

**INTERVENCIÓN COMO AUXILIAR DE INGENIERÍA EN LA CONSTRUCCIÓN  
DEL EDIFICIO “10 HOUSE”**



**INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO MODALIDAD PASANTÍA**

**PRESENTADO POR:  
YESID MUÑOZ OME**

**CODIGO:  
100414011118**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL - PROGRAMA INGENIERIA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCION  
POPAYÁN, ABRIL 2019**

**INTERVENCIÓN COMO AUXILIAR DE INGENIERÍA EN LA CONSTRUCCIÓN  
DEL EDIFICIO “10 HOUSE”**



**INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO MODALIDAD PASANTÍA**

**PRESENTADO POR:  
YESID MUÑOZ OME**

**CODIGO:  
100414011118**

**DIRECTOR DE PASANTÍA:  
DIEGO FERNANDO MARTINEZ CABANILLAS**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL - PROGRAMA INGENIERIA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCION  
POPAYÁN, ABRIL 2019**

## **NOTA DE ACEPTACIÓN**

El director y los jurados han evaluado este documento y han escuchado la sustentación del mismo por su autor y lo encuentran satisfactorio, por lo cual autorizan al estudiante Yesid Muñoz Ome para que desarrolle las gestiones administrativas para optar el título de Ingeniero Civil

---

**Firma del Presidente del Jurado**

---

**Firma del Jurado**

---

**Firma del Director**

Popayán, Abril de 2019

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por darme vida, salud y perseverancia para que este sueño se haya hecho realidad.

A mi madre y mi padre por su esfuerzo y lucha, por ser mi pilar, mi apoyo incondicional, por brindarme su amor y comprensión.

A mis hermanas por sus consejos, cariño y compañía.

A mis abuelos y mis tíos, que me han acompañado y apoyado en todo mi camino académico y personal.

A mis compañeros por su apoyo constante en toda la carrera, en especial a Otilia Estefanía Pantoja Quiscualtud y Luis Fernando López Aguilar.

A todo el personal de la empresa GRUPO EMPRESARIAL FJS SAS quienes me acogieron de la manera más humana e hicieron que mi permanencia en la pasantía sea mi mejor experiencia.

Al Ingeniero Diego Fernando Martínez Cabanillas por su compromiso, y por su calidad como persona y docente.

A todos los docentes gracias por ser mi guía académica y ejemplo de humanidad.

## TABLA DE CONTENIDO

	pág.
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>10</b>
<b>2. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA .....</b>	<b>11</b>
2.1. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO .....	11
2.2. ESPECIFICACIONES GENERALES DE OBRA.....	12
2.3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	12
<b>3. JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>13</b>
<b>4. OBJETIVOS.....</b>	<b>14</b>
4.1. GENERAL.....	14
4.2. ESPECÍFICOS.....	14
<b>5. SEGUIMIENTO A LA MANO DE OBRA EN CUANTO A LA ADECUADA EJECUCIÓN DE LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS. ....</b>	<b>15</b>
5.1. ESTADO DE EJECUCIÓN DE LA OBRA AL INICIAR LA PASANTÍA .....	15
5.2. ACTIVIDADES DE CIMBRADO Y ARMADO DEL ACERO DE LAS VIGAS Y VIGUETAS .....	15
5.3. AMARRE DE ACERO PARA VIGAS Y LOSA DE ENTREPISO.....	17
5.4. COLOCACIÓN DE CASETONES DE GUADUA .....	21
5.5. FUNDICIÓN DE LOSA DE ENTREPISO.....	25
5.6. AMARRE DE ACERO DE COLUMNAS Y PANTALLAS.....	27
5.7. CIMBRADO Y COLOCACIÓN DE FORMALETA PARA PANTALLAS Y COLUMNAS: .....	32
5.8. FUNDICIÓN DE PANTALLAS Y COLUMNAS:.....	38
5.9. ARMADO Y FUNDICION DE ESCALERA.....	41
5.10. REALIZACIÓN DEL ENTABLERADO PARA LA LOSA DE ENTREPISO	43
<b>6. CONTROL DE ENTRADA Y SALIDA DE MATERIALES. ....</b>	<b>46</b>
<b>7. CALCULO DE CANTIDADES DE OBRA Y RENDIMIENTOS DE ELEMENTOS DE CONCRETO REFORZADO.....</b>	<b>52</b>
7.1. CANTIDAD DE ACERO PARA LOSA DE ENTREPISO.....	52

7.1.1. Acero longitudinal:.....	52
7.1.2. Acero transversal. ....	53
7.2. CUBICACIÓN DEL VOLUMEN DE CONCRETO PARA LOSA DE ENTREPISO:.....	54
7.3. CANTIDAD DE ACERO PARA PANTALLAS Y COLUMNAS:.....	55
7.4. CUBICACIÓN DEL VOLUMEN DE CONCRETO PARA PANTALLAS Y COLUMNAS .....	59
7.5. CALCULO DE CANTIDAD DE ACERO Y CONCRETO PARA ESCALERA 60	
7.6. RENDIMIENTOS DE OBRA .....	61
7.6.1. Rendimientos en las escaleras .....	61
7.6.2. Rendimiento en losa de entrepiso .....	62
7.6.3. Rendimientos para columnas y pantallas.....	64
<b>8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>65</b>
8.1. RECOMENDACIONES.....	65
8.2. CONCLUSIONES .....	65
<b>9. ANEXOS .....</b>	<b>68</b>

## LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Modelo 3D edificio "10HOUSE" .....	10
Figura 2. Localización del proyecto .....	11
Figura 3. Estado de la obra al iniciar la pasantía .....	15
Figura 4. Subida de puntos de referencia .....	16
Figura 5. Cimbrado de vigas y marca de estribos.....	16
Figura 6. Detalle de vigas y viguetas del piso 4.....	17
Figura 7. Detalle de losa de entrepiso .....	17
Figura 8. Distribución de vigas y viguetas de la losa de entrepiso del cuarto piso..	18
Figura 9. Colocación de los estribos de las vigas y amarrado de los mismos .....	19
Figura 10. Amarre de acero vigas V2 o riostras para cuarto piso .....	19
Figura 11. Colocación y amarre de acero de nervios de losa aligerada .....	20
Figura 12. Colocación de formaletas en los bordes de las vigas o viguetas.....	20
Figura 13. Colocación de separadores plásticos debajo de las vigas V1 Y V2:.....	21
Figura 14. Colocación de casetones de guadua.....	22
Figura 15. Colocación y amarre de varillas de la losa de compresión .....	22
Figura 16. Separadores plásticos. ....	23
Figura 17. Traslapo de aceros de pantallas y columnas.....	23
Figura 18. Instalación de tuberías de la red eléctrica.....	24
Figura 19. Colocación de las tuberías de desagüe .....	24
Figura 20. Chequeo de niveles del entablado previo a la fundición.....	25
Figura 21. Sección tipo de columnas 1 y 2 .....	27
Figura 22. Ubicación de columnas en el edificio.....	28
Figura 23. Estribo y gancho de columna.....	29
Figura 24. Colocación y amarre de estribos y ganchos de columnas.....	29
Figura 25. Ubicación de las pantallas en el edificio .....	30
Figura 26. Detalle de distribución de aceros y espesor de pantallas .....	31
Figura 27. Cimbrado para la ubicación de la formaletería .....	33
Figura 28. Colocación de pines sobre las pantallas.....	34
Figura 29. Ubicación de puntos hidráulicos y sanitarios en la formaleta.....	34
Figura 30. Formaleta de columna. ....	35
Figura 31. Colocación de cerchas y tacos metálicos sobre pantallas y columnas.	36
Figura 32. Verificación de plomos mediante pesas .....	37
Figura 33. Corrección de columna torcida. ....	37
Figura 34. Instalación lista para empezar fundición .....	38
Figura 35. Vaciado y vibración de columnas y pantallas .....	39
Figura 36. Retirada de formaletería, tacos y cerchas .....	40

Figura 37. Verificación de medidas y aplicación de lechada.....	40
Figura 38. Curado de pantallas y columnas.....	41
Figura 39. Escalera lista antes de la fundición.....	42
Figura 40. Fundición de la escalera .....	43
Figura 41. Colocación de tableros de madera .....	44
Figura 42. Separación de espaciamiento entre cerchas.....	44
Figura 43. Ajustes en el entablado .....	45

## LISTA DE TABLAS.

	pág.
Tabla 1. Entrada y salida de materiales del 5 al 19 de septiembre del 2018 .....	47
Tabla 2. Entrada y salida de materiales del 5 de septiembre al 6 de octubre del 2018 .....	48
Tabla 3. Entrada y salida de materiales del 11 al 30 de octubre del 2018.....	49
Tabla 4. Entrada y salida de materiales del 31 de octubre al 21 de noviembre del 2018.....	50
Tabla 5. Entrada y salida de materiales del 27 de noviembre al 11 de diciembre del 2018.....	51
Tabla 6. Cantidad de acero longitudinal para losa de entrepiso número tres .....	52
Tabla 7. Cantidad de acero transversal para losa de entrepiso número tres.....	53
Tabla 8. Cantidad de concreto necesario para losas de entrepiso número tres, cuatro y cinco.....	54
Tabla 9. Barras de acero necesarias para columnas y pantallas del cuarto piso ..	58
Tabla 10. Barras de acero necesarias para columnas y pantallas del quinto piso.	58
Tabla 11. Barras de acero necesarias para columnas y pantallas del sexto piso ..	59
Tabla 12. Concreto necesario para columnas y pantallas del cuarto piso .....	60
Tabla 13. Concreto necesario para columnas y pantallas del sexto piso.....	60
Tabla 14. Cálculo de la cantidad de concreto para una escalera .....	61
Tabla 15. Horas empleadas en construcción de una escalera pisos 3 y 4 .....	62
Tabla 16. Rendimientos para escaleras pisos 3 y 4 .....	62
Tabla 17. Horas invertidas en losa de entrepiso número tres .....	62
Tabla 18. Rendimientos en losa de entrepiso número tres.....	63
Tabla 19. Horas invertidas en losa de entrepiso número cuatro .....	63
Tabla 20. Rendimientos en losa de entrepiso número cuatro .....	63
Tabla 21. Horas invertidas en losa de entrepiso número cinco .....	63
Tabla 22. Rendimientos en losa de entrepiso número cinco .....	63
Tabla 23. Horas invertidas en columnas y pantallas del cuarto piso .....	64
Tabla 24. Rendimientos obtenidos para columnas y pantallas del cuarto piso .....	64
Tabla 25. Horas invertidas en columnas y pantallas del quinto piso.....	64
Tabla 26. Rendimientos calculados para columnas y pantallas del quinto piso.....	64

## 1 INTRODUCCIÓN

En la empresa GRUPO EMPRESARIAL FJS SAS, de la ciudad de Popayán se está llevando a cabo la ejecución del proyecto del edificio de uso residencial “10 HOUSE”, donde el estudiante se adentró y conoció de primera mano los diferentes procesos constructivos realizados en el campo, desarrollando supervisión técnica a los mismos, además de evaluar la calidad de los materiales, ayuda en cálculos de cantidades de obra, control en almacenamiento de materiales, entre otros, lo cual correspondería a ser el auxiliar del ingeniero residente de la obra.

A continuación se presenta el informe final que corresponde a la estadía del pasante durante el cual el estudiante desarrollo su práctica profesional y estuvo presente en la ejecución del proceso constructivo la obra. El inicio de la labor como pasante fue el 5 de septiembre de 2018 y la culminación el día 12 de diciembre del año 2018

Figura 1: Modelo 3D edificio “10HOUSE”.

