la losa de entrepiso placa fácil, como se mencionó anteriormente se utilizó una hoja de Excel en la cual se muestran las cantidades y los procesos necesarios para hallar las mismas.

Ilustración 50. Procesos para el cálculo de las cantidades de la losa de entrepiso placa fácil

1) AREA DE LA PLACA A FUNDIR

$A = 11 * 6 = 66\ m^2$

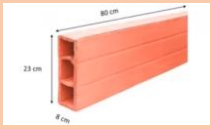
2) CANTIDAD DE PERFILES A UTILIZAR

$$\#PERFILES = \frac{LONGITUD\ DE\ LA\ PLACA}{SEPARACIÓN}$$

$$\#PERFILES = \frac{11\ m}{0{,}89\ m}$$

$= 12{,}36\ m \ldots 13\ perfiles\ de\ 6m$

3) CANTIDAD DE BLOQUELONES



$A = 11 * 6 = 66\ m^2$

A. bloquelon= $0{,}8m * 0{,}23m = 0{,}184\ m^2$

A. perfil= $14m * 6m * 0{,}08 = 6{,}7\ m^2$

A. neta = $66 - 6{,}7 = 59{,}3m^2$

Bloquelones = $\frac{Aneta}{Abla}$

Bloquelones = $\frac{59{,}3}{0.184} = 322{,}2 \ldots\ldots 323$

Bloquelones = $323 * 1{,}05 = 339$

4) CANTIDADE DE MALLA ELECTROSOLDADA

Mallas de Refuerzo para entrepiso	
Espesor concreto	Refuerzo
4,0 cm.	Ø 4,0 mm c/. 15
4,5 cm.	Ø 4,0 mm c/. 15
5,0 cm.	Ø 4,5 mm c/. 15
5,5 cm.	Ø 4,5 mm c/. 15
6,0 cm.	Ø 5 0 mm c/. 15

Fuente: Manual Placa fácil Santafé

$A = 11 * 6 = 66\ m^2$

$A.malla = 6 * 2{,}35 = 14{,}1\ m^2$

mallas = $\frac{A}{A\ malla}$

mallas = $\frac{66}{14.1} = 4{,}68 \ldots . 5\ mallas$

5) CANTIDAD DE CONCRETO

$A = 11 * 6 = 66\ m^2$

V. Torta= $A * espesor$

V. Torta= $66 * 0{,}05 = 3{,}3\ m^3$

V. Perfiles= $13 * 6 * 0{,}08 * 0{,}08 = 0{,}49\ m^3$

V. concreto= $3{,}3 * 0{,}49 = 3{,}79\ m^3$

V. concreto= $3{,}79 * 1{,}05 = 3{,}98 m^3$

6) CANTIDAD DE CEMENTO, ARENA, TRITURADO - 3000 PSI

$Cemento = 3{,}98\ m3 * \frac{7 sacos}{m3} = 27{,}86\ sacos \ldots\ldots 28\ sacos$

Arena = $3{,}98\ m3 * \frac{0{,}56\ m3}{m3} = 2{,}23\ m3$

Triturado = $3{,}98\ m3 * \frac{0{,}84\ m3}{m3} = 3{,}34\ m3$

Fuente. Elaboración propia

8. CONCLUSIONES

- Como primera conclusión se puede decir que al momento de presupuestar se debe tener en cuenta tanto los desperdicios de cada material, como la elevación de los precios de los materiales de construcción, pues la pandemia trajo consigo una demanda muy alta de dichos materiales y fue la parte que más afecto de manera directa las construcciones y por ende los contratos ya pactados con el cliente.

- En relación con lo ya expuesto se puede decir que el estar en obra te hace ser más recursivo en el momento de buscar soluciones, además de aprender las diferentes técnicas con la que los maestros construyen, las cuales no se salen de la norma, en otras palabras, estar en obra te da la experiencia que se necesita para el día a día dentro de una construcción.

- Se logró implementar acciones que impactaron de manera positiva la organización de las actividades como fue la programación para la casa número 11, la cual fue de gran ayuda al momento de analizar los tiempos de entrega y la adecuada supervisión y seguimiento de todas las actividades planteadas y asociadas con la construcción de las viviendas número 11 y 05 en el barrio Comultrasan de Aguachica cesar, mediante la correcta implementación de formatos y documentos, para controlar el inventario con la mano de obra y cumplimento de las actividades.

