

**AUXILIAR DE RESIDENCIA DE OBRA EN LA CONSTRUCCIÓN DEL
“CONDOMINIO VILLAS DEL LAGO”, EN EL MUNICIPIO DE CAJIBÍO (CAUCA)**



**PRESENTADO POR:
DEIVER GILDARDO FAJARDO HURTADO**

**CÓDIGO:
04072054**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL - PROGRAMA INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN
POPAYÁN
DICIEMBRE 2018**

**AUXILIAR DE RESIDENCIA DE OBRA EN LA CONSTRUCCIÓN DEL
“CONDOMINIO VILLAS DEL LAGO”, EN EL MUNICIPIO DE CAJIBÍO (CAUCA)**



**PRESENTADO POR:
DEIVER GILDARDO FAJARDO HURTADO**

**INFORME FINAL DE AVANCE EN EJECUCIÓN DE OBRA EN LA
CONSTRUCCIÓN DEL “CONDOMINIO VILLAS DEL LAGO” PARA OPTAR EL
TITULO DE INGENIERO CIVIL**

**DIRECTOR DE PASANTÍA:
ARQUITECTA DIANA VELASCO GALVIS**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL - PROGRAMA INGENIERIA CIVIL
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN
POPAYÁN
DICIEMBRE 2018**

NOTA DE ACEPTACIÓN

El director y jurado de la Práctica Profesional **AUXILIAR DE RESIDENCIA DE OBRA EN LA CONSTRUCCIÓN DEL “CONDominio VILLAS DEL LAGO”, EN EL MUNICIPIO DE CAJIBÍO (CAUCA).**

Realizada por el alumno, DEIVER GILDARDO FAJARDO HURTADO, una vez evaluado el Informe final y la sustentación del mismo, autorizan al egresado para que desarrolle las gestiones administrativas para optar por el título de Ingeniero Civil.

Arq. DIANA VELASCO GALVIS
Director de pasantía

Ing. DIEGO FERNANDO MARTINEZ CABANILLAS
Jurado

POPAYÁN, DICIEMBRE DE 2018

AGRADECIMIENTOS

Le agradezco a Dios por guiarme y acompañarme durante el trayecto de mi carrera, ser mi apoyo en momentos de debilidad y compañía en momentos de alegría, por brindarme la oportunidad de vivir experiencias maravillosas y conocer a lo largo de mi vida a personas que la han enriquecido.

Doy gracias a mis padres Ismenia Hurtado y Gildardo Fajardo por acompañarme y apoyarme a lo largo de mi carrera de una u otra manera siempre estuvieron pendientes de mi progreso, gracias por los valores inculcados.

A Jessika Muñoz por estar a mi lado en los momentos más difíciles dándome el ánimo necesario para salir adelante, por su apoyo incondicional desde el momento que la conocí, por estar en los momentos de tranquilidad, felicidad y más aún en los momentos difíciles.

A todos mis familiares que de una u otra manera estuvieron presentes durante el transcurso de mi carrera, apoyándome de una manera incondicional.

¡A mis abuelitos que son los mejores! Sus consejos y sus regaños me han ayudado a ser la persona que soy hoy, gracias por los valores transmitidos.

A la constructora Badia por darme la oportunidad de realizar mi práctica profesional, por acogerme como uno más de la familia Badia

Gracias a la arquitecta Diana Velasco Galvis por el apoyo y orientación brindada como directora de pasantía.

CONTENIDO

	Pág.
Agradecimientos	4
Contenido	5
Lista de Figuras	7
INTRODUCCIÓN	8
Generalidades del proyecto	9
Especificaciones generales de la obra	10
Descripción estructural	11
Objetivos	12
CAPITULO 1	13
Apertura de vías	13
1.1 Estado de la obra al momento de iniciar la pasantía	13
1.2 Inicio de apertura de vías internas	15
1.3 Etapas	15
CAPITULO 2	18
Procedimiento elaboración de presupuesto de obra	18
2.1 Cantidades de obra	20
2.2 Análisis de precio Unitario	23
2.3 Análisis de lo obtenido	24
CAPITULO 3	25
Actividades de obra en campo	25
3.1 Disposición del terreno	25
3.2 Estructura	26
3.2.2 Zapatas	27
3.2.3 Vigas	29
3.2.4 Columnas	32
3.3 Mampostería	35
3.3.1 Muros	35
3.4 Concreto	37
3.4.1 Concreto hecho en obra	37
3.5 Materiales del concreto	38
3.5.1 Cemento	38
3.5.2 Agregados	39
3.5.3 Agregado fino	40
3.5.4 Agregado grueso	40
3.5.5 Agua de mezcla	42
3.6 Preparación del concreto en Obra	42
3.6.1 Preparación del equipo	42
3.6.2 Proporciones de mezcla	43
3.7 Instalación tubería sanitaria	47

3.7.1 Chequeo de medidas	47
OBSERVACIONES	50
CONCLUSIONES	50
REFERENCIAS	51
ANEXOS	52

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Imagen 1. Localización del proyecto	9
Imagen 2. Vista en planta casa modelo.	10
Imagen 3. Vista de perfil modelo campestre	10
Imagen 4. Vista de perfil modelo contemporáneo.	11
Imagen 5. Vista aérea del terreno.	13
Imagen 6. Referenciación topográfica de vías	14
Imagen 7. Bulldozer Komatsu D 50-15.....	14
Imagen 8. Verificación del terreno.....	15
Imagen 9. Eliminación capa vegetal.....	16
Imagen 10. Acarreo a zona de depósito.....	16
Imagen 11. Apertura de vías internas	16
Imagen 12. Primera etapa de vías internas.....	17
Imagen 13. Ladrillo común.	19
Imagen 14. Ladrillo farol.....	19
Imagen 15. Arquitectónico vista en planta.....	21
Imagen 16. Detalle enchape cocina.	22
Imagen 17. Presupuesto de obra, capítulos (Cubierta, Cielo raso, piso).....	23
Imagen 18. APU concerniente a la cubierta.	24
Imagen 19. Retiro del material vegetal.....	26
Imagen 20. Alzado zapata Z1, (1.0m x 1.0m).	27
Imagen 21. Figuración de acero.....	28
Imagen 22. Fundición de zapatas.	29
Imagen 23. Despiece vigas de cimentación	30
Imagen 24. Colocación de acero de vigas de cimentación.	31
Imagen 25. Formaletas vigas de cimentación	31
Imagen 26. Desencofrado y relleno.....	32
Imagen 27. Despiece de columnas	33
Imagen 28. Formaletas de columnas	34
Imagen 29. Muro en mampostería.	36
Imagen 30. Alzado de muros.....	36
Imagen 31. Almacenamiento del cemento	39
Imagen 32. Agregado fino	40
Imagen 33. Agregado grueso.....	41
Imagen 34. Preparación del concreto.....	44
Imagen 35. Asentamientos recomendados para diversos tipos de construcción.	45
Imagen 36. Prueba de asentamiento “slump”.....	45
Imagen 37. Curado de cilindros.....	46
Imagen 38. Conexiones sanitarias.	47
Imagen 39. Caja de inspección.	48
Imagen 40. Tubería interna.	48

INTRODUCCIÓN

La ingeniería civil es la disciplina que emplea distintos conocimientos para encargarse del diseño, construcción y mantenimiento de las infraestructuras emplazadas en el entorno. A lo largo de la formación del ingeniero Civil se contemplan los conceptos básicos que posteriormente se complementarán con las actividades prácticas del ejercicio profesional.

Para optar al título de Ingeniero Civil de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad del Cauca, de acuerdo a la resolución No.280 del 14 de octubre del 2014, por la cual se reglamenta el trabajo de grado en la facultad de Ingeniería Civil de la Universidad del Cauca, y mediante la cual se establece la modalidad de pasantía para optar por el título profesional de ingeniero civil, y basados en los conocimientos teóricos aprendidos en el Alma Mater, se presenta la solicitud para participar como pasante auxiliar de ingeniería en la construcción del “CONDOMINIO VILLAS DEL LAGO”, el cual se encuentra ubicado en la vereda LA CAPILLA, del municipio de Cajibío Cauca, cerca al humedal lago el bolsón entrada por las margaritas, vía panamericana.

La Práctica Profesional pretende formar al futuro profesional en un escenario real sobre los procesos constructivos y las actividades administrativas que se presentan en el desarrollo de un proyecto de construcción, con la participación activa del estudiante de acuerdo con la asignación de tareas y responsabilidades específicas.

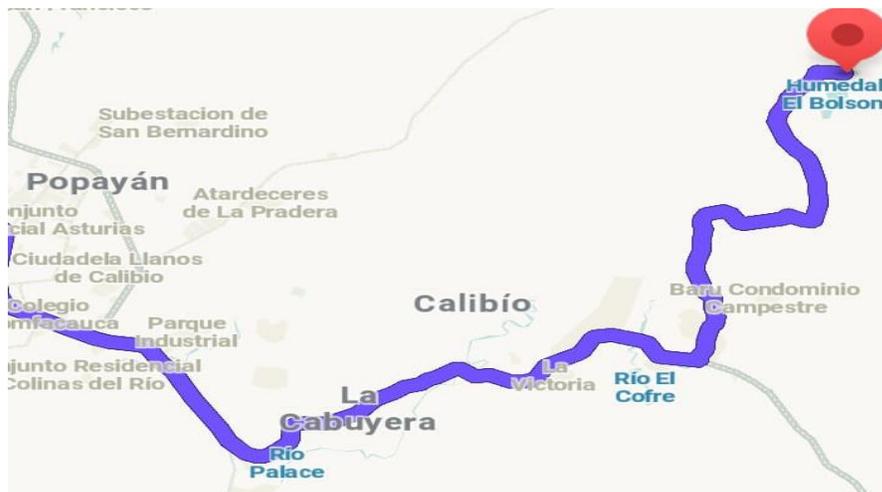
Es por ello que en cumplimiento del Artículo 10 – Objetivo de las Pasantías (Res. N.º 280 del 14-10-14), esta propuesta de trabajo contempla mi participación como estudiante en el acompañamiento de auxiliar de ingeniería, en los procesos constructivos y administrativos en la ejecución del proyecto de vivienda, CONDOMINIO VILLAS DEL LAGO construido y promovido por la constructora “BADIA CONSTRUCTORA S.A.S”.

GENERALIDADES DEL PROYECTO

Información del proyecto

El proyecto “CONDOMINIO VILLAS DEL LAGO” se encuentra ubicado en la vereda LA CAPILLA, del municipio de Cajibío Cauca, cerca al humedal lago el bolsón, a 4.5 km de la entrada por las margaritas, vía panamericana, el lote para este proyecto tiene una extensión total de 11 hectáreas, cuya topografía es plana además cuenta con lagos artificiales para pesca deportiva los cuales están a disposición de los futuros compradores, además de contar con un muelle y acceso privado desde la parcelación hacia el lago el Bolsón. Cabe resaltar que se encuentra en una zona altamente turística, la cual presenta en los últimos años una gran valoración debido a los diferentes proyectos constructivos llevados a cabo.