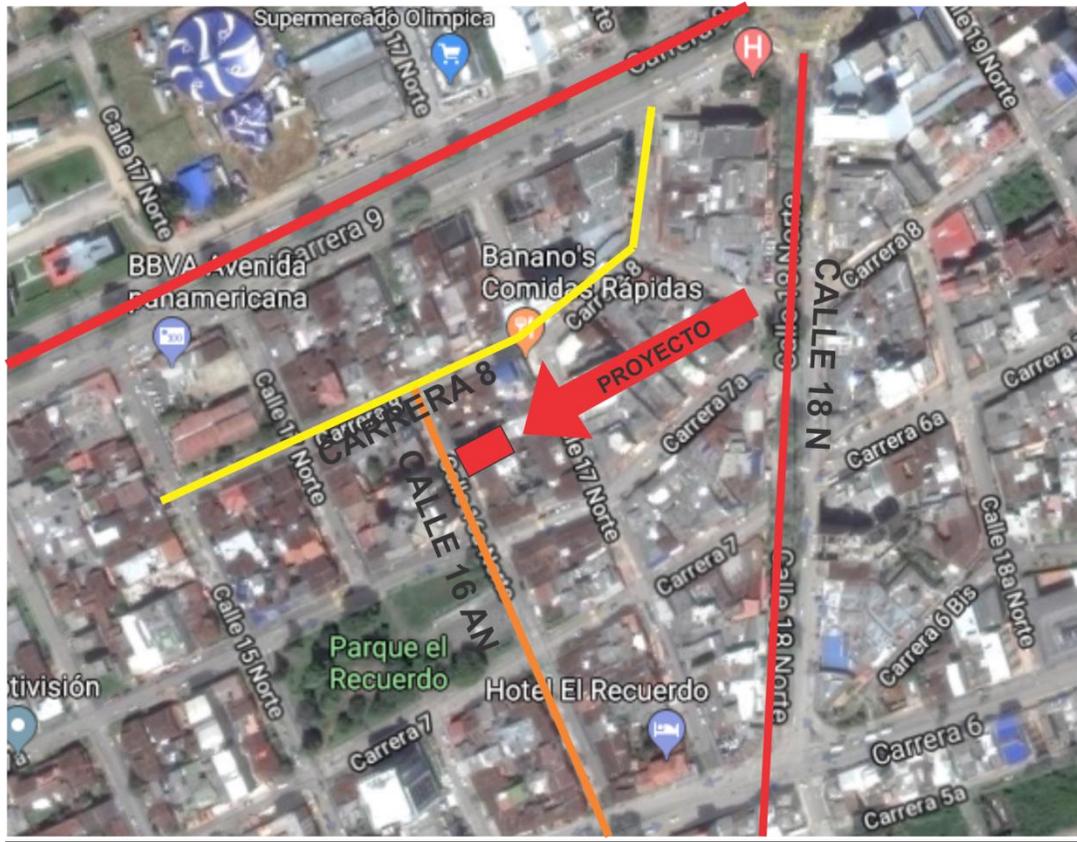


Fuente: suministrada por la empresa

## 2 DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

### 2.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

Figura 2: Localización del proyecto



Fuente: Google Maps

El proyecto “10 HOUSE” está ubicado en el barrio el Recuerdo en la ciudad de Popayán (Cauca), en el predio con dirección: Calle 16AN # 7–33, este sector se clasifica como AR-4 (área residencial estrato 4). Está localizado en un punto estratégico de la ciudad en donde se puede fácilmente acceder mediante dos vías principales de esta como lo son la Carrera 9 y la carrera 6 que cuentan con flujo vehicular alto.

El lote cuenta con una topografía relativamente plana, la cual fue aprovechada en el previo diseño arquitectónico lo que ha beneficiado al proyecto. El predio cuenta con un superficie bruta de 221.86 m<sup>2</sup> y un área construible aproximadamente de 1164.76 m<sup>2</sup>.

## **2.2 ESPECIFICACIONES GENERALES DE OBRA**

El proyecto denominado "10 HOUSE" permitirá la construcción de 26 aparta-estudios y dos locales comerciales, enfocadas al estrato 4 de la ciudad de Popayán; tendrá acceso peatonal sobre la calle 16AN.

El proyecto está conformado por un edificio de 6 pisos, donde para el primer piso se tienen dos locales comerciales y 2 aparta-estudios, del piso 2 al 5 se tienen 5 aparta-estudios por piso y para el piso 6 se tienen 4 aparta-estudios. Los residentes tendrán acceso mediante un ascensor y escaleras, y contarán también con un depósito de basuras. Todos los aparta-estudios contarán con servicios de acueducto, alcantarillado, red eléctrica y red de gas domiciliario.

El Proyecto será construido en una sola fase, donde la fecha de inicio de la construcción fue el 16 de enero de 2018.

## **2.3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

El diseño estructural es uno de los aspectos más importantes a tener en cuenta en las edificaciones debido a las situaciones que se puedan presentar debido a fuerzas sísmicas u otras fuerzas impuestas por la naturaleza o el uso. Su diseño se realiza para que la estructura sea capaz de resistir todas las posibles combinaciones de carga con la rigidez y resistencia adecuada.

Se utiliza el sistema de pórticos en concreto reforzado como sistema estructural y capacidad especial de disipación de energía (DES), con esfuerzo máximo a la compresión del concreto ( $f'c$ ) de 21Mpa y esfuerzo de fluencia del acero ( $f_y$ ) de 420 Mpa., cuyos elementos corresponden a columnas de secciones de 0.5x0.5m y vigas de secciones de 0.30x0.40m, 0.15x0.40m.y 0.20x0.40m.

### 3 JUSTIFICACIÓN

Dentro de la correcta formación de un Ingeniero Civil se pueden destacar dos partes importantes, una en la cual el ingeniero civil adquiere todos los conocimientos teóricos necesarios que son base fundamental para tener criterio respecto al desarrollo de obras y otra en la cual adquiere conocimientos más prácticos derivados de la experiencia o fundamentos empíricos obtenidos por el personal que se maneja en la obra lo que se hace que se complemente su formación profesional como Ingeniero Civil.

A lo largo de esta pasantía el pasante adquirió conocimientos los cuales se adquieren exclusivamente al realizar prácticas como esta; y es así, como con la experiencia de ser pasante se aprendió la interrelación con profesionales de la ingeniería y de la construcción, obteniendo de los mismos además de su experiencia en la materia, una experiencia de vida, que servirá para el desempeño profesional en el futuro.

Teniendo en cuenta lo anterior, cumpliendo con el Acuerdo N° 27 de 2012 del Consejo Superior Universitario y la Resolución FIC – 820 de 2014 (Reglamento de Trabajo de Grado en la Facultad de Ingeniería Civil), que ofrece al estudiante la modalidad de trabajo de grado participar como pasante promoviendo la confrontación de los conocimientos teóricos adquiridos durante la carrera y así optar al título de Ingeniero Civil de la Universidad del Cauca, lo cual resulta muy útil llevar a cabo esta práctica en la cual mediante la ejecución del proyecto edificio “10 HOUSE” se amplió y reforzó muchos de los conocimientos relacionados con la Ingeniería Civil.

Al finalizar el desarrollo de la pasantía se logró contar con una mayor capacidad para planear, dirigir, organizar y controlar cada uno de los procesos constructivos que constituyen una obra en general.

## **4 OBJETIVOS**

### **4.1 GENERAL**

Participar como auxiliar de ingeniería en el proceso constructivo del proyecto edificio "10 HOUSE", de Popayán-Cauca hasta obra negra.

### **4.2 ESPECÍFICOS**

- Realizar control de los procesos constructivos en los pisos 3, 4, 5 y 6 revisando que se lleve a cabo de acuerdo con la normatividad vigente.
- Llevar un control tanto en el suministro y salida de materiales como en la calidad de los mismos.
- Hacer cálculos de cantidad de materiales y observar los rendimientos de obra en cuanto a los elementos de concreto reforzado en los pisos 3, 4, 5 y 6.

## **5 SEGUIMIENTO A LA MANO DE OBRA EN CUANTO A LA ADECUADA EJECUCIÓN DE LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS.**

### **5.1 ESTADO DE EJECUCIÓN DE LA OBRA AL INICIAR LA PASANTÍA**

El día miércoles 05 de septiembre se dio inicio a la pasantía, la obra presentaba gran avance en su ejecución. Al llegar se estaba armando y nivelando los tableros para la fundición de la losa de entrepiso número 3, para así llegar al cuarto piso. Ese día se hizo un recorrido por la obra para ir conociendo el estado en que se encontraba e ir observando lo que se estaba realizando, así como también conocer al personal encargado del desarrollo de las actividades en la obra.

Figura 3: estado de la obra al iniciar la pasantía



Fuente: propia.

### **5.2 ACTIVIDADES DE CIMBRADO Y ARMADO DEL ACERO DE LAS VIGAS Y VIGUETAS**

Para iniciar con el proceso de cimbrado una vez armada la plataforma con tableros de madera de 1.40 metros por 0.70 metros, se procedió a subir unos puntos de referencia que se fijaron desde el primer piso, se usó una plomada de punto. Para esto fue necesario extraer una de las tablillas del tablero y con la ayuda de la plomada se coloca la punta de esta en el punto de referencia se marca en el tablero, se repite el proceso para diferentes puntos en la misma línea de referencia para posteriormente cimbrar. En este caso los puntos de referencia se ubicaron a 1.30 metros de los paramentos laterales.

Figura 4: subida de puntos de referencia



Fuente: propia

Una vez se tuvieron estas líneas de referencia en la plataforma de madera se procedió a cimbrar por donde irían las vigas, comprobando y corroborando con los planos las medidas que allí se indicaban, además se marcó sobre cada línea de las vigas la ubicación de los estribos. Se debe tener muy en cuenta que la separación de estribos donde hay traslape se reduce a la mitad de la separación que se viene manejando.

Figura 5: cimbrado de vigas y marca de estribos

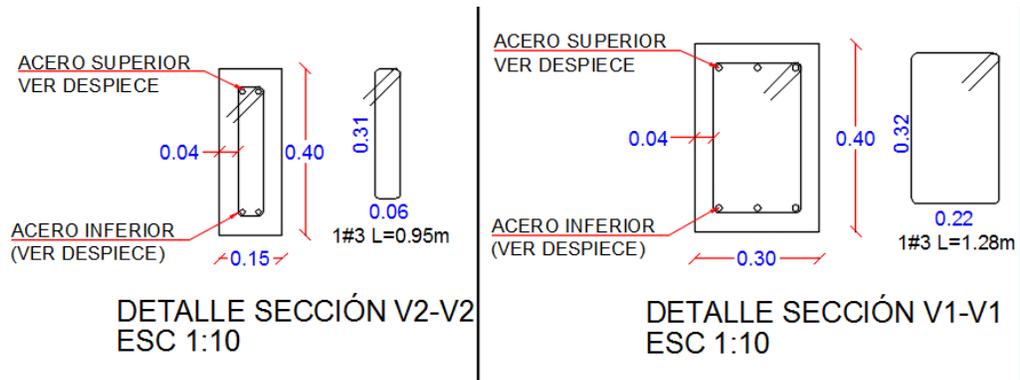


Fuente: propia

### 5.3 AMARRE DE ACERO PARA VIGAS Y LOSA DE ENTREPISO

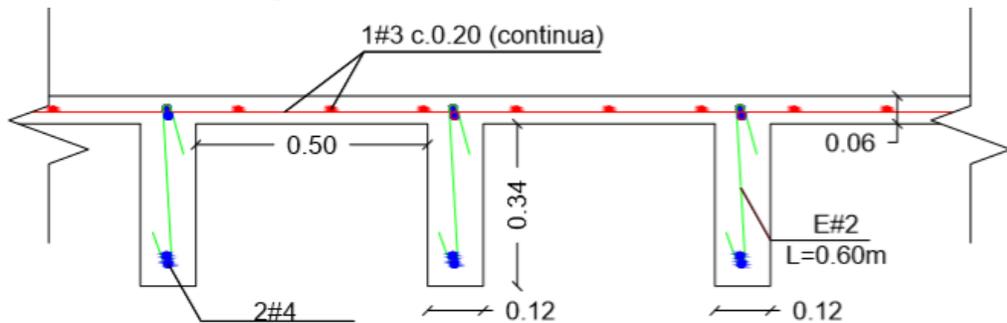
El día 6 de septiembre del 2018, se inició a armar las vigas: viga V1 (0.30x0.40m) y viga V2 (0.15x0.40m) de la losa de entepiso del cuarto. Los estribos para estas vigas se habían realizado con anterioridad. Para la viga V1 se hicieron de 0.22x0.32m y para la viga V2 de 0.09x0.32m con el fin de garantizar el recubrimiento mínimo exigido por la norma NSR-10 que es 4cm para vigas y viguetas. Para las viguetas de la losa o nervios se usan ganchos de acero barras #2 de 29cm de largo con gancho de 10cm y barras de acero longitudinal #4 dos en la parte de arriba y dos en la parte de abajo. Para la viga V1 se tienen diferentes despieces dependiendo de la viga. A continuación se muestra los detalles de las diferentes secciones de vigas, viguetas y losa de entepiso