- El manejo de personal es una cuestión la cual se debe saber llevar, ya que esto puede llegar a definir el éxito del proyecto, de manera que si el personal tiene la motivación por parte de la constructora, se llegara a tener un trabajo de calidad, por ende antes de comenzar cualquier proyecto se deben impartir las normas necesarias tanto de respeto como de trabajo dentro de la obra, teniendo en cuenta factores por parte del supervisor como, la manera de hablar para dar las ordenes, valorar el esfuerzo de cada trabajador o cuadrilla con diferentes estímulos, la adecuada comunicación y ante todo impartir buen ejemplo de responsabilidad, honestidad y ética profesional.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

[1] CARCAÑO SOLIS RÓMEL G, “La supervisión de obra”, México 2004. Recuperado de https://n9.cl/gulzt

[2] CARRASCAL ANDRÉS JOSÉ, “Practica empresarial como apoyo a la residencia, supervisión y ejecución en proceso constructivo del proyecto reconstrucción de viviendas en sitio propio afectadas por la ola invernal”, municipios del Cesar, 2011.

[3] HABIT COLOMBIA, “Concepto de Programación de obra”. Recuperado de https://n9.cl/1gm1x

[4] ALEJANDRA C, “La programación en la gestión de Proyectos de construcción”, Colombia, 2013.

[5] JILEANA. “¿Qué es lo que Hace una Empresa Constructora?”, junio 2020, recuperado de https://www.webyempresas.com/empresa-constructora/

[6] Vargas, H. (2007). Cincuenta años en la construcción de Colombia: Camacol 1957-2007. Bogotá: Cámara Colombiana de la Construcción.

[7] GELVEZ MUÑOZ CRISTHIAN, “Formulación, evaluación, supervisión y gerencia en el desarrollo de proyectos de infraestructura para la construcción de viviendas en el espacio+w”, Bucaramanga-Santander, 2019.

[8] EDGARD PEREYRA ROJAS, “Criterios de estructuración de predimensionamiento de estructuras”, marzo 2015. Recuperado de https://n9.cl/keqgl

[9] Norma sismo resistente colombiana NSR – 10 Título E. Modificado Decreto 092 del 17 de enero de 2021, Modificado Decreto 0340 de 13 febrero de 2012. Recuperado de https://n9.cl/knld2

[10] Lince Constructores y Consultores S.A. https://n9.cl/2ihjq

[11] Ubicación de la casa número 11 en Aguachica – Cesar. Google Maps, 2021.

[12] RICHARD CARRASCAL, “Planos Arquitectónicos del Proyecto N°11”, Aguachica Cesar, 2 febrero 2021.

[13] CONSTRÚMATICA, “Despiece y distribución de la vivienda”, España. Recuperado de https://n9.cl/4al59

[14] Ubicación de la casa número 05 en Aguachica – Cesar. Google Maps, 2021.

[15] RICHARD CARRASCAL, “Planos Arquitectónicos del Proyecto N°5”, Aguachica Cesar, 13 noviembre 2020.

[16] MARIA ECHAZARRETA, “Departamentos pequeños: diseño y distribución”, México,16 de junio 2018. Recuperado de https://n9.cl/ik601

[17] Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, “Interpretación de planos”. Recuperado de interpretacion_planos.pdf

[18] MILLA SIMÓN DIONICIO, “Hidratación, Tiempo de fraguado, endurecimiento”, 2014. Recuperado de https://n9.cl/mrftz

[19] DON CONCRETO, “Correcto vaciado de concreto en columnas”, marzo 03 2021. Recuperado de https://n9.cl/0947x

[20] Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, “Muros en soga en panderata y tizón”. Recuperado de Senafad_casa_en_bloque_prefabricado_yo_ladrillo_10.pdf

[21] MAMANITAS, “Tipos de aparejo de ladrillo”, España 2021. Recuperado de https://n9.cl/90g2g

[22] ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERIA SISMICA AIS,” Manual de construcción, evaluación y rehabilitación de viviendas de mampostería”.

[23] ROBERT GÓNGORA FIGUEROA RICHARD ALFONSO LÓPEZ IBARRA, Rendimientos de mano de obra para los diferentes sistemas constructivos de placas entrepiso aligeradas aplicadas en la ingeniería civil en la región, GIRARDOT – CUNDINAMARCA, 2020.

[24] RUEDA KARLA, HOLGUIN MADELEY, PANTA HARRY, HURTADO GABRIEL, CASTRO JOSE, “Informe y planos de detalles de escalera rampas y muro cortina”, Perú 2019. Recuperado de https://n9.cl/zyi4

[25] INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS, “Introducción a las instalaciones hidráulicas y sanitarias”, 13 mayo 2017. Recuperado de https://bit.ly/3lYUH5o

[26] PRESEC, “Hormigones y Estuco, Manual práctico de construcción LP”. Recuperado de https://n9.cl/b0958