Imagen 1: Localización del proyecto



. Fuente: Google Maps

Especificaciones generales de obra

Este proyecto está diseñado para la construcción de 85 viviendas en sistema aporticado, la presentación de las viviendas cuenta con dos tipos de diseño como lo son el diseño contemporáneo y el campestre, estos dos diseños solo difieren en la fachada ya que la distribución interna es la misma.

El proyecto está conformado por 85 casas de un nivel (unifamiliar), el condominio Villas del Lago contara con piscina, salón social, juegos recreativos, cancha múltiple, sendero ecológico y una amplia zona verde.

Imagen 2: Vista en planta casa modelo.



Fuente: Archivo de la obra

Imagen 3: Vista de perfil modelo campestre.



Fuente: Archivo de obra

Imagen 4: Vista de perfil modelo contemporáneo.



Fuente: Archivo de obra

DESCRIPCIÓN ESTRUCTURAL

El proyecto condominio Villas del lago cuenta con 85 viviendas en sistema estructural aporticado las cuales cumplirán con los requerimientos de la norma NSR 10. Este proyecto cuenta con elementos estructurales como son vigas de cimentación, zapatas corridas, vigas de amarre (viga dintel), viga cinta, con una resistencia de diseño de 21 MPa, acero con un f_y' de 420 MPa con barras de $\frac{1}{2}$ " y estribos de $\frac{3}{8}$ " para acero longitudinal usados en los castillos de vigas de cimentación, el tamaño máximo del agregado será de $\frac{3}{4}$ " para zapatas, vigas de cimentación, vigas de amarre (vigas dintel) o de cubierta y viga cinta en culatas, su cimentación serán zapatas Z1 de 1.0m x 1.0m, Z2 de 0.60m x 0.60m y vigas de cimentación de 0,25m x 0,25m con acero de $\frac{1}{2}$ " con sus respectivos traslapos de 0,55m, estas vigas cumplen con los requerimientos de seguridad exigidos por la norma NSR 10 en separación de estribos cada 0.15m.

En la obra condominio Villas del lago el pasante empezó dando apoyo desde la obtención de cantidades de obra basándose en los planos suministrados por la constructora y posteriormente con la supervisión en la apertura de vías internas, excavación de cimentaciones, inspección en la colocación del acero de refuerzo y su posterior cumplimiento con los planos estructurales, instalación de tubería sanitaria, colocación de la mampostería.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Participar como Auxiliar de Residente en la construcción de obra CONDOMINIO VILLAS DEL LAGO del municipio de Cajibío – Cauca.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Supervisar movimientos de tierra de las vías de acceso y vías internas que se van a abrir.
- Realizar y verificar cantidades de obra.
- Realizar el debido control de calidad en materiales, maquinaria y equipos dispuestos para el proyecto.
- Plantear observaciones y recomendaciones al personal que ejecuta la obra.

1. APERTURA DE VÍAS

1.1 ESTADO DE LA OBRA AL MOMENTO DE INICIAR LA PASANTÍA.

En el inicio de pasantía se coincide con el reconocimiento del terreno donde se lleva a cabo la obra (véase imagen 5). Este es un terreno plano en su mayoría y por tanto no se hace una cantidad muy grande de rellenos, en cuanto a los cortes son en su mayoría los necesarios para las vías, debido a las condiciones topográficas no es necesario realizar terraceo. El terreno cuenta con 6 lagos artificiales para pesca y terreno para camping.

A partir de este momento se realizó diferentes actividades tales como: reconocimiento de la referenciación topográfica de las vías. (véase imagen 6), supervisión de la apertura de vías.

Imagen 5: Vista aérea del terreno.



Fuente: Archivo de obra

Imagen 6: Referenciación topográfica de vías.



Fuente: Imagen propia

Como se evidencia en las imágenes anteriores, se realizó el reconocimiento del terreno para poder desarrollar el proceso de apertura de vías internas haciendo uso de un Bulldozer KOMATSU D 50-15 (véase imagen 7)

Imagen 7: Bulldozer Komatsu D 50-15.



Fuente: Imagen propia.

1.2 INICIO DE APERTURA DE VÍAS INTERNAS.

La actividad de toma de topografía ya había culminado, por lo tanto, el personal encargado dejó los puntos referenciados de las vías para su apertura. Posteriormente se procede a dar cumplimiento de esta labor por parte del operario acompañado bajo la supervisión del pasante.

Cabe resaltar que ya existía una vía de acceso al proyecto, así que se trabajó sobre esta vía existente tomándola como referencia además haciendo modificaciones a la misma para una correcta adecuación a las necesidades del proyecto.

A partir del momento en el que se procede a realizar la apertura de vías es necesario contar con el diseño donde se especifica la trayectoria de esta, ya que en este diseño se tuvo en cuenta las cotas del terreno y se trazó de tal manera que no se tengan que hacer demasiados cortes o rellenos a este; es primordial disponer de la maquinaria adecuada para realizar este procedimiento, en este caso se trabajó con un Bulldozer Komatsu D50 – 15 el cual es apto para este tipo de obra.

1.3 ETAPAS.

Etapa preliminar o preparatoria: se empezó con la lectura de los planos y cotas en estos, se verificó la condición del terreno por parte del operario y del auxiliar de residencia dando un recorrido a la zona por donde se haría el movimiento de tierra, tanto de explanaciones como de préstamos además de verificar los lugares donde se tendrían que hacer tala de árboles, pensando en hacer el menor daño posible al medio ambiente se tomó la decisión por parte del gerente y con la visita de funcionarios de la CRC a que por cada árbol que se cortara se debería sembrar 3 más en otro sitio del proyecto.

Imagen 8: Verificación del terreno.



Fuente: Imagen propia.

Etapas fundamentales o de actividades gruesas: una vez reconocida la zona se procedió por parte del operario a la eliminación de la capa vegetal en el área de la obra, excavación de material indeseable o sobrante en tramos en corte y su acarreo a zonas de depósito. Con el acompañamiento por parte del auxiliar el cual se encargó de la verificación de los trazos por donde el operario procedería. Se inició dando apertura a la vía principal y posteriormente a las secundarias, es de resaltar que la mayoría del material que se excavo se utilizó para hacer rellenos en partes donde se requería.

Imagen 9: Eliminación capa vegetal



Fuente: Imagen propia.

Imagen 10: Acarreo a zona de depósito



Fuente: Imagen propia.

Etapas finales: Al efectuar este procedimiento uno de los puntos más importantes es realizar un buen desagüe, el cual se logra realizando cunetas a cada lado de la vía y así poder garantizar el buen funcionamiento de la estructura. Lo que sucedería si no se realiza el correcto desagüe sería que al llegar la época de lluvia esta correría libremente por todo el ancho de la vía y se empezaría a llevar el material de afirmado lo cual afectaría la resistencia de la estructura vial.

Imagen 11: Apertura de vías internas.



Fuente: Imagen propia.

Una vez se culmina la etapa de apertura se procede a la compactación del terreno para que al momento de hacer el regado del material de afirmado este tenga un mejor soporte y obtenga más firmeza.

Con la apertura de **2123** metros lineales de vías tanto internas como externas se culmina esta etapa de trabajo de campo, aunque posteriormente se debe hacer el riego del material granular (afirmado) y previa compactación de este, pero según el cronograma de obra este se realizara en otro momento y es a partir de este suceso que se procede a dar inicio al trabajo de oficina con la realización de cantidades de obra.

Imagen 12: Primera etapa de vías internas.



Fuente: Archivo de obra.

2. PROCEDIMIENTO ELABORACIÓN DE PRESUPUESTO DE OBRA

¹Para la elaboración del presupuesto de obra, se deberá contar con un proyecto arquitectónico y técnico altamente definido además de:

- Levantamiento de información.
- Proyecto arquitectónico.
- Diseños técnicos, incluye diseños estructurales.

Antes de iniciar con la elaboración del presupuesto se podrá definir el tipo de contratación a realizarse, ya sea una obra contratada a todo costo o subcontratada.

La elaboración del presupuesto de obra se deberá realizar con un software definido por la empresa que sea de alta confiabilidad y el cual contenga datos de precios actualizados, para soporte y verificación de algunos insumos y actividades a todo costo se solicitan cotizaciones a proveedores.

2.1 CANTIDADES DE OBRA.

Para llevar a cabo el cálculo de cantidades de obra se contó con los planos estructurales y arquitectónicos, con los cuales mediante el programa AutoCAD se procede a calcular el área correspondiente a cada zona que conforma la vivienda. Por ejemplo, los planos arquitectónicos se utilizan para el cálculo de la mampostería en donde se necesita tener la ubicación de cada zona con sus respectivos ejes para así poder calcular el área total y el área de vanos, al realizar la diferencia entre estos dos se obtendrá como resultado el área bruta. A partir del área bruta, las dimensiones del ladrillo a utilizar y el volumen del mortero de pega en proporción **1:3**, se calculó la cantidad de ladrillos necesarios. En esta parte del cálculo de ladrillos se presentó un problema de comunicación entre el arquitecto y el pasante puesto que el pasante tomó las medidas del ladrillo tolete común (12x6x24.5) y dio como resultado **14700** ladrillos con un porcentaje de desperdicio del **5%** lo cual incremento en **735** ladrillos más, cuando en realidad se utilizó

¹Macroproceso gestión de infraestructura, proceso, ejecución, entrega y cierre de obras nuevas; pontificia Universidad Javeriana, BOGOTÁ.

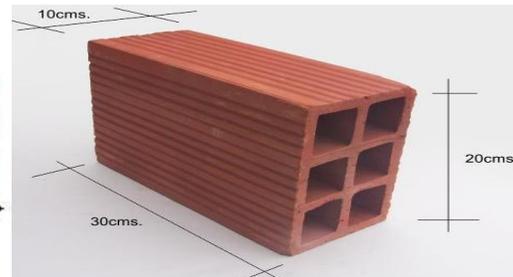
ladrillo farol de (10x20x30) y dio como resultado **4031** ladrillos más el 5% de desperdicio el cual dejo un total de **4233** ladrillos.

Imagen 13: Ladrillo común.



Fuente: Google

Imagen 14: Ladrillo farol.



Fuente: Google

A continuación, se presenta una extracción del cuadro de cantidades de obra respecto a la mampostería, en el cual se especifica las medidas de cada pared con su respectivo eje.

Tabla 01: Cantidad de área muros.