Figura 6: Detalle de vigas y viguetas del piso 4



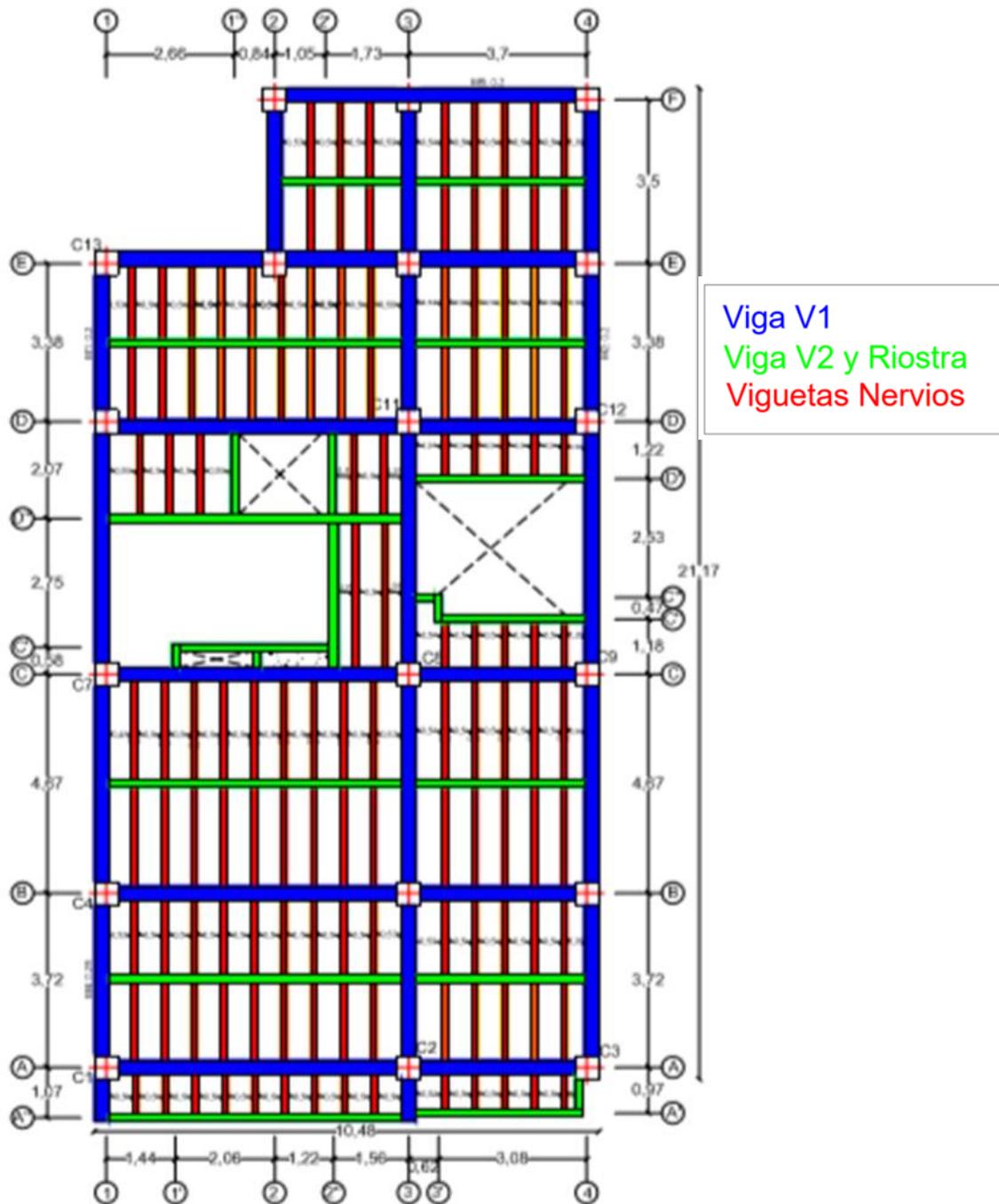
Fuente: planos suministrados por la empresa

Figura 7: detalle de losa de entepiso



Fuente: planos suministrados por la empresa

Figura 8: Distribución de vigas y viguetas de la losa de entrepiso del cuarto piso



Fuente: AutoCAD

Para armar las vigas se empezó figurando el acero, para lo cual se realizó los ganchos a las varillas necesarias en cada viga. Una vez se tuvo el acero necesario para armar las vigas se procedió a ubicar las varillas en el lugar donde se iban a amarrar, se contó el número de estribos necesarios para cada tramo y se colocaron para posteriormente proceder a amarrarlos. Las varillas de acero longitudinal requeridas se metieron por dentro de los estribos y luego se acomodaron de acuerdo a la configuración y se amarraron con alambre negro de acero. Se verificó que no se realizaran los traslapos en zonas de confinamiento (2 H) ni dentro de los cruces con las columnas, puesto que esto lo exige la norma NSR -10.

Figura 9: colocación de los estribos de las vigas y amarrado de los mismos



Fuente: propia

De este modo se continuó con el amarre de aceros para las vigas, comprobando que los aceros correspondieran al despiece exigido, los traslapos se cumplieran y la separación entre estribos también fuera la exigida. Luego de tener la mayoría de vigas principales V1 ya amarradas con sus respectivos aceros, se inició con la colocación y amarre de estribos para las vigas V2 que también vienen siendo de la misma sección que las mismas vigas riostras.

Figura 10: amarre de acero vigas V2 o riostras para cuarto piso



Fuente propia

Los aceros transversales para los nervios de la losa formados con barras #2, se colocaron con una separación de 0.10m entre ellos en los primeros 80cm medidos desde la cara de las vigas principales y en zonas de traslapos, para las demás partes se colocan con una separación de 15cm que es los planos indican.

Figura 11: colocación y amarre de acero de nervios de losa aligerada



Fuente: propia

A la par con la colocación y amarre de los nervios de la losa se colocó formaletas en los bordes del edificio y en los bordes de los vacíos dentro del edificio. Esta ubicación de las formaletas se realizó por los lugares donde se había cimbrado, es decir por los bordes de las vigas V1 y V2.

Figura 12: colocación de formaletas en los bordes de las vigas o viguetas.



Fuente: propia

Al momento de amarrar los aceros de las vigas y viguetas estas en muchas ocasiones quedaron rozando o junto a los tableros, para lo cual fue necesario

colocar separadores con lo cual se garantiza un recubrimiento inferior, el espacio entre los tableros y las barras de acero usando estos separadores plásticos es de 5cm cumpliendo con el recubrimiento mínimo exigido por la norma para vigas y viguetas en losas de entrepiso, sin embargo también se pueden colocar a 3cm esto facilita la colocación en las zonas donde los aceros de las vigas están muy altos. Estos separadores se colocaron en parejas en las dos varillas de los bordes y en ocasiones fue necesario usar una barra de acero para poder subir los castillos de varillas armadas y así poder colocarlos

Figura 13: colocación de separadores plásticos debajo de las vigas V1 Y V2:



Fuente: propia

#### 5.4 COLOCACIÓN DE CASETONES DE GUADUA

En el edificio 10 HOUSE se usaron casetones de guadua de diferentes medidas de acuerdo con el plano de casetones, estos traían el número de casetón y las medidas, lo cual facilitó la colocación. Se verificó que al momento de la colocación de los casetones quedaran en el lugar correcto. Se verificó con el flexómetro que al colocar los casetones, las separaciones entre ellos garantizaran el recubrimiento de los aceros y también el ancho de las vigas, viguetas y riostras.

Las medidas de los casetones usados en la losa del cuarto piso, así como también en las siguientes losas del quinto y sexto piso fueron las siguientes: 1.64x0.50m, 2.11x0.50m, 1.56x0.50m, 1.52x0.50, 0.90x0.50m, 1.0x0.50m, 0.85x0.50m, 1.75x0.50m. y una altura de 0.39 m para todos los anteriormente mencionados.

Figura 14: colocación de casetones de guadua



Fuente: propia

Una vez colocados los casetones se procedió a colocar el emparrillado de varillas #3 cada 20cm continuas en ambos sentidos. Estas varillas se colocaron encima de los casetones, las vigas y viguetas que anteriormente se habían armado. A las varillas se les realizó un gancho de 90 grados, de una longitud de 20 cm y se colocaron como se muestra a continuación teniendo en cuenta que los traslapos se intercalen y así evitar que queden en un mismo sitio. El traslazo requerido para varillas #3 es de 60 cm. Además de estas actividades también se colocó icopor de 10 cm de espesor en los paramentos que limitan con el edificio que hay enseguida, esto con el objetivo de que las dos estructuras no queden juntas y así cumplir con la separación exigida por la norma NSR-10

Figura 15: colocación y amarre de varillas de la losa de compresión



Fuente: propia

Para garantizar el recubrimiento inferior de los aceros para la losa de compresión, se colocaron separadores plásticos distribuidos uniformemente, dejando una separación aproximada de 3cm entre los aceros y la superficie los casetones de guadua.

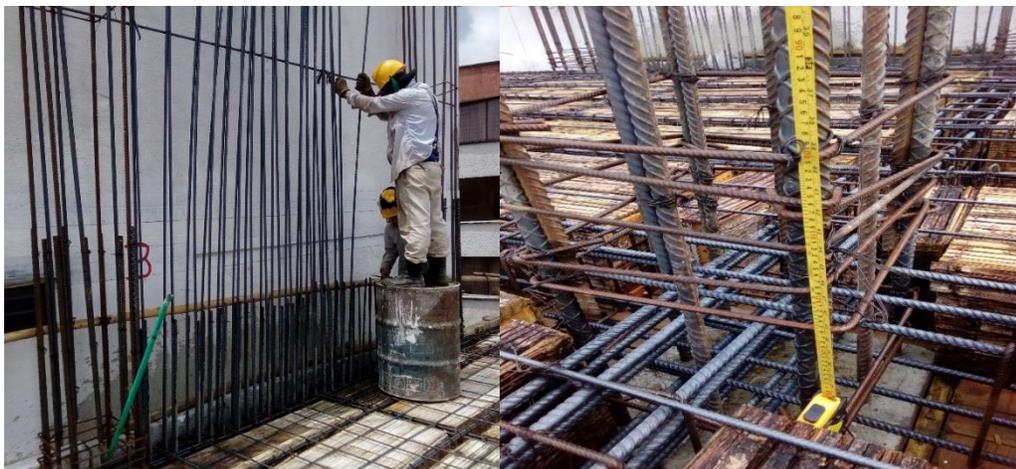
Figura 16: Separadores plásticos.



Fuente: propia

Junto con las anteriores actividades (amarre de acero de vigas, viguetas, colocación de casetones y emparrillado) se colocaron las varillas para prolongar los aceros de las columnas y pantallas puesto que se necesitaba cumplir con el traslape exigido por la norma NSR-10 y si se fundía sin realizar esto no lo garantizaba. Para las columnas se usaron varillas #6 y #7 y para las pantallas varillas #5; el traslape usado en obra fue de 1.30m para #7, 1.10m para #6 y 0.90m para #5, esto según lo indicado en los planos estructurales del proyecto.

Figura 17: traslape de aceros de pantallas y columnas.



Fuente: propia

Posterior a esto, el día jueves 13 de septiembre se empezó a colocar las tuberías de la red eléctrica de acuerdo a los planos eléctricos y por parte de personas capacitadas para esta función.

Figura 18: instalación de tuberías de la red eléctrica.



Fuente: propia

El día viernes 14 de septiembre se colocaron las tuberías de desagüe del cuarto piso, para esto se usó pedazos de tubos de 2" y 4" los cuales se incrustaron dentro de casetones dependiendo de la ubicación que indicaran los planos. A los tubos de desagüe fue necesario colocarles tapones en la parte superior para que a la hora de realizar la fundición estos no se llenaran de concreto o se taparan, en la parte inferior es recomendable colocarles icopor para que en caso de que la mezcla pase tampoco se tapen. Una vez culminada la colocación y amarre del emparrillado de la losa de compresión, de la tubería de la red eléctrica, tubería de desagüe se procedió a pasar un nivel a 1.0m por encima del encofrado esto con el objetivo de controlar el espesor de la losa al momento de la fundición. De este modo al momento de realizar la fundición y teniendo como referencia las marcas realizadas en las varillas de las columnas y las pantallas se descuentan los 40cm del espesor de la losa y la superficie del concreto debería quedar a 60 cm por debajo de las marcas realizadas.

Figura 19: colocación de las tuberías de desagüe



Fuente: propia

Es muy importante tener en cuenta que antes de realizar la fundición se deben dejar las varillas de acero de columnas y pantallas los más verticalmente posible debido a que al fundir las vigas que pasan por tanto por las pantallas como por las columnas los aceros deben coincidir correctamente para luego no realizar una corrección dado que esto trae problemas pues el acero se fatigará lo cual no es recomendado hacer.

Antes de iniciar con la fundición se realizó un último chequeo de los niveles del entablado para la losa aligerada, para ello se templaron hilos sobre el nivel de referencia y se chequeó el nivel del entablado en todo lo largo de la losa. Para esto se templaron hilos a 1.0m desde la anterior losa y desde ese hilo hasta la parte de la cercha se chequeaba que midiera 1.60 metros y como los tableros tiene 0.10m de espesor se completaría 2.70 metros, que es el espacio libre entre losas.

Figura 20: chequeo de niveles del entablado previo a la fundición



Fuente: propia

## 5.5 FUNDICIÓN DE LOSA DE ENTREPISO

El día lunes 17 de septiembre se fundió la losa de entrepiso del cuarto piso. Antes de iniciar con la fundición se mojó con agua usando una manguera todos los casetones y tableros de la losa de entrepiso, se templaron hilos en el nivel de 1.0m que se había marcado con anterioridad sobre los aceros de pantallas y columnas para tener control sobre el espesor de losa de entrepiso. Según lo calculado la cantidad de concreto que se requería era 37.18 metros cúbicos más un desperdicio de 5% para un total de 39.04 metros cúbicos.

El concreto que usado fue un concreto plástico, tamaño de agregado  $\frac{3}{4}$ ", asentamiento slump 6" +-1, de 3000 psi. El concreto se bombeó mediante bomba

estacionaria desde el primer piso la cual tenía la capacidad de 7 caballos de fuerza, alcance horizontal de 300m y alcance vertical de 100m. A medida que se iba vaciando el concreto se solicitaba el siguiente viaje de concreto a los encargados. El primer viaje de mixer llegó a las 1:10 p.m, en este viaje el mixer traía un volumen de  $6m^3$  y a los 15 min de su llegada se inició el bombeo del concreto.

A medida que se realizaba el bombeo del concreto, se realizaba el proceso de repartición de la mezcla de concreto, vibrado, tallada de la mezcla con codal metálico, adecuación de la manguera de bombeo, chequeo del nivel de la losa y colocación de pines (barras #5 de acero de unos 20 cm), las cuales servirán de apoyo de tacos metálicos para la posterior formaleteada.

Figura 19: fundición de la losa de entrepiso del cuarto piso.



Fuente: propia

Figura 20: colocación de pines y tallado del concreto la losa de entrepiso.



Fuente: propia

A las 3:30 pm se presentó un aguacero mientras se realizaba la fundición lo cual obligó a detener la labor durante aproximadamente 15 minutos, luego que pasó se

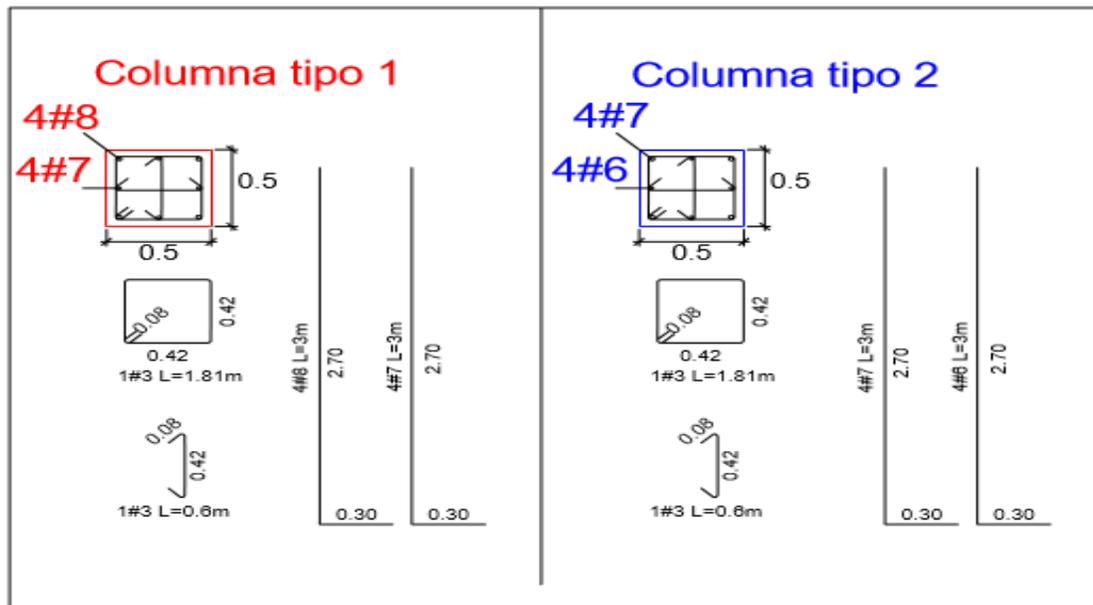
continuó fundiendo prolongándose la jornada hasta las 8:00pm y usando un total de 42.25 metros cúbicos es decir 3.21 metros cúbicos más de lo calculado.

Se hizo el llamado de atención al maestro encargado de la obra ya que no se realizaron los ensayos para garantizar la calidad del concreto que llegaba a la obra. Sin embargo la empresa proveedora del concreto; Geo-Acopio garantiza en su formulario de entrega del concreto que se cumple con lo especificado de acuerdo a los requerimientos exigidos.

## 5.6 AMARRE DE ACERO DE COLUMNAS Y PANTALLAS

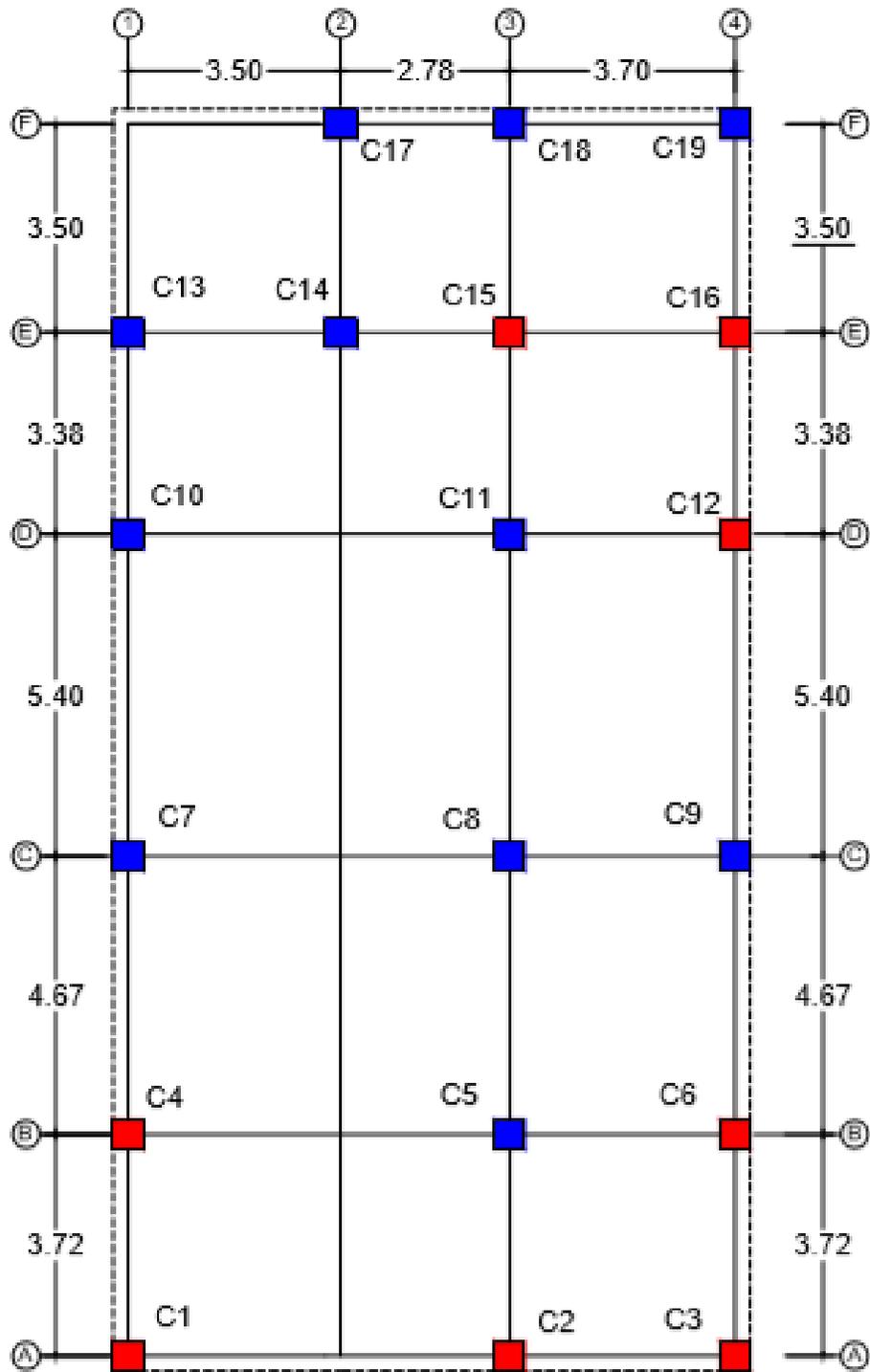
Para la edificación se contaba con dos tipos de columnas, las cuales difieren en sus aceros longitudinales, todas las columnas son de sección 0.5x0.5m pero unas se manejan con barras de 1" y 7/8", y otras con 7/8" y 3/4". A partir del cuarto piso esta configuración cambia pasando a ser todas columnas tipo 2 en cuanto al número y tipo de varilla. A continuación se muestra su sección tipo y ubicación correspondiente en la edificación

Figura 21: sección tipo de columnas 1 y 2



Fuente: planos suministrados por la empresa

Figura 22: ubicación de columnas en el edificio



Fuente: planos suministrados por la empresa

El día martes 18 de septiembre de 2018 se inició el amarre de aceros de columnas y pantallas del cuarto piso. Como ya se tenía los aceros traslapados antes de la fundición no fue necesario hacerlo nuevamente.