CUADRO CANTIDADES DE OBRA			MUNICIPIO	FECHA	PROYECTO	
			CAJIBIO		VILLAS DEL LAGO	
ITEM	DESCRIPCION	UBICACIÓN EN PLANOS	MEDIDA TOTAL	MEDIDA VANOS	MEDIDA BRUTA	UNIDAD
	MAMPOSTERIA LADRILLO FAROL 10X20X30 Cm	EJE 5 (A-F)	58.968	17.55	41.42	M2
		EJE 4 (A-E)	39.406	3.36	36.05	M2
		EJE 3 (A-H)	63.452	31.56	31.90	M2
		EJE 2 (E-H)	22.14	7.35	14.79	M2
		EJE 1 (E-H)	29.07	11.98	17.09	M2
		EJE A (3-5)	17.78	7.15	10.63	M2
		EJE B (3-5)	11.53	0.00	11.53	M2
		EJE C (3-5)	10.908	1.79	9.12	M2
		EJE D (3-5)	10.908	1.79	9.12	M2
		EJE E (1-5)	30.2	8.19	22.01	M2
		EJE F (1-5)	30.2	13.65	16.55	M2
		EJE G (1-3)	17.98	5.187	12.79	M2
		EJE H (1-3)	17.98	4.8	13.18	M2
		PARED BAÑO 02 (sin eje)	6.2	0	6.20	M2
		PARED BAÑO PPAL (sin eje)	6.84	0	6.84	M2
		PARED BAÑO 01 (sin eje)	4.65	1.47	3.18	M2
		TOTAL MAMPOSTERIA LADRILLO FAROL				

Fuente: Propia.

Con estos datos se procedió de la siguiente manera utilizando la siguiente fórmula y sumando el 5% de desperdicio.

La fórmula utilizada fue la siguiente:

$$\text{Cant. ladrillo} = \frac{\text{area total de muro(m2)}}{(\text{largo ladrillo+pega}) * (\text{alto ladrillo+pega})}$$

Para ladrillo tolete común:

$$\text{Cant. ladrillo} = \frac{262.40 \text{ m}^2}{(0.245 + 0.01) * (0.06 + 0.01)} = 14700 * 1.05$$

$$\text{Cant. ladrillo} = 15435 \text{ ladr. (12x6x24.5)}$$

Para farol:

$$\text{Cant. ladrillo} = \frac{262.40 \text{ m}^2}{(0.30 + 0.01) * (0.20 + 0.01)} = 4031 * 1.05$$

$$\text{Cant. ladrillo} = 4233 \text{ ladr. (10x20x30)}$$

Como se puede apreciar la diferencia entre el tolete común y el farol es de **11202** unidades, en caso de tomar el tolete común dificulta el transporte. En cuanto al tiempo de pega el farol tiene menos dificultad para armar, además aísla mucho mejor la temperatura en comparación con el macizo.

Por otra parte, para la cantidad del piso primario, se procede a tomar las medidas correspondientes y estas multiplicarlas por el espesor deseado en este caso **0.07m** Utilizando un concreto en proporción **1:2:3**.

El cual significa que por una parte o unidad de cemento se deben tomar dos partes de arena o agregado fino y tres partes grava o agregado grueso, esta mezcla proporciona una resistencia de **3000 PSI**.

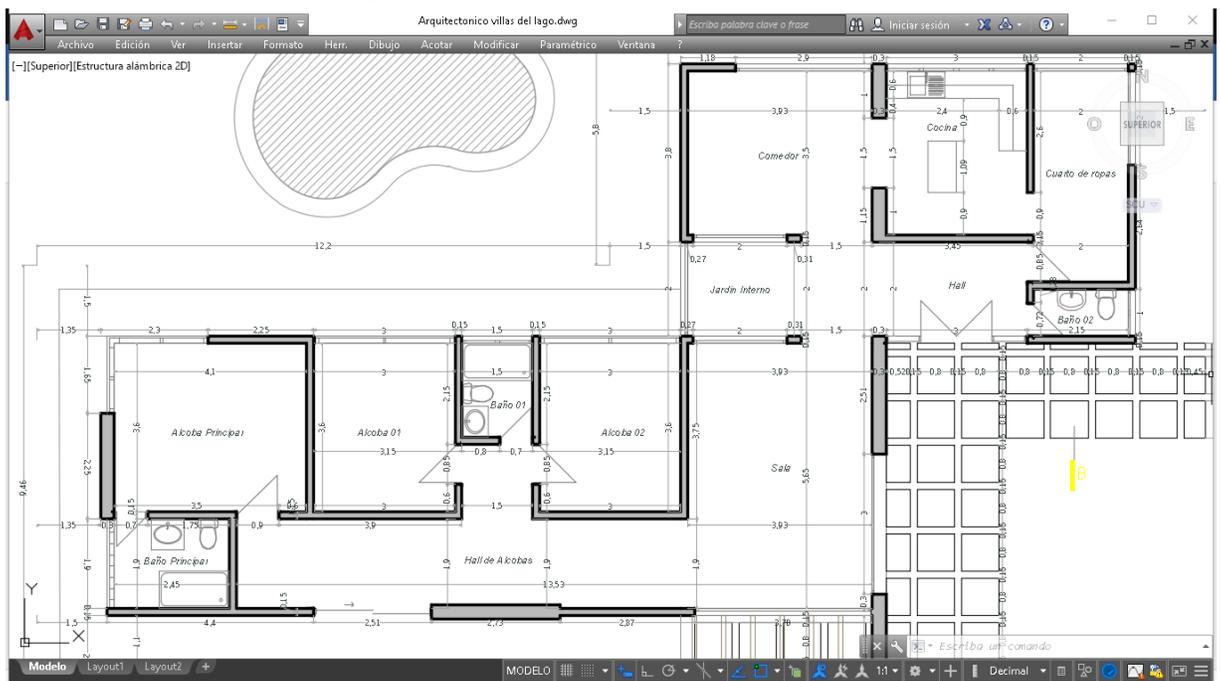
El área total da como resultado **257.6 m²** que al multiplicarlo por un espesor de **0.07 m** dio **18.04 m³** de concreto, lo cual según el calculo se requirieron **127.2** sacos de cemento, **11 m³** de arena, **16.05 m³** de grava y **1.62 m³** de agua. Una forma de lograr la exactitud en esta proporción es por medio de cajones hechos en obra con una medida específica, la cual facilita el transporte de la mezcla dentro de la obra y la exactitud de la misma.

Tabla 02: Cantidad de concreto piso primario.

DESCRIPCION	CONCRETO 1:2:3	CANTIDAD	
CCTO PISO PRIMARIO e=0,07m	CEMENTO	127.2	Sacos de 50 Kg
	ARENA	11.00	M3
	GRAVA	16.05	M3
	AGUA	1.62	M3

Fuente: Propia.

Imagen 15: Arquitectónico, vista en planta.



Fuente: Imagen propia.

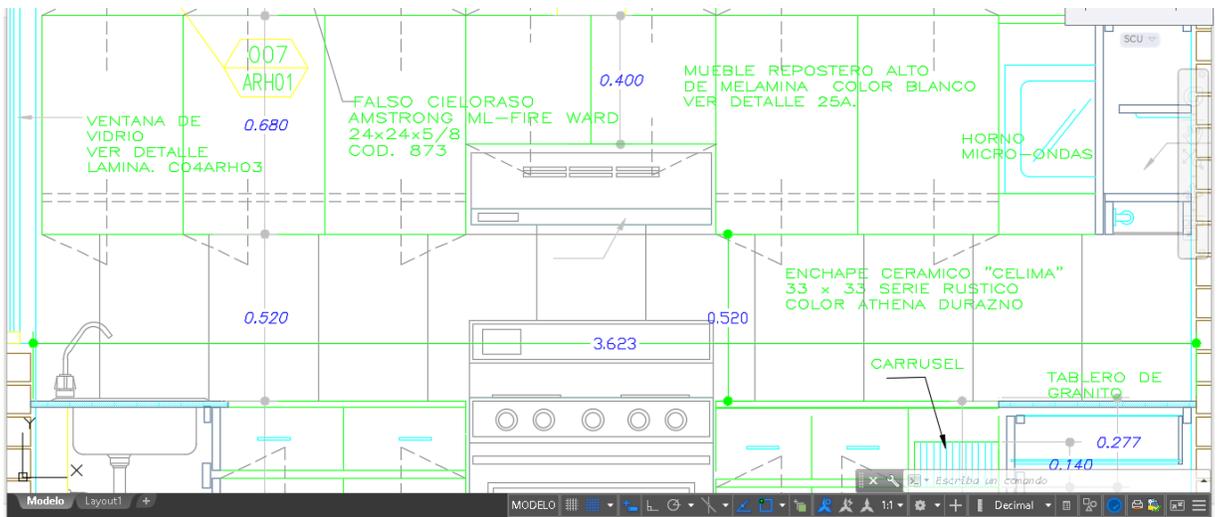
En cuanto a la cantidad de cerámica se realiza la diferencia entre las áreas obtenidas y el espesor de las paredes para así de esta forma tener como resultado el área bruta, la cual posteriormente se divide entre el área de una unidad de

cerámica, una vez realizado este cálculo se determina la cantidad de cerámica necesaria para la vivienda.

En general, para enchapes es necesario tener el área de paredes o el área deseada, la cual se divide por el área de la cerámica o tableta y así se establece la cantidad necesaria.

En este caso como se puede apreciar en la imagen 16, el detalle del enchape de la cocina el cual es de **3.623 m** de largo por **0.52 m** de alto, la cual nos da un área de **1.88 m²**, con cerámica de **33cm x 33cm**, el cual al dividir el área la pared a enchapar por el área de la cerámica nos da **17.3** cerámicas de las medidas acordadas.

Imagen 16: Detalle enchape cocina.



Fuente: Imagen propia.

Para el repello o revoque se utilizan las áreas de muros ya obtenidas y se multiplican por dos puesto que el repello va en los dos lados de cada pared, además se multiplica por el espesor que por lo general será entre 1 cm y 1,5cm para así obtener el volumen de mezcla necesaria para esa obra. (Véase Tabla 04. Anexos).

Por otra parte, con los planos estructurales se obtienen las dimensiones de la cimentación, vigas, columnas y demás detalles, a partir de estas se puede calcular la cantidad de concreto y acero que las conforman. (véase Tabla 04. Anexos).

Al finalizar la actividad se puede deducir que esta es una actividad que requiere de mucho cuidado en cuanto a tomar las medidas correctas puesto que cualquier error produciría un gran cambio en los costos de la obra puesto que esta actividad se tomara para la realización de las 85 viviendas que conforman en proyecto.

2.2 ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

Una vez obtenidas todas las cantidades de obra del proyecto, se procede a realizar el presupuesto por medio del programa SAGUT el cual facilita la elaboración de este Ya que posee una base de datos de materiales, mano de obra, maquinaria y de todo lo necesario para una correcta elaboración del presupuesto.

El programa consiste en crear capítulos e ítems de cada capítulo a los cuales al ir ingresando las cantidades de obra previamente obtenidas este hace el análisis de precios unitarios necesario para cada ítem. Al culminar con todos los capítulos se hace una revisión de cada capítulo con su respectivo APU para verificar que no hay alguna inconsistencia. Por último, se exporta el documento a Excel y se imprime para el posterior visto bueno del gerente.

Imagen 17: Presupuesto de obra capítulos (cubierta, cielo razo, piso).

Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total
BADIA CONSTRUCTORA					
PRESUPUESTO DE OBRA					
5	CUBIERTA				10,395,505.00
5.1	TEJA ASBESTO CEMENTO #6	UND	108	34,263	3,700,404
5.3	CANAL LAMINA GALVANIZADA CAL 22	ML	75.17	35,474	2,666,581
5.4	PERFIL CAJON AG C220x 80mm -1.9MM C.14	ML	120	33,571	4,028,520
SUBTOTAL CAP. 5 CUBIERTA:					10,395,505.00
6	CIELO RAZO				4,129,125.00
6.1	CIELO RAZO PANEL YESO (ESTR. METALICA + VINILO)	M2	143	28,875	4,129,125
SUBTOTAL CAP. 6 CIELO RAZO:					4,129,125.00
7	PISO				5,342,656.00
7.1	CERAMICA 40.01-42.50x40.01-42.50 TRAF 3	M2	143	33,326	4,765,618
7.2	GUARDESCOBA MADERA CEDRO BLANCO H=	ML	115.5	4,996	577,038
SUBTOTAL CAP. 7 PISO:					5,342,656.00

Fuente: Imagen propia.

Imagen 18: APU concerniente a la cubierta.

Archivo Inicio Insertar Diseño de página Fórmulas Datos Revisar Vista Ayuda ¿Qué desea hacer?						
C376 RODILLO FELPA						
1	C	D	E	F	G	H
2	OPC	Cambiar	PROT	INS	ELIM	Aplicación SAQUIT Cel. 310 824 6976
3				Duración0 Días	Vr. Presup.	110,890,005.00
4	BADIA CONSTRUCTORA			ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS		
5				FECHA: 2-oct-18		
6	CASA #1 VILLAS					
7						
403	TEJA ASBESTO CEMENTO # 6					Unidad: UND
404						ITEM: 5.1
405	DESCRIPCION	UND	CANT.	DESP. %	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL
408	GANCHO P/TEJA ASB. MADERA	UND	2	0.03	353.00	706.21
409	TEJA ASB.CEMENTO P 7 # 6 L= 183 /169 A= 92/87Cf	UND	1		25,200.00	25,200.00
412	M.O. ALBANILERIA 2 AYUDANTE-1 OFI	HC	0.3		26,657.00	7,997.10
415	HERRAMIENTA MENOR	GLB	0.197		-	-
416	ANDAMIO METALICO TUBULAR	UND	0.3		1,100.00	330.00
417	CRUCETA ANDAMIO	DIA	0.3		100.00	30.00
423	COSTO DIRECTO				34,263.31	34,263.00
431						
432						
433	CANAL LAMINA GALVANIZADA CAL.22					Unidad: ML
434						ITEM: 5.3
435	DESCRIPCION	UND	CANT.	DESP. %	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL
436						
437	MATERIALES					
438	LAM.GALVANIZADA C.22 DE 100x200CM	UND	0.55		32,870.00	18,078.50
439	SOLDADURA ESTANO	LBS	0.5		30,500.00	15,250.00
440	PLATINA 1x1/8x6MTS	UND	0.165		9,400.00	1,551.00
441	SUBTOTAL MATERIALES					34,879.50
442	MANO DE OBRA					
443	M.O. ALBANILERIA 2 AYUDANTE	HC	0.2		-	-
444	M.O. CARP.TALLER 1 AYUDANTE-1 OFI	HC	0.7		-	-
<div style="text-align: right;"> PRESUPUESTO ANALISIS </div>						
Listo						

Fuente: Imagen propia.

2.3 ANÁLISIS DE LO OBTENIDO

El programa maneja precios del año 2017 por tanto el pasante debió hacer algunos ajustes en estos para garantizar una mayor exactitud en el costo total de la obra, esto se logró haciendo diferentes cotizaciones con los proveedores.

Para la parte de cubierta se iba a utilizar teja metálica master mil, pero incremento en gran medida el costo de la obra, aunque proporcionaba un menor peso de cubierta además de que permite manejar una menor pendiente y al hacer la comparación entre la master mil y la de fibrocemento se tomó la decisión de utilizar la de fibrocemento por costos.

En cuanto el cielo raso el pasante hizo la sugerencia de utilizar para este PVC por practicidad en la colocación y manejo, pero a sugerencia del propietario de la vivienda se tomó la decisión de hacerlo en panel yeso.

En general se hicieron algunas modificaciones a los diseños por parte de los propietarios, los cuales conllevaron a hacer ajustes a las cantidades de obra y posteriormente a el APU, al hacer estos ajustes se incremento un poco el costo de la obra, Aunque la realización de esta parte ya no le correspondió al pasante.

3. ACTIVIDADES DE OBRA EN CAMPO

3.1 DISPOSICIÓN DEL TERRENO

Descapote, nivelación y replanteo.

La actividad de toma de topografía ya había culminado, por lo tanto, el personal encargado dejó en el sitio de construcción puntos de referencia para la ubicación posterior de ejes, a cargo del maestro encargado de la obra.

²La limpieza de terreno cuyo fin es eliminar la vegetación existente sobre un terreno, es parte importante de su habilitación para el desplante de una estructura y en la realización de una excavación; puede ejecutarse a mano o a máquina; el material sobrante debe llevarse a escombreras aprobadas por Las guías Ambientales.

EJECUCIÓN

- Se procede a la extracción de los troncos y raíces.
- Retirar la vegetación superficial (hierba, maleza o residuos de sembradíos).
- Retirar fuera de la obra o terreno del producto de las actividades anteriores.
- Determinar el nivel que va a servir de referencia
- Si la nivelación se hace con manguera, utilizar una manguera plástica y transparente; a mayor longitud mejor funciona (no menos de cinco metros de largo). La manguera no debe tener burbujas.

² UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS "ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS"

Imagen 19: Retiro de material vegetal.



Fuente: Imagen propia

Por último, se procedió al replanteo, actividad que consiste en trazar en el terreno los ejes planteados de manera virtual en los planos. El maestro con ayuda de un obrero ubica los puntos referenciados por la cuadrilla de topografía, los cuales son guías para ubicar los ejes a trazar utilizando la escuadra y el metro. Al final de la labor se deben dejar todos los ejes ubicados y en este caso el maestro dejó referenciada la excavación a realizar para la actividad: Vigas de cimentación.

El pasante aparte de supervisar el proceso constructivo de la actividad en general, verificó que al final toda la labor se haya realizado de acuerdo a lo planteado en los planos, para así dar visto bueno y continuar con las siguientes etapas de la construcción.

3.2 ESTRUCTURA

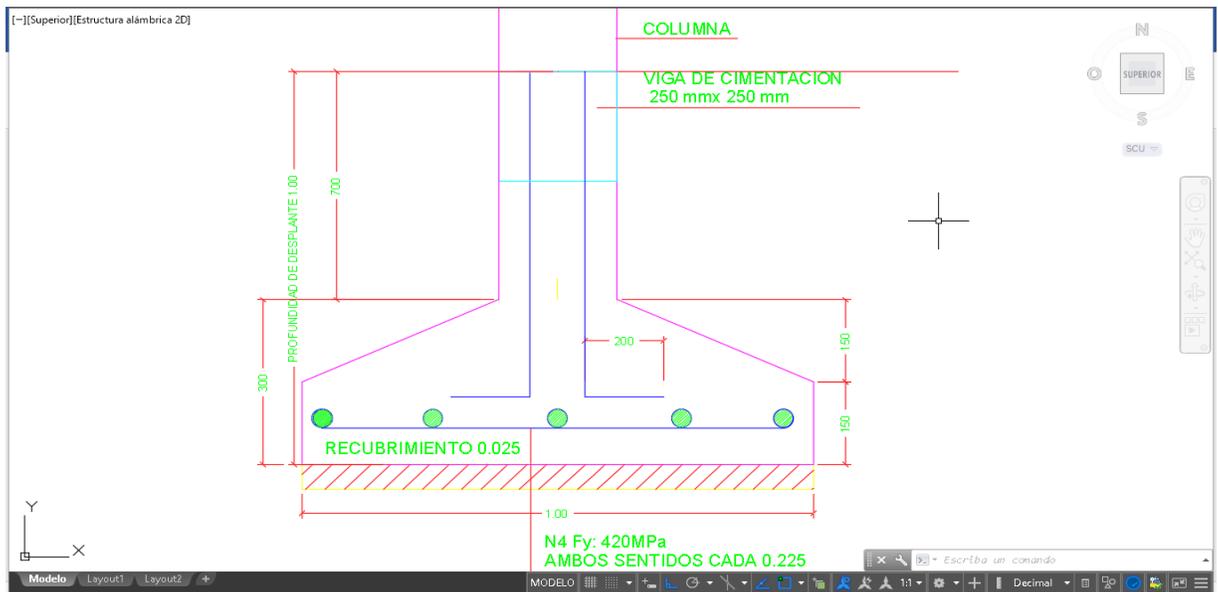
³Toda edificación debe soportarse sobre el terreno en forma adecuada para sus fines de diseño, construcción y funcionamiento. En ningún caso puede apoyarse sobre la capa vegetal, rellenos sueltos, materiales degradables o inestables susceptibles de erosión, socavación, licuación o arrastre de aguas subterráneas, la cimentación se debe colocar sobre materiales que presenten las propiedades mecánicas adecuadas en términos de resistencia y rigidez o sobre rellenos artificiales, que no incluyan materiales degradables, debidamente compactados.

³ Capítulo H.4 Cimentaciones NSR 2010

3.2.1 Zapatas

⁴Es una cimentación superficial, que puede ser empleada en terrenos razonablemente homogéneos y de resistencia a compresión media o alta, consiste en un ancho prisma de concreto situado bajo los pilares de la estructura, su función es transmitir al terreno las cargas a las que está sometida la estructura, además existen varios tipos de zapatas los cuales son. Zapatas aisladas, zapatas combinadas o zapatas corridas. Es de resaltar que en los suelos con una buena resistencia se tendrán zapatas de menor dimensión con respecto a las construidas en suelos de menor resistencia.

Imagen 20: Alzado zapata Z1 1.0mx1.0m.



Fuente: Imagen propia

Cabe resaltar que mientras una parte del personal se dedicaba a la excavación con las dimensiones requeridas la otra parte del personal elaboraba el flejado de acero para las zapatas, las vigas de cimentación y los aceros iniciales de las columnas los cuales son barras de $\frac{1}{2}$ " y estribos de $\frac{3}{8}$ " con separaciones distintas tanto en la parte confinada como en la no confinada.

⁴ Arquitectura, construcción y diseño (Zapatas).

Imagen 21: Figuración de acero.



Fuente: Imagen propia

Se disponen los castillos y se procede a la verificación por parte del pasante, el cual revisa todos los elementos. La separación entre estribos cerca a la base será cada 10 cm hasta llegar a los 60 cm iniciales de la columna, después la separación será cada 20 cm para posteriormente culminar en 10 cm de separación entre estribos. Esto para que la columna tenga una buena resistencia al esfuerzo cortante ya que se presentará mayor esfuerzo en los extremos de la columna.

Al terminar el chequeo del despiece de acero se procede a la fundición de zapatas, la cual se realiza con concreto realizado “in situ” el cual debe tener una resistencia de 3000 PSI. Este proceso se alterna con el vibrado del concreto, el cual se realiza punzando la mezcla con una varilla.

Una vez se culminó la limpieza del terreno, nivelación y replanteo se procede a dar inicio al proceso constructivo de la fundición de zapatas y vigas de cimentación, el personal procedió a excavar en el terreno a una profundidad de dos (2) metros. El pasante realizó el debido acompañamiento para verificar las dimensiones y los niveles de esta. Una vez obtenido el nivel de fondo de la excavación se fundió una capa de concreto fabricado en obra, de aproximadamente seis (6) centímetros, la cual servirá como solado de limpieza, este es una base para el trazado de los elementos estructurales superiores y la colocación de su respectiva armadura A continuación los obreros colocan separadores los cuales soportan el refuerzo y

garantizan el confinamiento adecuado de los aceros, dejando el respectivo recubrimiento a cada lado y en la base de la zapata. El pasante verificó que todo el proceso se efectuara de manera correcta para posteriormente dar visto bueno y continuar con el proceso de disposición del acero de refuerzo.

Imagen 22: Fundición de zapatas.



Fuente: Imagen propia.

3.2.2 Vigas

⁵Son elementos estructurales, diseñados para sostener cargas lineales, concentradas o uniformes, en una sola dirección. Una viga puede actuar como elemento primario en marcos rígidos de vigas y columnas, aunque también pueden utilizarse para sostener losas macizas o nervadas. La viga soporta cargas de compresión, que son absorbidas por el concreto, y las fuerzas de flexión son contrarrestadas por las varillas de acero corrugado. Las vigas también soportan

⁵ Arquitectura, construcción y diseño (vigas).

esfuerzos cortantes hacia los extremos por tanto es conveniente, reforzar los tercios de extremos de la viga. Una viga con mayor peralte (altura) es adecuada para soportar estas cargas, pero de acuerdo a la disposición del proyecto y su alto costo hacen que estas no se convenientes. Para lograr peraltes adecuados y no incrementar sus dimensiones, es conveniente incrementar el área del acero de refuerzo para compensar la resistencia a la flexión.

Imagen 23: Despiece vigas de cimentación.



Fuente: Imagen propia.

Una vez terminado lo concerniente a las zapatas se procede con el anclaje del acero de las vigas de cimentación a las columnas, se revisó por parte del auxiliar la separación de 10 cm entre estribos en la parte confinada y en la no confinada de 20 cm, se encontró que se había dejado por parte del obrero encargado del fleje una separación de 20 cm tanto en la parte confinada como en la no confinada y se procedió a el llamado de atención y a dar la respectiva instrucción.

Imagen 24: Colocación de acero vigas de cimentación.



Fuente: Imagen propia

Cuando se finaliza la fundición de zapatas se continua con la fabricación de la formaleta para las vigas de cimentación, la cual se hace con madera apuntillada, anclada al suelo y reforzada con bastidores o sobrantes de la misma formaleta. Se realiza una revisión final por parte del pasante de la posición adecuada del refuerzo, formaleta y demás teniendo en cuenta que quede el recubrimiento necesario para la protección del acero por parte del concreto.

Una vez verificado todo esto por parte del pasante se procede a la fundición y nivelación de las vigas de cimentación.

Imagen 25: Formaleta vigas de cimentación.



Fuente: Imagen propia

Al cabo de dos días el personal retira la formaleta y se procede a realizar un relleno con el mismo material extraído del terreno para confinar la cimentación, este material es compactado por parte de los trabajadores para así lograr una mejor consistencia al momento de hacer la fundición de la placa.

Imagen 26: Desencofrado y relleno.



Fuente: Imagen propia

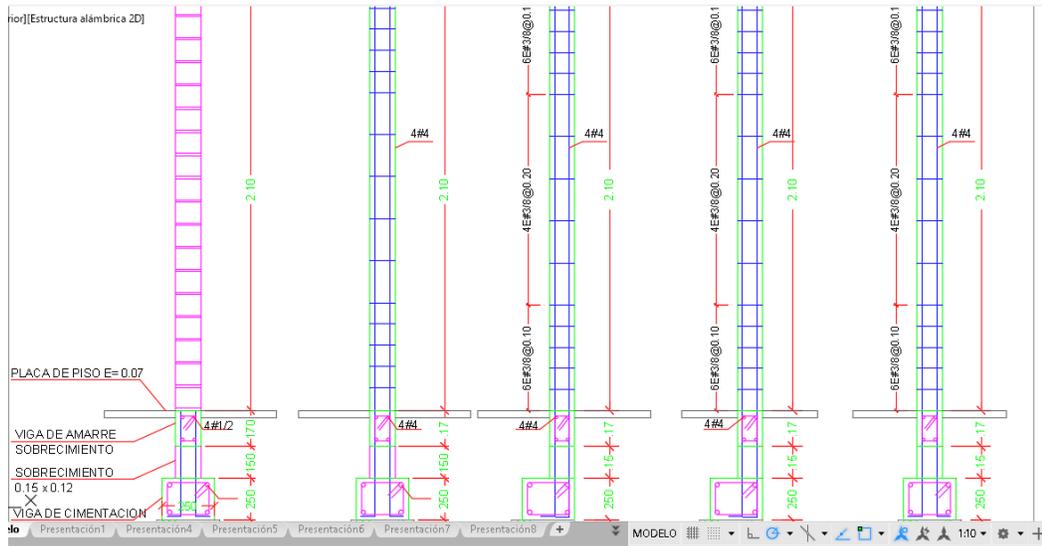
3.2.3 Columnas

⁶La columna es un elemento estructural lineal vertical que tiene la ventaja de minimizar el impacto de la estructura en el espacio, la característica geométrica principal es que su sección transversal es mucho menor que su longitud. En este orden de ideas si una columna es alta y delgada esta es susceptible a pandearse ante cargas verticales, por el contrario, si no es muy alta y su sección es ancha la relación de esbeltez es baja, en este caso la columna es susceptible a fallar por aplastamiento. Es por esto que una columna necesita un elemento asociado que sea capaz de resistir los esfuerzos de tracción asociados a la flexión en este caso el acero.

Las columnas son las encargadas de transmitir las cargas a los elementos de cimentación, adicionalmente proporcionar rigidez y resistencia ante fuerzas horizontales como sismos y viento.

⁶ Arquitectura, construcción y diseño (Columnas).

Imagen 27: Despiece columnas.



Fuente: Imagen propia

Proceso constructivo

- Armado de formaleta según planos.
- Se asegura la formaleta a un punto fijo para evitar accidentes.
- Colocación de dados de concreto según el recubrimiento especificado.
- Colocación de la armadura de la columna.
- Vaciado del concreto y posterior vibración.
- Desencofrado.

En las actividades concernientes a la cimentación de la estructura, se dispuso del acero de refuerzo de las columnas, por lo tanto los obreros inician la actividad colocando separadores y armando la formaleta con tablas de madera aseguradas con collarines de bastidores. Se nivela verticalmente las columnas con ayuda de Guaduas ancladas al piso o a otras columnas. Al finalizar estas labores por parte de los obreros, el pasante verifica la posición adecuada de las columnas, el plomo de las mismas y que las formaletas estén lo suficientemente fijas para evitar que la presión ejercida por el concreto ocasione accidentes.

Se procede a la fundición con concreto realizado en obra, teniendo especial cuidado en el vibrado puesto que al vibrarlo las partículas del concreto se juntan y

el agua excedente asciende a la superficie y queda flotando, todo queda compactado y se reduce al mínimo los espacios entre partículas. El concreto adquiere una mayor densidad y homogeneidad, lo que se traduce en una buena resistencia. Si no se realiza un vibrado correcto se pueden presentar los siguientes inconvenientes como lo son fisuras y grietas además el concreto no obtendrá una buena resistencia mecánica lo que influirá negativamente en su durabilidad, hay que tener especial cuidado en no vibrarlo demasiado ya que se pueden presentar que las piedras grandes descendan y las pequeñas queden flotando en el agua que ha ascendido es decir las partículas del concreto se separaran reduciendo así su resistencia.

En esta ocasión el vibrado se realizó con varilla y con mazo teniendo mucho cuidado de no dañar el encofrado con golpes muy fuertes. Al día siguiente se retira la formaleta, el pasante verifica el acabado de esta y que no se haya presentado segregación de los materiales.

A partir de este momento empieza el curado del concreto para garantizar su resistencia.

Imagen 28: Formaletas de columnas.



Fuente: Imagen propia

3.3 MAMPOSTERÍA

⁷Es un sistema tradicional de construcción que consiste en erigir muros y paramentos, para diversos fines, mediante la colocación manual de los elementos o los materiales que los componen (denominados mampuestos) que pueden ser ladrillos, bloques de cemento prefabricados, piedras talladas en formas regulares o no, entre otros. Este sistema permite una reducción en los desperdicios de los materiales empleados y genera fachadas portantes; es apta para construcciones en alturas grandes. La mayor parte de la construcción es estructural.

3.3.1 Muros

Todos los elementos de mampostería fueron mojados antes de la colocación para garantizar la permanencia de la humedad del mortero de pega, se tuvo especial cuidado de no entraparlos. El mortero base es de un espesor promedio de 1.5 cm y la junta entre bloques es de 1.0 cm.

Se tuvo especial cuidado en que la superficie donde va la mampostería estuviera libre de elementos contaminantes ya que estos restan la adherencia deseada al piso, cabe resaltar que nunca se debe hacer mampostería sobre tierra, solamente se debe hacer sobre la base de concreto o sobre muros existentes.

El maestro inicia la actividad haciendo un trazo de replanteo, lo cual consiste en disponer una cimbra en el piso para dar una guía a sus ayudantes y así alinear la mampostería. Esta guía debe ser aprobada por el pasante para dar inicio a la pega del ladrillo.

Antes de la aplicación de mortero se repartieron los ladrillos de la primera hilada, marcando su distribución y se humedeció el piso, posteriormente se distribuyó la capa de mortero y se procedió a pegar la primera hilada, a medida que se pasa de una hilada a la siguiente, se realizó el alineamiento por medio de un hilo templado además del aplome para que quede perfectamente vertical.

⁷ Arquitectura, construcción y diseño (Mampostería).

El muro debe ser reforzado horizontalmente cada siete (7) hiladas por una varilla #3 y verticalmente al inicio, final y cada intersección de muros, de igual forma con una varilla #3 anclada a la cimentación y a la viga aérea a fundir.

Antes de iniciar con la construcción del muro se tuvo en cuenta la tubería para las instalaciones eléctricas y las hidro-sanitarias, ya que esto evitaría romper para introducir los elementos mencionados.

Imagen 29: Muro en mampostería.



Fuente: Imagen propia

Uno de los inconvenientes presentado fue que en una de las paredes se inició la pega sin haber humedecido el ladrillo puesto que estaba recién llegado a la obra y el operario lo tomo, ya se habían levantado tres hiladas se hizo el respectivo llamado de atención y posterior desmonte de lo que se había hecho, se limpió el ladrillo y se humedeció para su posterior utilización en la pega.

Imagen 30: Alzado de muros.