Para empezar se tienen las varillas empotradas en la losa de entrepiso del cuarto piso. A partir de estas varillas existentes se insertan los estribos y ganchos. Los estribos usados son de 42x42cm para garantizar los 4cm de recubrimiento y los ganchos son de 42cm.

Figura 23: estribo y gancho de columna.



Fuente: propia

Los estribos de todas las columnas se amarraron a una separación de 6cm y los ganchos cada 18cm, acorde a lo especificado en el diseño estructural. Para ambos estribos se usaron barras de acero de 3/8". Al momento de amarrar se chequeó que esto se realizara adecuadamente para todas las columnas. Para cada columna se usaron 45 estribos y 30 ganchos, es decir 855 estribos y 570 ganchos en todas las columnas del cuarto piso.

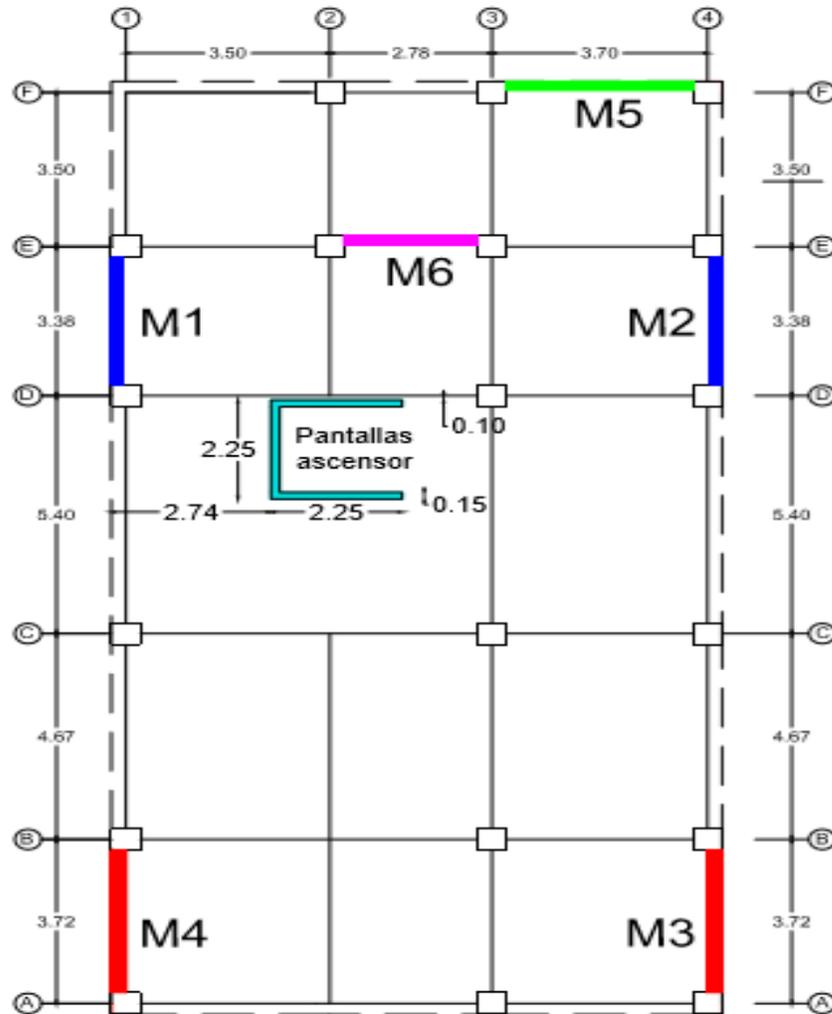
Figura 24: colocación y amarre de estribos y ganchos de columnas



Fuente: propia

A continuación se presenta la ubicación de las pantallas en el edificio

Figura 25: ubicación de las pantallas en el edificio

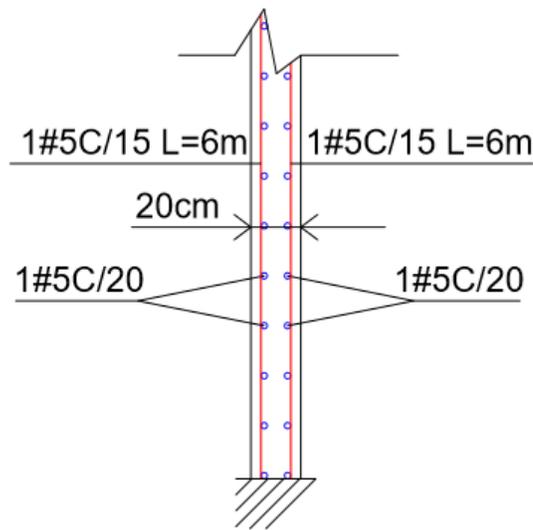


Fuente: planos suministrados por la empresa

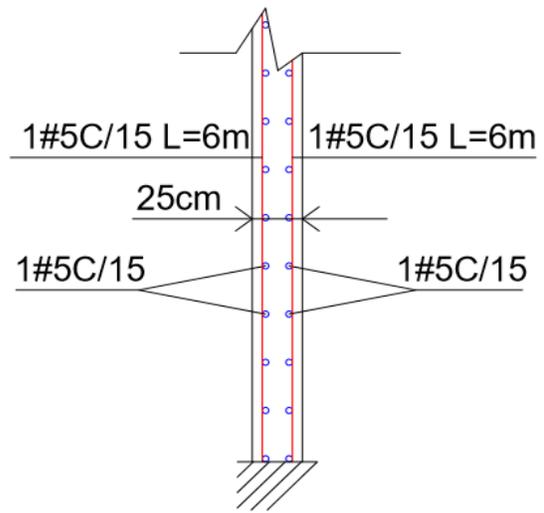
Luego de revisar la distribución y despiece, se encontró que las pantallas M1 y M2 son iguales hasta el nivel N+15.25, las M3 y M4 son iguales y las M5 y M6 también lo son en cuanto a distribución de aceros. A continuación se muestra detalle de despiece de las pantallas:

Figura 26: detalle de distribución de aceros y espesor de pantallas

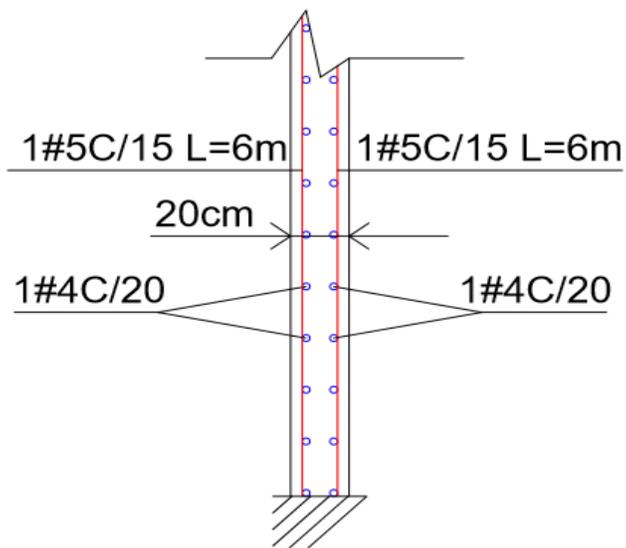
**-Pantallas M1 y M2**



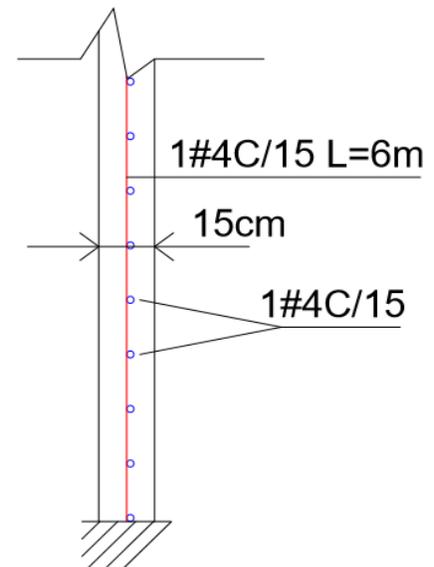
**-Pantallas M3 y M4**



**-Pantallas M5 y M6**



**-Pantallas ascensor**



Fuente: planos suministrados por la empresa

Figura 25: colocación y amarre de ganchos de pantallas



Fuente: propia

Figura 30: colocación y amarre de ganchos del ascensor



Fuente: propia

## 5.7 CIMBRADO Y COLOCACIÓN DE FORMALETA PARA PANTALLAS Y COLUMNAS:

Al día siguiente a la fundición de la losa de entrepiso número 3 se procedió a cimbrar sobre la misma para la ubicación de columnas y de pantallas. Posterior a la cimbrada se procedió a realizar la aspersión de agua con una manguera para que se realizara una correcta curación del concreto en la losa.

Figura 27: cimbrado para la ubicación de la formaletería

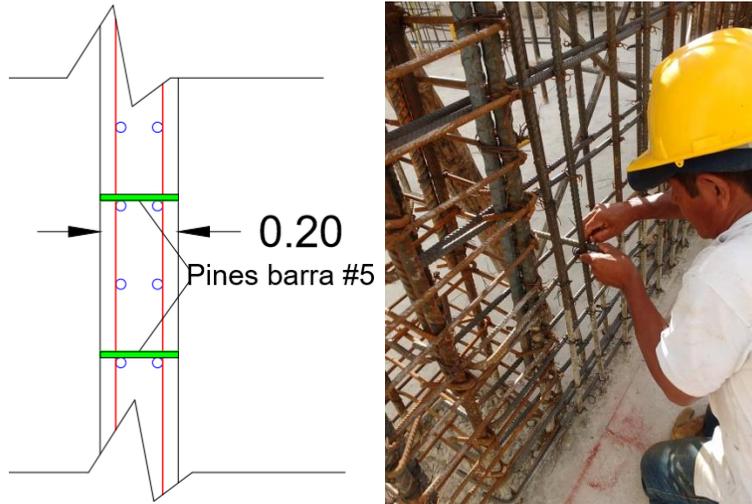


Fuente: propia

Para la formaleta de pantallas se usaron tableros de madera de 1.4 metros por 0.70 metros en los cuales están conformados por tiras de madera de 8 a 10 centímetros de ancho y bastidores de 4x8cm. Algunos de estos tableros se habían comprado, mientras que otros se alquilaron. Para las columnas ubicadas a los lados de las pantallas se usaron tableros de la misma dimensión y se construyeron otros para las partes en donde no es posible usar los que ya se tenían debido a las dimensiones. En la parte donde las columnas o las pantallas limitan con el edificio contiguo que hay se colocan láminas de icopor de 1 metro por un metro y espesor 10 cm, esto con el fin de evitar el contacto entre las dos estructuras independientes separadas bajo la flexión que es producida por la acción sísmica.

Antes de colocar las formaletas de las pantallas se colocaron pines (trozos de barras de acero #5 o #4) de longitud 20cm 25cm según el espesor de la pantalla, los cuales son necesarios e importantes, con el fin de garantizar el recubrimiento lateral de los aceros y para que las formaletas no se unan al momento del ajuste con los puntales y cerchas. Estos pines se amarraron a los aceros verticales cada pantalla colocándose de manera distribuida aproximadamente cada dos barras de los aceros de las pantallas.

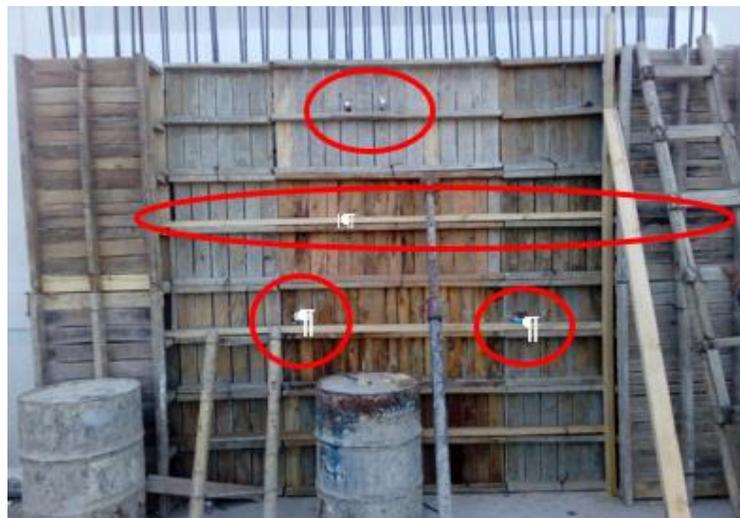
Figura 28: colocación de pines sobre las pantallas.



Fuente: propia

A la hora de colocar las formaletas se tuvo en cuenta si estos llevaban tuberías eléctricas, sanitarias e hidráulicas y se hicieron los huecos en la formaleta para que a la hora de fundir quedaran visibles y así evitar realizar cortes en la pantalla que pueda llegar a perjudicar el elemento estructural. Además, luego de haber colocado los tableros de las formaletas se colocaron bastidores de 4x8cm para unir los tableros y evitar que estos se movieran al momento de realizar la fundición.

Figura 29: ubicación de puntos hidráulicos y sanitarios en la formaleta



Fuente: propia

Tanto para la formaleta de las columnas como para la de las pantallas, se perforo con taladro en ciertos puntos (bordes libres), para colocar uniformemente tornillos roscados con tuerca y arandela con el fin de darle un mejor refuerzo de soporte. Dependiendo de la pantalla o columna se realizaron los cortes de los tornillos pero por lo general fueron tornillos de 80 cm de longitud. En las pantallas donde colinda con el edificio vecino no fue necesario colocar las varillas roscadas con los tornillos y arandelas ya que solo se tenía una cara principal y esta se apuntaló con tacos metálicos y pedazos de madera

Para las columnas se usaron tablas de 0.25m, 0.23m y 0.10m de ancho por 3m de largo y 0.03m de espesor, bastidores de 4x8cm y varillas roscadas con sus respectivas tuercas y tornillos. Los trozos de bastidores usados para cada columna son de 70cm y las varillas de 75 cm, usando así para cada columna un total de 24 pedazos de bastidor y 24 de varillas. Para garantizar el recubrimiento del acero en las columnas también se colocaron pedazos de varillas de 50cm amarrados por dentro de la formaleta.

Para cada columna se tenía cuatro caras: dos de 50cm compuesta por dos tablas de 25 cm y dos de 56cm compuesta por dos tablas de 23cm y una de 10cm

Figura 30: formaleta de columna.



Fuente: propia

Al tener las cerchas y tacos metálicos disponibles en obra, se procedió a la colocación de los mismos. Para cada lado de columna se colocaron 2 cerchas metálicas y para cada lado de pantalla se colocaron 5 o 6 cerchas metálicas repartidas uniformemente. Las cerchas se amarraron con alambre a la formaleta para luego continuar con la colocación de los tacos metálicos. Los tacos metálicos se colocaron dos por cada cercha metálica; un taco largo que diera soporte en la parte superior de la cercha y el taco corto que diera soporte en la parte inferior de

la cercha, y los cuales se apoyaban sobre los pines de barras #5 o #4 que estaban embebidos en la losa de cimentación.

Figura 31: colocación de cerchas y tacos metálicos sobre pantallas y columnas.



Fuente: propia

En las pantallas donde no se tenían apoyos contiguos o que quedaban al vacío (M1, M3, M5, M6) fue necesario colocar cerchas por ambos lados de las mismas y además de eso se usaron tensores de cable de acero para evitar que a la hora de fundir estas se voltearan hacia el vacío o se inclinaran hacia ese lado.

Para aplomar las formaletas de pantallas y columnas, se utilizaron pesas de concreto realizadas en obra con sobrantes de tubos de PVC, las cuales se colgaban a una determinada distancia de la tabilla, desde la parte superior de las formaletas y luego se medía la distancia en la parte inferior de la formaleta entre el hilo de la pesa y la cara de la formaleta, si la formaleta estaba correctamente aplomada la distancia era igual, de lo contrario se corregía mediante la rosca de los tacos metálicos hasta quedar en la misma distancia que la superior y con lo cual la formaleta quedaba correctamente aplomada. Se chequeó en todas las columnas y pantallas que esto se cumpliera y en los lugares donde no lo hiciera informó a los oficiales para que realizaran la corrección.

Figura 32: verificación de plomos mediante pesas



Fuente: propia

Al momento de formaletear la columna C2, se presentó un problema y es que esta no quedaba alineada con las demás columnas, este era un problema que se podía evidenciar de una forma notoria desde el frente de la construcción y luego se verificó que era real al templar un hilo por el eje 3. Para corregir este error lo que se hizo fue levantar la formaleta de la columna y ver qué era lo que impedía que esta no quedara bien, el problema era un estribo el cual no dejaba que la formaleta se ajustara a la cimbra que se había realizado y que los trabajadores no habían tenido muy en cuenta para colocar las cerchas y los puntales y esto hizo que se tuviera que quitar los tacos, cerchas y tensores

Figura 33: corrección de columna torcida.



Fuente: propia

## 5.8 FUNDICIÓN DE PANTALLAS Y COLUMNAS:

La fundición de todas las pantallas y columnas del cuarto piso del edificio, se realizó el día miércoles 03 de octubre. El día anterior se dejó todo listo para el proceso de fundición. Se pudo verificar que todo estuviera en orden antes de arrancar con dicho proceso y además realizó los cálculos de la cantidad de concreto que se requería para el proceso de fundición

Para bombear el concreto hasta su destino en el cuarto piso se usó una bomba estacionaria desde el primer piso la cual tenía la capacidad de 7 caballos de fuerza, alcance horizontal de 300m y alcance vertical de 100m. Una vez los camiones mixer llegaban a la obra se procedía a observar la calidad del concreto, cuando este se veía poco fluido o manejable lo cual dificultaba el bombeo se procedía a adicionar un fluidificante o aditivo. En este caso el concreto que llegó a la obra no presentó problemas por lo cual no fue necesario la adición de este tipo de productos.

Es muy importante tener en cuenta que antes de iniciar con cualquier fundición de un elemento ya sea pantalla, columna, viga o vigueta se debe mojar, en este caso se mojó con una manguera toda la formaleta de dicho elemento para que no se fueran a presentar problemas de curado del concreto.

Al realizar la fundición de cada elemento del edificio se colocó andamios metálicos, junto con tabloncillos para poder llegar a la altura de vaciado de concreto.

Figura 34: instalación lista para empezar fundición



Fuente propia

El concreto pre-mezclado fue suministrado por la empresa GeoAcopio, el cual presentaba las siguientes características:

- Concreto plástico
- Asentamiento Slump 6" +-1"
- Tamaño de agregado: Grava ½"
- Resistencia 3000 psi

Al realizar la fundición se hizo un buen control en cuanto a la vibración del concreto para lograr una mejor uniformidad del mismo y así evitar los vacíos que puedan quedar ( hormigueros) o la falta del recubrimiento de las varillas de acero de los elementos a fundir. Para esto se usó un vibrador normal que se introducía dentro del concreto y por la parte exterior se daban golpes con el martillo de caucho.

En el proceso de fundición de las 19 columnas y las seis pantallas finalizó a las 3:50 pm y no se presentó ningún contratiempo.

Figura 35: vaciado y vibración de columnas y pantallas



Fuente: propia

Al día siguiente de la fundición se empezaron a retirar los tacos metálicos, tensores y la formaletería. Como parte de estos elementos eran alquilados, ese mismo día los recogió la empresa CvS EQUIPAR GLEASON.

Al terminar de retirar la formaletería se observó que algunos elementos quedaron con pequeños hormigueros los cuales no eran muy grandes y por lo tanto no afectaban de manera negativa el comportamiento futuro de los mismos, sin embargo se procedió a hacer una aplicación de lechada para cubrirlos debido a que estos solo eran superficiales y no afectaban el comportamiento estructural, solo estético. El pasante verificó las medidas encontrando que en algunos casos estas variaron un poco sin llegar a ser tan significativas respecto a las medidas para las cuales se formaletearon, es decir, las medidas del diseño estructural

Figura 36: retirada de formaletería, tacos y cerchas



Fuente: propia

Figura 37: verificación de medidas y aplicación de lechada



Fuente: propia

Para que se realizara un buen proceso de curado de los elementos fundidos luego de retirar la formaletería también se procedió a echarles agua y esto se repitió varias veces al día durante una semana, en esta ocasión debido a que en esa semana llovió mucho, entonces en algunas ocasiones no fue necesario mojar los elementos con la manguera puesto que por las condiciones ambientales permanecían mojadas.

Figura 38: curado de pantallas y columnas.



Fuente: propia

## 5.9 ARMADO Y FUNDICION DE ESCALERA

Para la construcción de una escalera lo primero que se hizo fue revisar el plano estructural. Las escaleras del edificio constan de dos tramos y el descanso.

Para la construcción de la escalera con anterioridad de dejó ancladas las varillas del inicio y de la parte superior de la escalera. Se verificaron las medidas que hay desde el inicio hasta el final de la escalera para saber las medidas de las contrahuellas de acuerdo al número de peldaños que se tienen en los planos. Se verificaron las medidas y se trazaron a los lados de donde iría la escalera las huellas y contrahuellas cimbrando por donde se va a colocar la formaleta. Una vez cimbrado se procedió a armar la plataforma que soportará la escalera; para la plataforma de usaron tableros en la parte inferior y tablas en los lados que no contaban con confinamiento.

Los tableros se colocaron sobre cerchas las cuales los soportaban y estas se apuntalaron se apoyan sobre listones de madera, guadua y puntales metálicos. Una vez se tiene la plataforma lista se procede a prolongar las varillas de acero #4 que estaban ancladas a las vigas y en los extremos se les hace un gancho. Se verificó

que el traslape de las varillas fuera de 70 cm que es la longitud de traslape para varillas #4. Estas son las varillas de resistencia. Las varillas de distribución, también #4 se amarran perpendiculares a las de resistencia a una separación de 20 cm. Una vez se tiene armado y amarrado las varillas de acero se colocaron las tablas laterales por donde anteriormente se había cimbrado. Además se colocaron las tablas que dan la forma a los peldaños y se clavan en los extremos verificando que las medidas sean iguales, posteriormente para evitar que al momento de fundir los peldaños no se expandan se fijan con dos varetas clavadas en las tablas y en la parte superior de la viga.