Fuente: Imagen propia

3.4 CONCRETO

3.4.1 Concreto hecho en obra

⁸Para obtener una mezcla óptima de concreto se debe tener en cuenta:

- Calidad y limpieza del material.
- Buen almacenamiento del material.
- Cumplimiento de la dosificación de la mezcla.
- Buen proceso constructivo.

Al realizar el concreto en la obra se supervisa de manera directa todo el proceso que se debe llevar a cabo para que el concreto obtenido sea de la mejor calidad. Controlando la dosificación de la mezcla, la calidad de los materiales utilizados y teniendo muy en cuenta la proporción de agua utilizada ya que a mayor cantidad de agua menor será la resistencia a la compresión, este proceso permite garantizar que el concreto cumpla con la resistencia requerida de diseño la cual satisface las necesidades técnicas de la obra.

Este concreto se obtiene a través de una mezcla realizada en la obra por medio del trompo mecánico y una vez combinado con el acero se le llama concreto reforzado, cada uno ejerce una función diferente, por una parte, el acero resiste las cargas de flexión y el concreto resiste las cargas de compresión.

El concreto que se elaboró en obra para cada uno de los elementos estructurales tienen una resistencia de diseño $F'c = 21 \text{ Mpa}$ (3000PSI), y para grouting una resistencia de diseño $F'c = 12,5 \text{ Mpa}$ y acero de refuerzo con $F'y = 420 \text{ Mpa}$.

⁸ Normas de construcción en concreto EPM.

3.5 MATERIALES DEL CONCRETO

Para la elaboración del concreto se utilizaron los siguientes componentes y se produjo mediante mezcla mecánica.

3.5.1 Cemento

El cemento utilizado para los diferentes elementos estructurales, en general, es aquel que cumple con las normas que rigen la calidad de este ya que independientemente de la marca de producción debe cumplir con las normas NTC 121 y NTC 321, en obra se utilizó cemento ARGOS de uso estructural de 42,5 Kg.

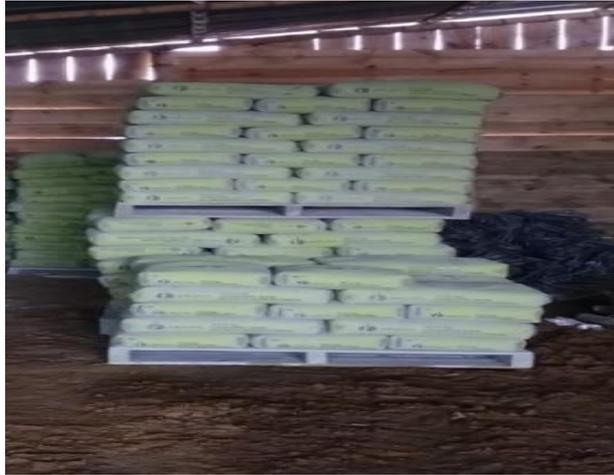
- **Almacenamiento del cemento**

El pasante inspeccionó que el cemento utilizado en obra se almacenara en un sitio estratégico de fácil acceso, apartado de cualquier tipo de elemento que impida la libre circulación del aire o que pueda generar algún tipo de humedad, ya que al mantener el cemento seco este conserva sus cualidades indefinidamente pero si este adquiere humedad fraguaría más despacio y desarrolla menos resistencia, por esto se usan plataformas para proteger el cemento de la humedad del suelo, para evitar que el cemento pierda parte de sus propiedades y así no afectar su resistencia. Los sacos de cemento son protegidos con plásticos o elementos impermeables cuando se producen precipitaciones cuando se encuentran fuera del almacén en fundiciones.

El pasante realizó la supervisión de este material además de verificar que si el cemento presentaba terrones estos fueran fáciles de romper ya que de no ser así la calidad del cemento sería dudosa.

Al verificar todo esto se garantiza que al momento de realizar la mezcla de concreto sean óptimas sus condiciones y así no generar problemas de resistencia. Se llevó control del material con el fin de que este no permanezca mucho tiempo almacenado, para esto se lleva control de salida de materiales en el que el pasante junto con el almacenista inspeccionó que esto se cumpliera con el orden y control por lotes de este material.

Imagen 31: Almacenamiento del cemento.



Fuente: Imagen propia

3.5.2 Agregados

⁹Estos materiales de construcción también llamados agregados deben cumplir con los requerimientos necesarios para lograr la resistencia requerida en el concreto, tal como la trabazón que debe generar el triturado entre partículas, la pureza del agregado fino y que no contenga sustancias o elementos nocivos que eventualmente podrían generar inconvenientes ya que pueden hacer reacción afectando la estructura interna del concreto, su durabilidad y resistencia, tener especial cuidado en el contenido de materia orgánica puesto que esta puede retrasar el fraguado y el endurecimiento del concreto en algunos casos al descomponerse dentro de la estructura genera vacíos, los cuales afectan directamente en la resistencia a largo plazo de la estructura.

- **Manejo y almacenamiento**

Estos deben manejarse y almacenarse de tal manera que no se presente segregación y que no se contamine.

Los montones en los cuales se almacenan deben tener un espesor uniforme y no tan alto para que en el momento de dejar caer el material no se pierdan las partículas más finas, además para evitar variaciones en la granulometría el agregado se debe almacenar por separado de acuerdo a su tamaño.

⁹ Especificaciones Técnicas para Construcción de Viviendas – Universidad de Caldas.

3.5.3 Agregado fino

En obra se trabajó con arena de origen aluvial, teniendo en cuenta que debe estar libre de materiales contaminantes e impurezas orgánicas. Es importante saber reconocer este tipo de material al momento que llega a la obra, cerciorándose que en toda su proporción conserve una buena calidad y cubicar en cada volqueta que llegue con material, puesto que muchas veces se presentan inconvenientes con la cantidad de material que se envía, dado este inconveniente es bueno tener proveedores de confianza que garanticen su producto.

Imagen 32: Agregado fino.



Fuente: Imagen propia

3.5.4 Agregado grueso

¹⁰Agregado grueso de 3/4": este agregado grueso consiste en una grava o una combinación de grava o agregado triturado cuyas partículas sean predominantemente mayores que 5mm y generalmente entre 9.5mm y 38mm. El agregado producido es el producto del triturando de roca de cantera. Los agregados conforman el esqueleto granular del concreto y son el elemento mayoritario ya que representan el 80%-90% del peso total de concreto, por lo que

¹⁰ Rivera, G. A. (1992), Concreto simple. Popayán: universidad del cauca.

son responsables de gran parte de las características del mismo. Los agregados son generalmente inertes y estables en sus dimensiones.

Imagen 33: Agregado grueso.



Fuente: Imagen propia

Para que puedan llenar todos los vacíos y producir mezclas más compactas el agregado fino al igual que el agregado grueso debe ser bien gradado.

La cantidad de agregado fino que pasa los tamices 50 y 100 afecta la maleabilidad, la facilidad para lograr buenos acabados, la textura superficial y la exudación del concreto. Las especificaciones permiten que el porcentaje que pasa por el tamiz No 50 este entre 10% y 30%; se recomienda el límite inferior cuando la colocación es fácil o cuando los acabados se hacen mecánicamente pero cuando se desea una textura superficial tersa, deberá usarse un agregado fino que pase cuando menos el 15% el tamiz 50 y 3% el tamiz 100. El módulo de finura del agregado fino utilizado en la elaboración de mezclas de concreto, deberá estar entre 2.3 y 3.1 para evitar segregación del agregado grueso cuando la arena es muy fina; cuando la arena es muy gruesa se obtienen mezclas ásperas, en nuestro caso tenemos un módulo de finura de 2.68 el cual se encuentra en el rango establecido. La arena al igual que el agregado grueso dependiendo de la necesidad de fundición del elemento será más fina para el concreto grouting y más gruesa para el concreto de losas de cimentación o de entrepiso, ya que debe haber una correcta consecución de tamaños entre el agregado grueso y fino.

3.5.5 Agua de mezcla

El agua se caracteriza por ser uno de los componentes más importantes en la dosificación del concreto, pues es la encargada de aportarle el grado de maleabilidad necesario a la mezcla, para esto debe estar alrededor del 40% de la masa del cemento, además de esto es quien le da la hidratación al cemento para que alcance a desarrollar toda su resistencia aunque un factor que también puede afectar esta resistencia es el contenido de material orgánico el cual se evidencia con el color del agua.

Una vez endurecido el concreto el agua aporta al proceso de curado, lo que desarrolla en el concreto una resistencia adicional. Se recomendó que el agua cumpliera con los requerimientos que se encuentran en la norma NSR-10 (C.3.4), en la obra se utilizó agua del acueducto de Cajibío.

3.6 PREPARACIÓN DEL CONCRETO EN OBRA

3.6.1 Preparación del Equipo

Antes de la preparación del concreto, para dar inicio a un proceso de fundición, se revisó y cumplió los siguientes aspectos:

- La limpieza de mezcladora, buggies, carretillas o cualquier otro equipo de transporte.
- Sentido de la rotación de la mezcladora.
- Retirar todos los escombros de los espacios que serían ocupados por el concreto.
- Humedecer las zonas donde el concreto fuera a hacer contacto
- El acero o refuerzo estaba libre de recubrimientos perjudiciales.
- El agua libre se aislaba de la zona donde se colocó el concreto.

Se verificó que los materiales se mezclaran totalmente, hasta que tuvieron una apariencia uniforme y todos los componentes se encontraran distribuidos, esto se

realizó mínimo en 90 segundos, después de que todos los materiales estuvieron dentro de la mezcladora.

Los materiales se colocaron de la siguiente forma: Se colocó una parte del agregado grueso y del agua, haciendo girar el tambor de la mezcladora, a fin de remover la mezcla precedente. Luego se introdujo el cemento, el resto del agua y la arena, se giró de nuevo y finalmente se agregó el triturado grueso restante.

Una vez amasado el concreto, se depositó sobre los buggies, equipo transportador adecuado, luego se regó sobre un área plana y limpia, donde se palio al bache de la pluma, para ser subido hasta el elemento a fundir. El equipo transportador se preparaba para no generar segregación o pérdida del material. El concreto se transportó hasta el sitio final de colocación empleando métodos que evitaron la segregación o la pérdida de material.

En la búsqueda de cumplir con las especificaciones, el pasante trabajó para que el concreto que se utiliza en la cimentación, columnas y vigas adquieran una resistencia de diseño con un $f'c = 21\text{Mpa}$ (3000psi) por tanto es de gran importancia la supervisión de las cantidades de material que requiere la mezcla de concreto y el seguimiento de una correcta dosificación de mezcla de diseño en la cual el pasante llevo control para vigilar y garantizar que se cumpla con las cantidades de material que requiere el diseño de mezcla y controlar la adición de agua ya que como sabemos a mayor cantidad de agua menor resistencia, esta se ve afectada también cuando la arena está saturada ya que de esta manera se debe disminuir la adición de agua, como también al estar la arena y los materiales secos se le debe agregar un poco más de agua y verificar que el asentamiento este en el rango aceptable.