Figura 39: escalera lista antes de la fundición



Fuente: propia

Para el proceso de fundición de la escalera se usó concreto 1:2:3, con grava de 1/2" preparado en la obra. Antes de empezar a vaciar el concreto se limpió la formaletería y se mojó con agua para evitar que la formaleta absorbe el agua del concreto. Al momento de fundir se verificó que se realizara la vibración del concreto para evitar así vacíos en la escalera o también llamados hormigueros. El vaciado del concreto se hizo con baldes y para tallar y dar forma a los peldaños y al descanso se utilizó una llana de madera.

Figura 40: fundición de la escalera



Fuente: propia

## 5.10 REALIZACIÓN DEL ENTABLERADO PARA LA LOSA DE ENTREPISO

Para dejar la losa de entrepiso al nivel requerido, se cimbró a 1.0 metro por encima del nivel de la losa del cuarto piso, sobre todos los elementos del cuarto piso ya fundidos; pantallas y columnas, para dejarlo como referencia al momento de colocar el soporte de la losa, luego se templaron hilos de lado a lado desde el eje 1 al eje 4, con estos hilos posteriormente se guiaban para que el entablero quedara al mismo nivel, midiendo 1.60 metros desde el hilo a la parte superior de la cerchas, así quedará un espacio libre entre pisos de 2.70 metros pues  $1.0 + 1.60 + 0.10$ , este último 0.10 metros es el grosor de los tableros de madera.

El soporte de la losa de entrepiso se armó con tableros de madera de medidas: ancho=0.70m y largo=1.40m. Por lo tanto se decidió que las cerchas metálicas se colocaran transversalmente al edificio y que la distancia entre cerchas fuera de 1.40m de centro a centro para que este modo dieran soporte a los tableros de madera.

Figura 41: colocación de tableros de madera



Fuente: propia

En obra se realizó un elemento con bastidores de madera al que le llamaron “gallinazo” el cual se utilizó para chequear y corregir el distanciamiento entre cerchas. Este elemento tenía la precisión de la medida 1.40m y al colocarlo sobre dos cerchas era muy fácil notar si se encontraban correctamente espaciadas o si había que realizar ajustes. Este proceso se realizó sobre toda la distribución de cerchas para el entablado.

Figura 42: separación de espaciamento entre cerchas.



Fuente propia

A medida que se fueron colocando los tableros, estos se ajustaron mediante golpes con maceta, para que así no quedaran espacios entre tableros que ocasionaran problemas a la hora de fundir. En el caso de que por la distribución de los tableros o por los espacios ocupados por pantallas o columnas quedaran huecos en los que

no coincidían los tableros, estos se tapaban con tablillas, pequeños tableros armados en la obra o tablas.

Figura 43: ajustes en el entablado



Fuente: propia

Una vez se terminó de armar todo el entablado para la losa se procedió a revisar las alturas correspondientes con los hilos trazados anteriormente y se verificó que todos los tableros fueran estables, así como chequear que las diagonales de los puntales metálicos estuvieran en su lugar para evitar que ocurriera algún accidente en la posterior fundición

## **6 CONTROL DE ENTRADA Y SALIDA DE MATERIALES.**

Los materiales de construcción son la materia prima utilizada en las diferentes etapas de una construcción por lo que se debe tener un control de los mismos dentro de la obra, para así tener una mejor organización interna la cual evite que se presente desabastecimiento o acumulación innecesaria de materiales en la obra . En el Edificio 10 HOUSE se llevó un control de la entrada de materiales, así como de los equipos usados que ingresaban al lugar de almacenamiento y directamente a la obra, pero al ser una obra un poco pequeña y que no se acostumbraba a tener un control total de los materiales que salían de la bodega se dificultó conocer lo que se usaba en el día a día.

A continuación se resume de una manera breve la entrada y salida de materiales y equipos realizando observaciones que indican en qué calidad llegaban y salían los mismos de la obra. Con color anaranjado se muestran los materiales y equipos que salieron de la obra.

Tabla 1. Entrada y salida de materiales del 5 al 19 de septiembre del 2018

Fecha	Cantidad	Unidad	Material	Estado
Miércoles 05 de septiembre	2500	Und	Ladrillos farol #4 de dimensiones 10x20x30cm	Ladrillos en buen estado, no se encuentran fracturados
Jueves 06 de septiembre	1	Und	Soldadura CPCV 1/8	Los materiales llegan en buenas condiciones. El alambre está un poco oxidado, pero en buen estado. El empaque del cemento está en buen estado, fecha de caducidad vigente
	10	Und	Tubería CPVC 3/4	
	10	Und	Tubería CPVC 1/2 X3 m	
	20	Und	Codo CPVC 90 X3/4	
	20	Und	Codo CPVC 90 X 1/2	
	12	Und	Tapón soldado CPVC 3/4	
	12	Und	Tapón soldado CPVC 1/2	
	30	Kg	Sacos de cemento San Marcos	
100	Kg	Alambre negro amarre cal 18		
Viernes 07 de septiembre	30	Kg	Cemento gris San Marcos x 50 Kg	Barras de acero en buenas condiciones, se evidenció que no presentaban oxidación, no estaban torcidas y presentaban una longitud constante. El cemento hidráulico llegó en buenas condiciones, no presentaba humedad ni rotura del empaque, además la fecha de caducidad no llegaba, por lo que debía conservar las propiedades.
	170	Und	Varilla #4 x6m 60000 psi	
	280	Und	Varilla #5 x6m 60000 psi	
	50	Und	Varilla #6 x6m 60000 psi	
	76	Und	Varilla #7 x6m 60000 psi	
Martes 11 de septiembre	247	MI	Casetones de guadua	Barras de acero en buen estado. Los casetones de guadua llegaron numerados y no presentan daños
	78	Und	Varilla # 7 x6m 60000 psi	
	500	Und	Varilla # 3 x6m 60000 psi	
Miércoles 19 de septiembre	8	m3	Triturado de 1/2"	Se observa de buena calidad, color gris, libre de impurezas.

Tabla 2. Entrada y salida de materiales del 5 de septiembre al 6 de octubre del 2018

Fecha	Cantidad	Unidad	Material	Estado
Jueves 20 de septiembre	53	Und	Diagonales cortas	Alquiler de diagonales para tacos metálicos, llegan en buen estado
	49	Und	Diagonales largas	
Sábado 22 de septiembre	17	m3	Arena	La arena se observa que está libre de partículas ajenas a ella, los tableros están en buen estado
	80	Und	Tableros de madera 1.40x0.70m	
Jueves 27 de septiembre	60	Und	cerchas de 2.70m	Llegan en buenas condiciones estéticas y funcionales
	30	Und	Puntales metálicos largos	
	20	Und	Puntales metálicos cortos	
Sábado 29 de septiembre	20	Und	Tablas de 20 cm de pino 3 m	Las tablas de madera llegaron en buenas condiciones, de longitud similar, sin daños notables.
	18	Und	Tablas de 25 cm de pino 3 m	
	20	Und	Cuartones de 4x8 pino de 3m	
	40	Und	TIRAS DE 10 CM PINO 3 m	
	10	Und	TIRAS DE 15 CM PINO 3 m	
Martes 02 de octubre	40	Und	Cerchas de 2.70m	Llegan puntales metálicos cortos y llevan cerchas y puntales largos, los equipos entran y salen en buenas condiciones
	15	Und	Puntales metálicos largos	
	30	Und	Puntales metálicos cortos	
Viernes 05 de octubre	21	Und	Cerchas largas 3.0 m	Salida de puntales metálicos y cerchas. Todos salen en buen estado
	12	Und	Cerchas cortas de 2.7 m	
	61	Und	Puntales metálicos largos	
Sábado 06 de octubre	52	Und	Diagonales cortas para puntales	Salen tableros alquilados y llegan diagonales para puntales metálicos. Los equipos llegan y salen en buen estado
	60	Und	Diagonales largas para puntales	
	90	Und	Tableros	

Tabla 3. Entrada y salida de materiales del 11 al 30 de octubre del 2018

Fecha	Cantidad	Unidad	Material	Estado
Jueves 11 de octubre	40	Kg	Cemento San Marcos x 50 Kg	Se observa que el los sacos de cemento están en buen estado, no hay presencia de humedad ni rotura del empaque
Martes 16 de octubre	280	Und	Varillas #4 x6m 60000 psi	Todos los materiales llegaron en buen estado, las barras de #3 llegaron un poco oxidadas.
	30	Und	Varillas #5 x6m 60000 psi	
	25	Und	Varillas #6 x6m 60000 psi	
	50	Kg	Alambre negro Cal 18	
	100	Kg	Acero #2 60000 psi	
Jueves 18 de octubre	4	Lb	Puntillas de acero 2"	Llegan las varillas en buen estado, los equipos en alquiler salen en buenas condiciones.
	400	Und	Varillas #3 x6m 60000 psi	
	29	Und	Cerchas de 3.0m	
	21	Und	Tableros de madera 1.4*0.7m	
Sábado 20 de octubre	4	Und	Cerchas expandibles	Todos los materiales llegan en buenas condiciones
	100	Und	Tubos eléctricos 1/2"	
	20	Und	Tubos PVC agua lluvia de 4"	
	10	Und	Tubos sanitarios 2" tipo pesado	
Jueves 25 de octubre	10	Und	Tubos sanitarios 4" tipo pesado	Al momento de descargar los ladrillos el pasante observa que están en buenas condiciones, sin embargo llegan algunos pocos partidos
	2500	Und	Ladrillos farol #4 de 10x20x30cm	
Martes 30 de octubre	30	Kg	Saco cemento San Marcos x 50Kg	Llegan los materiales en buenas condiciones, no hay daños en el cemento ni varillas
	70	Und	Varillas #5 x6m	

Tabla 4. Entrada y salida de materiales del 31 de octubre al 21 de noviembre del 2018

Fecha	Cantidad	Unidad	Material	Estado
Miércoles 31 de octubre	100	Und	Tableros de madera 1.4x0.7m	Se observa que los tableros llegan en buenas condiciones y los hay ladrillos rotos
	2500	Und	Ladrillos farol #4	
	1	Und	Mezcladora de concreto	
Viernes 02 de noviembre	50	Kg	Saco cemento San Marcos x50Kg	Los materiales que ingresan se encuentran en perfecto estado, salvo un saco de cemento que presenta un pequeño hueco en su empaque, sin embargo este se utilizó el mismo día para fundición de columnetas.
	6	Und	Varillas #7 x6m 60000 psi	
	200	Und	Varillas #3 x6m 60000 psi	
	10	Und	Tablas de pino 0.25x3.0 m	
	30	Und	Codos 45° tubería eléctrica de 1/2"	
	50	Und	Tubos eléctricos de 6.0 de 1/2"	
Miércoles 07 de noviembre	50	Und	Puntales metálicos largos	Los equipos llegan en buen estado
	30	Und	Cerchas de 2.70m	
Jueves 08 de noviembre	20	Und	Cerchas de 2.70m	Cerchas llegan en buen estado, la arena presenta tiene presencia de material grueso
	7	m3	Arena	
Viernes 09 de noviembre	20	Und	Puntales metálicos cortos	Se observa que los puntales metálicos llegan en buenas condiciones, y las cerchas salen en buen estado
	10	Und	Cerchas de 2.70m	
Miércoles 21 de Noviembre	300	Und	Varillas #3 x6m 60000 psi	Las varillas tienen cierta oxidación, sobre todo las #3, sin embargo están en buen estado, el cemento no presenta humedad ni daño en el empaque.
	300	Und	Varillas #4 x6m 60000 psi	
	150	Und	Varillas #5 x6m 60000 psi	
	30	Und	Varillas #6 x6m 60000 psi	
	100	Kg	Cemento San Marcos x50Kg	
	100	Kg	Alambre negro cal 18	

Tabla 5. Entrada y salida de materiales del 27 de noviembre al 11 de diciembre del 2018

Fecha	Cantidad	Unidad	Material	Estado
Martes 27 de noviembre	40	Und	Diagonales cortas para puntales	Se observa que las diagonales que entran y las que salen están en buenas condiciones
	31	Und	Diagonales largas para puntales	
Miércoles 28 de noviembre	270	m	Casetones de guadua	Llegaron algunos casetones con medidas incorrectas, los cuales se modificaron en obra.
Viernes 30 de noviembre	8	m3	Escombros	Salida de escombros de la obra
Lunes 03 de diciembre	8	m3	Escombros	Salida de escombros de la obra
Lunes 10 de diciembre	100	Und	Tableros de madera 1.4x0.7m	Se observa que uno de los tableros tiene una tablilla dañada, sin embargo en la obra se hizo el remplazo de la misma
Martes 11 de diciembre	17	m3	Arena	La arena que ingresa tiene muchas partículas gruesas, los ladrillos están en buenas condiciones
	1200	Und	Ladrillos farol #4	

## 7 CALCULO DE CANTIDADES DE OBRA Y RENDIMIENTOS DE ELEMENTOS DE CONCRETO REFORZADO

### 7.1 CANTIDAD DE ACERO PARA LOSA DE ENTREPISO

#### 7.1.1 Acero longitudinal:

El diseño se realizó con varillas de 9 metros pero en obra se trabajó únicamente con varillas de 6 metros por los que los cálculos aquí mostrados son los que se trabajaron en la obra.