3.6.2 Proporciones de mezcla

El pasante supervisó que los operarios cumplieran con la correcta adición de agua ya que se da el caso en las obras de que agregan más cantidad de agua de la requerida, esto para facilitar el manejo de la mezcla, es aquí donde se hace muy necesaria la supervisión además se debe tener en cuenta si el agregado fino está saturado ya que este aportaría agua a nuestra mezcla.

Se manejaron las siguientes proporciones:

se trabajó con una proporción en volumen C: AF: AG (cemento: agregado fino: agregado grueso) de 1: 2: 3 para un rango probable de resistencia a la compresión a los (28 días) de 240 kg/cm^2 o 3360 psi.

Imagen 34: Preparación del concreto.



Fuente: Imagen propia

Algo muy importante en la preparación del concreto es la maleabilidad de este, es decir la facilidad con que este puede ser: mezclado, manejado, transportado, colocado, compactado y terminado sin que pierda su homogeneidad.

Un método indirecto para medir la maleabilidad de una mezcla es por medio del ensayo de asentamiento con el cono o “slump” (NTC396). Este determina la consistencia o fluidez de la mezcla.

El pasante realizó esta prueba según la norma, se tomó el molde, se humedeció y se puso sobre una superficie rígida se llenó con tres capas de concreto y se apisono cada capa con 25 golpes por medio de una varilla y una vez compactada la última capa la parte superior se alisa a ras, inmediatamente después se levanta el cono sin generar torsión y se mide la disminución de altura en la parte superior.

Imagen 35: Asentamientos recomendados para diversos tipos de construcción.

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

Fuente: libro concreto simple Ing. Gerardo rivera.

Como resultado tenemos una mezcla con agregado grueso de 3/4" con un asentamiento en el rango (5.0 - 10) cm, lo que nos dice que nuestra mezcla se encuentra en el rango de consistencia media (plástica) usada para losas y vigas con un sistema de colocación manual y vibrado para su compactación.

Imagen 36: Prueba de asentamiento "slump".



Fuente: Imagen propia

Por otra parte, para hacer el ensayo de resistencia a la compresión se procedió de la siguiente manera.

Lo primero que se hizo fue aceitar las paredes de los moldes, se supervisó la buena compactación en el llenado del molde. En la obra se realizó la compactada con varillas de 5/8 y 3/8 y de longitud igual a 60 cm con punta redondeada. La compactada se hizo en 3 capas de 10 cm aplicándole 25 golpes por capa en toda la sección transversal del molde.

Una vez preparados los cilindros de concreto se referenciaron los cilindros, colocándoles la fecha, eje del elemento estructural donde se tomó la muestra y el número de muestra. Después de eso se procedió a colocarlos en un cuarto de la obra, libre de vibraciones y perturbaciones por las primeras 24 horas, después de las 24 horas se procedió a remover los cilindros de los moldes y a colocarlos en unas tinas llenas de agua con cal. Una vez pasada esta etapa de curado de los cilindros se procedía a ensayarlos de inmediato. En la obra generalmente se llevaban a ensayar los cilindros a los 28 o más días en el laboratorio.

Imagen 37: Curado de cilindros.



Fuente: Imagen propia

Se debe garantizar que se realice un buen vibrado del concreto lo cual fue supervisado por el pasante esto con el fin de que no tengamos problemas de mal recubrimiento como también hormigueros causando que el concreto y el acero no trabajen en conjunto, también se debe tener cuidado de no exceder el vibrado ya que nos podría causar segregación como también exudación (ascenso de una parte del agua de la mezcla hacia la superficie como consecuencia de la sedimentación de los sólidos).

Imagen 39: Caja de inspección.



Fuente: Imagen propia

Imagen 40: Tubería interna.



Fuente: Imagen propia

Es de resaltar que cada vez que una conexión cambia de dirección esta se debe hacer con una Yee, la cual debe llevar un ángulo de 45° , puesto que con este se asegura que haya la menor pérdida de carga y se evita que los sólidos se queden atascados y produzcan taponamientos indeseables, nunca en ningún caso se debe hacer una conexión de tubería de aguas residuales en ángulo de 90° puesto que se presentaría el problema anteriormente indicado, en muchas ocasiones se suele hacer estas conexiones de 90° ya sea por desconocimiento o por ahorrarse unos metros de tubería.

OBSERVACIONES

La práctica profesional ha sido una gran oportunidad para aplicar los conceptos aprendidos en la universidad, además de aprender muchos conceptos prácticos en el campo de la construcción también se ha aportado conocimiento a las diferentes personas que colaboran en el proyecto.

A lo largo del tiempo que se ha ejecutado la pasantía, en la obra no se han conseguido grandes avances por temas legales en cuanto a permisos del municipio, en relación con esto se me ha delegado la labor de adelantar los debidos procesos ante la alcaldía y los cuales al día de hoy ya he culminado con éxito.

Se pudo poner en práctica lo aprendido en la realización de los APU'S, necesarios para el avance del proyecto, adicionalmente he podido adquirir conocimientos en temas legales de la obra al igual que procesos constructivos debido a la experiencia del equipo de trabajo.

Se adquirió experiencia en el manejo de trabajadores ya que, en el ámbito profesional, es importante mostrar liderazgo, seguridad y respeto, para desarrollar las actividades de la mejor forma posible.

Se aprendió acerca de los procedimientos para efectuar un control de calidad en el proceso de construcción de un elemento estructural: preparación de sitio, instalación, amarre y conteo de acero, instalación de formaleta, verificar niveles, plomos y dimensiones, colocación de concreto, vibración, retiro de formaleta, acabado y curado.

Se aprendió a inspeccionar y verificar que la obra se ejecutara de acuerdo a los planos y diseños, velando en todo momento por la obtención de la mejor calidad de la obra.

CONCLUSIONES

- Para la obtención adecuada de las cantidades de obra es necesario contar con los planos estructurales y arquitectónicos perfectamente diseñados, ya que de ello depende los resultados que posteriormente serán utilizados para la elaboración del APU.
- La realización del APU es un factor de gran importancia, de este depende que se establezca el valor puntual por el cual saldría la ejecución total de la obra.
- Hay que tener en cuenta que cuando se da inicio a la ejecución de la obra, como lo es en la apertura de vías, es de vital importancia contar con el personal adecuado, ya que en gran parte el avance o retroceso de la obra depende de la experiencia del operario para enfrentarse a las diferentes circunstancias que se puedan presentar.
- La presencia del pasante es un factor fundamental para el desarrollo de la obra puesto que los obreros al estar bajo su supervisión contarán con el apoyo y visto bueno en la toma de decisiones de los diferentes procesos realizados como lo es el control de calidad de los materiales, maquinaria, equipos y fundamentalmente en el buen proceso de ejecución de sus labores.
- Como auxiliar de ingeniero residente, el seguimiento a los procesos constructivos fue satisfactorio, logrando resolver inconvenientes que se presentan en el avance de obra como lo es en la colocación de aceros, cumpliendo con los requerimientos de diseño, alineamientos y traslapos que dispone una buena interpretación de los planos.
- El aprendizaje adquirido con base en lo teórico y reforzado en lo práctico, permitió afianzar muchos conocimientos tanto a nivel profesional e individual, además del manejo de personal y la capacidad para resolver inconvenientes que como ingeniero civil se debe dar solución.

REFERENCIAS

- Alunni, J. L. (2013). Definición de Ingeniería. Cátedra: Fundamentos de Ingeniería. Tema: Definición.
- Polanco, L. F. (1980 – a la fecha). Apuntes y Experiencias Prácticas de Obras Civiles. Popayán.
- Reglamento colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10.
- Rivera, G. A. (1992), Concreto simple. Popayán: universidad del cauca.
- NTC 1920 – Acero Estructural (ASTM A36).
- NSR 10, TITULO D – Mampostería estructural.
- NSR 10, TITULO C – Concreto estructural.
- NTC 3318 – Concreto premezclado (ASTM C94).
- [http://www.construdata.com/IdentificaEmpresa.asp?Siga=%2FBancoConocimiento%2FI%2Findices de costos menu%2Easp](http://www.construdata.com/IdentificaEmpresa.asp?Siga=%2FBancoConocimiento%2FI%2Findices%20de%20costos%20menu%2Easp)
- <http://www.construdata.com/BancoMedios/Documentos%20PDF/ANALISISDE TALLADOS GENERALES.pdf>

ANEXOS

Tabla 03: Área de piso primario

AREA DE VIVIENDA PARCELAS VILLAS DEL LAGO	
AREA DE PISO PRIMARIO M2	
AREA DE ALCOBAS	
ALCOBA PPAL	14.748
ALCOBA 1	10.814
ALCOBA 2	10.814
HALL DE ALCOBAS	25.701
HALL	10.210
SALA	14.719
PASILLO ENTRE (ALCOBA 1-2)	2.428
BAÑO PRINCIPAL	4.648
BAÑO 01	3.000
BAÑO 02	2.000
COMEDOR	13.727
CUARTO DE ROPAS	9.000
COCINA	10.491

AREA DE PUERTAS	
INGRESO PRINCIPAL	0.4500
ALCOBA PPAL - HALL	0.1350
ALCOBA PPAL - BAÑO PPAL	0.1050
ALCOBA 01	0.1275
BAÑO 01	0.1050
ALCOBA 02	0.1275
COMEDOR - COCINA	0.4500
COMEDOR - HALL	0.2250
COCINA - CUARTO DE ROPA	0.1350
CUARTO DE ROPA - HALL	0.1273
HALL - BAÑO 02	0.1050
HALL - SALA	0.2250

AREA VENTANALES	
Jardín interno	0.6000
SALA - EXTERIOR	1.4652
HALL DE ALCOBA - EXTERIOR	0.3754
ALCOBA PRINCIPAL	0.4725
ALCOBA 01	0.4500
ALCOBA 02	0.4500
CUARTO DE ROPAS	0.6100
COMEDOR	0.4350
EXTERIOR	
CORREDOR	92.8405
PLACA HUELLA	25.3340
AREA TOTAL DE PISO PRIMARIO	257.6

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se adjuntan las tablas donde se evidencian los resultados de los cálculos para las cantidades de obra.

Tabla 04: Cantidades de obra.

DESCRIPCION	UBICACIÓN EN PLANOS	MEDIDA TOTAL	MEDIDA VANOS	MEDIDA BRUTA	UNIDAD
MAMPOSTERIA LADRILLO FAROL 10X20X30 Cm	EJE 5 (A-F)	58.968	17.55	41.42	M2
	EJE 4 (A-E)	39.406	3.36	36.05	M2
	EJE 3 (A-H)	63.452	31.56	31.90	M2
	EJE 2 (E-H)	22.14	7.35	14.79	M2
	EJE 1 (E-H)	29.07	11.98	17.09	M2
	EJE A (3-5)	17.78	7.15	10.63	M2
	EJE B (3-5)	11.53	0.00	11.53	M2
	EJE C (3-5)	10.908	1.79	9.12	M2
	EJE D (3-5)	10.908	1.79	9.12	M2
	EJE E (1-5)	30.2	8.19	22.01	M2
	EJE F (1-5)	30.2	13.65	16.55	M2
	EJE G (1-3)	17.98	5.187	12.79	M2
	EJE H (1-3)	17.98	4.8	13.18	M2
	PARED BAÑO 02 (sin eje)	6.2	0	6.20	M2
	PARED BAÑO PPAL (sin eje)	6.84	0	6.84	M2
	PARED BAÑO 01 (sin eje)	4.65	1.47	3.18	M2
TOTAL MAMPOSTERIA LADRILLO FAROL				262.40	M2

PAÑETE, REPELLO O REVOQUE	EJE 5 (A-F)	117.936	42.78	75.15	M2
	EJE 4 (A-E)	78.812	6.72	72.09	M2
	EJE 3 (A-H)	126.904	63.11	63.79	M2
	EJE 2 (E-H)	44.28	14.70	29.58	M2
	EJE 1 (E-H)	58.14	23.95	34.19	M2
	EJE A (3-5)	35.56	21.13	14.43	M2
	EJE B (3-5)	23.06	0.00	23.06	M2
	EJE C (3-5)	21.816	1.79	20.03	M2
	EJE D (3-5)	21.816	1.79	20.03	M2
	EJE E (1-5)	60.4	16.38	44.02	M2
	EJE F (1-5)	0	0	0	M2
	EJE G (1-3)	35.96	10.374	25.59	M2
	EJE H (1-3)	35.96	9.6	26.36	M2
	PARED BAÑO 02 (sin eje)	12.4	0	12.40	M2
	PARED BAÑO PPAL (sin eje)	13.68	0	13.68	M2
	PARED BAÑO 01 (sin eje)	9.3	1.47	7.83	M2
TOTAL PAÑETE				482.23	M2

Descripción	Ubicación en planos	Largo	Alto	Ancho	Cantidad	Unidad
EXCAVACION A MANO	eje 1	9.679	0.2	0.2	0.387	M3
	eje 2	7,55	0.2	0.2	0.302	M3
	eje 2'	2,329	0.2	0.2	0.093	M3
	eje 3	21,88	0.2	0.2	0.878	M3
	eje 4	12,376	0.2	0.2	0.495	M3
	eje 5	16,576	0.2	0.2	0.663	M3
	eje A	5,35	0.2	0.2	0.214	M3
	eje B	5,35	0.2	0.2	0.214	M3
	eje C	5,35	0.2	0.2	0.214	M3
	eje D	5,35	0.2	0.2	0.214	M3
	eje E	10,947	0.2	0.2	0.437	M3
	eje F	15,012	0.2	0.2	0.600	M3
	eje G	5,597	0.2	0.2	0.223	M3
	eje H	5,597	0.2	0.2	0.223	M3
					5.15	M3

ZAPATAS Z1 1.1X1.1	EJE A	1.1	0.75	1.1	1.815	M3
	EJE C	1.1	0.75	1.1	1.815	M3
	EJE E	1.1	0.75	1.1	2.722	M3
	EJE F	1.1	0.75	1.1	4.537	M3
	EJE H	1.1	0.75	1.1	1.815	M3
						12.71

ZAPATAS Z2 0,60X0,60	EJE A	0.6	0.75	0.6	0.27	M3
	EJE A'	0.6	0.75	0.6	0.81	M3
	EJE B	0.6	0.75	0.6	0.81	M3
	EJE C	0.6	0.75	0.6	0.54	M3
	EJE D	0.6	0.75	0.6	1.08	M3
	EJE E	0.6	0.75	0.6	0.54	M3
	EJE E'	0.6	0.75	0.6	0.54	M3
	EJE F	0.6	0.75	0.6	0.27	M3
	EJE G	0.6	0.75	0.6	0.81	M3
	EJE H	0.6	0.75	0.6	0.27	M3
					5.94	M3
TOTAL EXCAVACION A MANO					23.8	M3

COLUMNAS 0.15X0.20 m	EJE A	0.2	3.3	0.15	0.297	M3
	EJE A´	0.2	3.3	0.15	0.297	M3
	EJE B	0.2	3.3	0.15	0.297	M3
	EJE C	0.2	3.3	0.15	0.396	M3
	EJE D	0.2	3.3	0.15	0.396	M3
	EJE E	0.2	3.3	0.15	0.495	M3
	EJE E´	0.2	3.3	0.15	0.198	M3
	EJE F	0.2	3.3	0.15	0.594	M3
	EJE G	0.2	3.3	0.15	0.495	M3
	EJE H	0.2	3.3	0.15	0.396	M3
				3.913	M3	

VIGA AEREA 0.20X0.20	EJE A	0.2	5.95	0.2	0.238	M3
	EJE A´	0.2	2.2	0.2	0.088	M3
	EJE B	0.2	3.9	0.2	0.156	M3
	EJE C	0.2	3.9	0.2	0.156	M3
	EJE D	0.2	3.9	0.2	0.156	M3
	EJE E	0.2	9.697	0.2	0.387	M3
	EJE E´	0.2	2.3	0.2	0.092	M3
	EJE F	0.2	13.812	0.2	0.552	M3
	EJE G	0.2	5.097	0.2	0.203	M3
	EJE H	0.2	5.947	0.2	0.237	M3
	EJE 1	0.2	8.879	0.2	0.355	M3
	EJE 2	0.2	5.72	0.2	0.228	M3
	EJE 2´	0.2	1.979	0.2	0.079	M3
	EJE 3	0.2	18.625	0.2	0.745	M3
	EJE 3´	0.2	1.45	0.2	0.058	M3
	EJE 4	0.2	9.951	0.2	0.398	M3
EJE 5	0.2	15.926	0.2	0.637	M3	
				4.772	M3	

VIGA DE AMARRE 0.20X0.20	EJE A	0.2	5.45	0.2	0.218	M3
	EJE A´	0.2	1.9	0.2	0.076	M3
	EJE B	0.2	5.475	0.2	0.219	M3
	EJE C	0.2	5.475	0.2	0.219	M3
	EJE D	0.2	5.475	0.2	0.219	M3
	EJE E	0.2	11.297	0.2	0.451	M3
	EJE E´	0.2	2	0.2	0.08	M3
	EJE F	0.2	14.912	0.2	0.596	M3
	EJE G	0.2	5.114	0.2	0.204	M3
	EJE H	0.2	5.197	0.2	0.207	M3
	EJE 1	0.2	8.979	0.2	0.359	M3
	EJE 2	0.2	6.75	0.2	0.27	M3

	EJE 2´	0.2	1.979	0.2	0.079	M3
	EJE 3	0.2	19.98	0.2	0.799	M3
	EJE 3´	0.2	1.5	0.2	0.06	M3
	EJE 4	0.2	11.376	0.2	0.455	M3
	EJE 5	0.2	15.176	0.2	0.607	M3
					5.121	M3

Tabla 05: Cantidad de Acero.

CANTIDAD DE ACERO DE ZAPATAS			
EJE	LONGITUD (m)	PESO POR ML DE ACERO 1/2´´	TOTAL (Kg)
EJE A	34	0.994	33.80
EJE A´	18	0.994	17.89
EJE B	18	0.994	17.89
EJE C	40	0.994	39.76
EJE D	24	0.994	23.86
EJE E	54	0.994	53.68
EJE E´	12	0.994	11.93
EJE F	76	0.994	75.54
EJE G	18	0.994	17.89
EJE H	34	0.994	33.80
			326.03

CANTIDAD DE ACERO DE COLUMNAS			
EJE	LONGITUD (m)	PESO POR ML DE ACERO 3/8´´	TOTAL (Kg)
EJE A	55.965	0.56	31.34
EJE A´	55.965	0.56	31.34
EJE B	55.965	0.56	31.34
EJE C	74.62	0.56	41.79
EJE D	74.62	0.56	41.79
EJE E	93.275	0.56	52.23
EJE E´	37.31	0.56	20.89
EJE F	111.93	0.56	62.68
EJE G	93.275	0.56	52.23
EJE H	74.62	0.56	41.79
			407.43

CANTIDAD DE ACERO DE COLUMNAS			
EJE	LONGITUD (m)	PESO POR ML DE ACERO 1/2´´	TOTAL (Kg)
EJE A	54	0.994	53.676
EJE A´	54	0.994	53.676
EJE B	54	0.994	53.676
EJE C	72	0.994	71.568
EJE D	72	0.994	71.568
EJE E	90	0.994	89.46
EJE E´	36	0.994	35.784
EJE F	108	0.994	107.352
EJE G	90	0.994	89.46
EJE H	72	0.994	71.568
			697.788

CANTIDAD DE ACERO VIGAS DE AMARRE			
EJE	LONGITUD (m)	PESO POR ML DE ACERO 1/2''	TOTAL (Kg)
EJE A	24	0.994	23.86
EJE A'	8.8	0.994	8.75
EJE B	24	0.994	23.86
EJE C	24	0.994	23.86
EJE D	24	0.994	23.86
EJE E	50.588	0.994	50.28
EJE E'	9.5	0.994	9.44
EJE F	70.448	0.994	70.03
EJE G	24	0.994	23.86
EJE H	24	0.994	23.86
EJE 1	42.316	0.994	42.06
EJE 2	33.8	0.994	33.60
EJE 3	101.92	0.994	101.31
EJE 4	53.2	0.994	52.88
EJE 5	76.904	0.994	76.44
			604.34

CANTIDAD DE ACERO VIGAS DE AMARRE			
EJE	LONGITUD (m)	PESO POR ML DE ACERO 3/8''	TOTAL (Kg)
EJE A	18.9	0.56	10.58
EJE A'	6.93	0.56	3.88
EJE B	18.9	0.56	10.58
EJE C	18.9	0.56	10.58
EJE D	18.9	0.56	10.58
EJE E	37.17	0.56	20.82
EJE E'	7.56	0.56	4.23
EJE F	49.77	0.56	27.87
EJE G	18.9	0.56	10.58
EJE H	18.9	0.56	10.58
EJE 1	30.87	0.56	17.29
EJE 2	23.94	0.56	13.41
EJE 3	69.3	0.56	38.81
EJE 4	39.06	0.56	21.87
EJE 5	52.29	0.56	29.28
			248.37

EJE	LONGITUD (m)	PESO POR ML DE ACERO 1/2''	TOTAL (Kg)
EJE A	24	0.994	23.86
EJE A'	8.8	0.994	8.75
EJE B	15.52	0.994	15.43
EJE C	15.52	0.994	15.43
EJE D	15.52	0.994	15.43
EJE E	42.4	0.994	42.15
EJE E'	9.5	0.994	9.44
EJE F	61.788	0.994	61.42
EJE G	24	0.994	23.86
EJE H	24	0.994	23.86
EJE 1	42.316	0.994	42.06
EJE 2	33.8	0.994	33.60
EJE 2'	9.316	0.994	9.26
EJE 3	101.92	0.994	101.31
EJE 3'	7.2	0.994	7.16
EJE 4	53.2	0.994	52.88
EJE 5	76.904	0.994	76.44
			562.31

Fuente: Elaboración propia