Tabla 6. Cantidad de acero longitudinal para losa de entrepiso número tres

ELEMENTO	CANTIDAD DE BARRAS DE ACERO DE 6.0m				
	#2	#3	#4	#5	#6
VIGA EJE 1				21	
VIGA EJE 2				6	
VIGA EJE 3				30	
VIGA EJE 4				30	
VIGA EJE A				15	3
VIGA EJE B				4	12
VIGA EJE C			3	16	
VIGA EJE D			6	16	
VIGA EJE E			2	12	
VIGA EJE F				9	
VIGA EJE A´				4	
VIGA EJE A´´				6	
VIGA EJE C´´				1	
VIGA EJE C´				4	
VIGA EJE D´´				6	
VIGA EJE D´				4	
VIGA EJE 1´´				2	
VIGA EJE 2´				2	
VIGA EJE 2´´					4
VIGA RIOSTRA			30		
NERVIOS			178		
EMPARRILLADO		185			
<b>TOTAL BARRAS</b>		<b>185</b>	<b>248</b>	<b>163</b>	<b>15</b>

### 7.1.2 Acero transversal.

En la siguiente tabla muestra la cantidad de acero transversal que se usó en la fundición de la losa de entrepiso número tres. Para calcular el número de varillas que se usaron se calculó la cantidad de estribos y ganchos de vigas, riostras y viguetas, y con la longitud de cada gancho o estribo se halló la cantidad de varillas necesarias.

Tabla 7. Cantidad de acero transversal para losa de entrepiso número tres

ELEMENTO	CANTIDAD DE ESTRIBOS		
	#2	#3	LONGITUD
VIGA EJE A		112	1,24
VIGA EJE B		112	1,24
VIGA EJE C		111	1,24
VIGA EJE D		103	1,24
VIGA EJE E		77	1,24
VIGA EJE F		54	1,24
VIGA EJE 1		166	1,24
VIGA EJE 2		30	1,24
VIGA EJE 3		241	1,24
VIGA EJE 4		178	1,24
VIGA EJE A´		28	1,24
VIGA EJE A´´		46	1,24
VIGA EJE C´´		26	1,24
VIGA EJE C´		29	0,98
VIGA EJE D´´		51	0,98
VIGA EJE D´		30	0,98
VIGA EJE 1´´		22	0,98
VIGA EJE 2´		22	0,98
VIGA EJE 2´´		30	0,98
VR		253	0,98
NERVIOS	1736		0,5
<b>TOTAL VARILLAS</b>	<b>144</b>	<b>394</b>	<b>UNIDADES DE 6.0m</b>

Este cálculo fue útil para las losas de entrepiso de los pisos cuarto, quinto y sexto puesto que revisando los planos estructurales, esta era la misma, por lo que no fue necesario volver a hacerlo

## 7.2 CUBICACIÓN DEL VOLUMEN DE CONCRETO PARA LOSA DE ENTREPISO:

Para el la losa de entrepiso número tres se tiene

Tabla 8.Cantidad de concreto necesario para losas de entrepiso número tres, cuatro y cinco

ELEMENTO	ÁREA (M2)	METROS LINEALES (M)	ESPESOR (M)	VOLUMEN (M <sup>3</sup> )
VIGAS V1	0.12	112.21	-	13.47
VIGAS V2	0.06	35.94	-	2.16
RIOSTRAS	0.06	36.04	-	2.16
NERVIOS (0.12X0.34)	0.041	214.32	-	8.79
COLUMNAS	0.25	7.60	-	1.9
LOSA DE COMPRESIÓN	145	-	0.06	8.70
<b>TOTAL (M<sup>3</sup>)</b>				<b>37.18</b>

<b>VOLUMEN TOTAL DE CONCRETO CONSIDERANDO DESPERDICIO (5%) (M<sup>3</sup>)</b>	<b>39.04</b>
--	--------------

Para la fundición se pidieron 6 viajes de mixer de 7m<sup>3</sup> y un último viaje de 2.25m<sup>3</sup>, para un total de **42.25m<sup>3</sup>** de concreto, al comparar este valor con el teórico calculado **39.04<sup>3</sup>**, este es mayor, por lo que se aumentaron **3.21m<sup>3</sup>**, lo que representa un aumento del **8.2%** del valor presupuestado.

El Costo de mezcla de concreto incluyendo transporte y bombeo = \$377.600  
 Por lo tanto el costo total fue de **\$15'953.600**, el costo adicional respecto al presupuestado fue de **\$1'212.096**.

Para la losa del quinto y del sexto piso la cantidad de concreto que se requería era el mismo de acuerdo a los planos estructurales, pero como ocurrió en el caso de la losa del cuarto piso hubo una variación a la hora de realizar la fundición en la cantidad de concreto.

La fundición de la losa de entrepiso del quinto piso se realizó el día miércoles 24 de octubre y en esta fundición se usaron 45.25 metros cúbicos de concreto, es decir, se gastaron 6.21 metros cúbicos más de lo presupuestad, esto representa un aumento de 15.9% más de concreto que se tenía previsto requerir. Se cree que este aumento se debe a que al momento de realizar el tallado de la losa, esta quedó de un espesor mayor, ya que con los equipos que se trabajan es difícil tener un control

total y con un pequeño espesor que se aumente debido a que el área es grande, la variación es apreciable. De igual forma la cantidad de concreto se incrementó porque habían pequeños cambios en las medidas de los casetones, ya que al ser de esterilla de guadua en muchas ocasiones estos se comprimen con la presión que genera el concreto y aumentan el espacio que ocupa el concreto.

El costo para esta fundición fue de 17'086.400, el costo adicional respecto a lo presupuestado fue de 2'344.896.

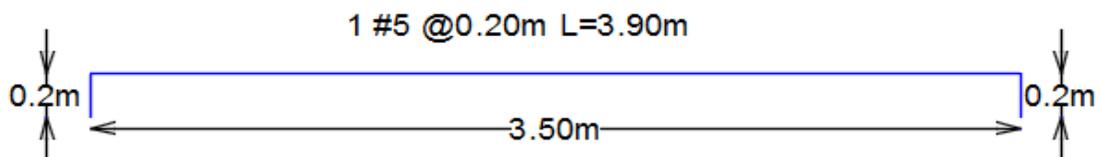
La fundición de la losa de entrepiso del sexto piso se realizó el día miércoles 05 de diciembre y se llevó a cabo sin ningún contratiempo. Se observó y ayudó a calcular la cantidad de concreto que se requería al finalizar la fundición, ya que se tenía un pedido de 41 metros cúbicos de concreto inicialmente, pero al usar esa cantidad de concreto quedó faltando una parte. Al hacer los cálculos arrojó un valor 2.12 metros cúbicos, por lo tanto se pidió otros 2.25 metros cúbicos para un total de 43.25 metros cúbicos de concreto requeridos en la fundición, lo que representa un incremento de 10.70% con respecto al valor te. En total, el incremento para esta fundición fue de 4.21 metros cúbicos con respecto a lo calculado. El costo adicional fue de 1'589.696 llegando a 16'331.200 el valor del concreto para esta losa.

### 7.3 CANTIDAD DE ACERO PARA PANTALLAS Y COLUMNAS:

Se revisó despiece correspondiente a columnas y pantallas del cuarto piso y se sacaron cantidad de barras de acero necesarias para realizar pedido de dicha cantidad de acero. Se trabajó con barras de 6.0 metros las cuales se traslaparon antes de la fundición de la losa para poder cumplir con las longitudes de traslapo del diseño estructural.

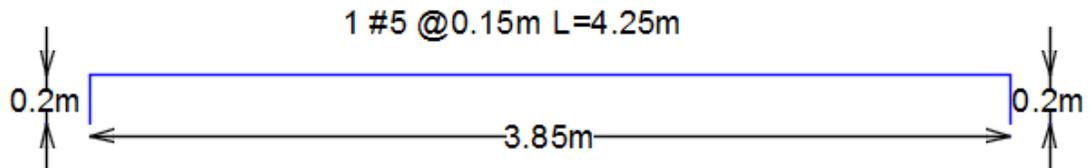
Para las pantallas M3 y M4, la separación de los ganchos es de 15cm y de 20 cm para las demás y se usó barras de acero #5 para las pantallas M1, M2, M3 Y M4 y barras #4 para M5 Y M6. Las barras de acero longitudinal de todas las pantallas son #5 y van en par con separación de 15cm entre cada par y de 12 cm en las pantallas M1, M2, M5 y M6 debido a que tienen espesor 20 cm y de 17 cm en las pantallas M3 y M4 que cuentan con espesor de 25cm cumpliendo con el diseño estructural de los planos.

- Pantallas **M1y M2** (Entre ejes E y D de ejes 1 y 4, e=0.20m):



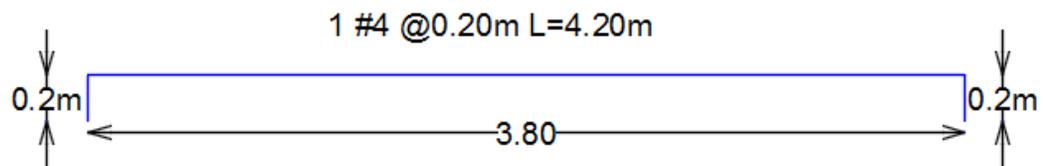
El número de barras de acero #5 necesarias para las dos pantallas, M1 y M2 fue igual a 52 barras.

- Pantallas **M3 y M4** (Entre ejes A y B de ejes 1 y 4,  $e=0.25m$ ):



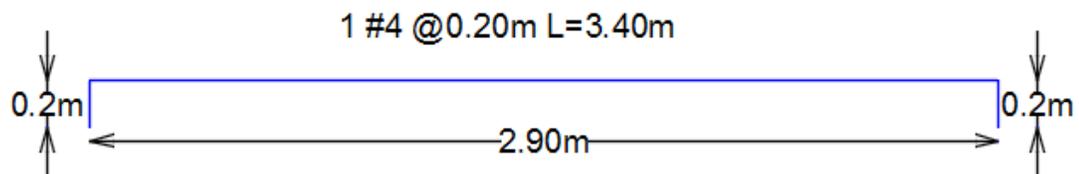
El número de barras de acero #5 necesarias para las dos pantallas, M3 y M4 fue igual a 72 barras.

- Pantalla **M5** (Entre ejes 3 y 4 del eje F,  $e=0.20m$ ):



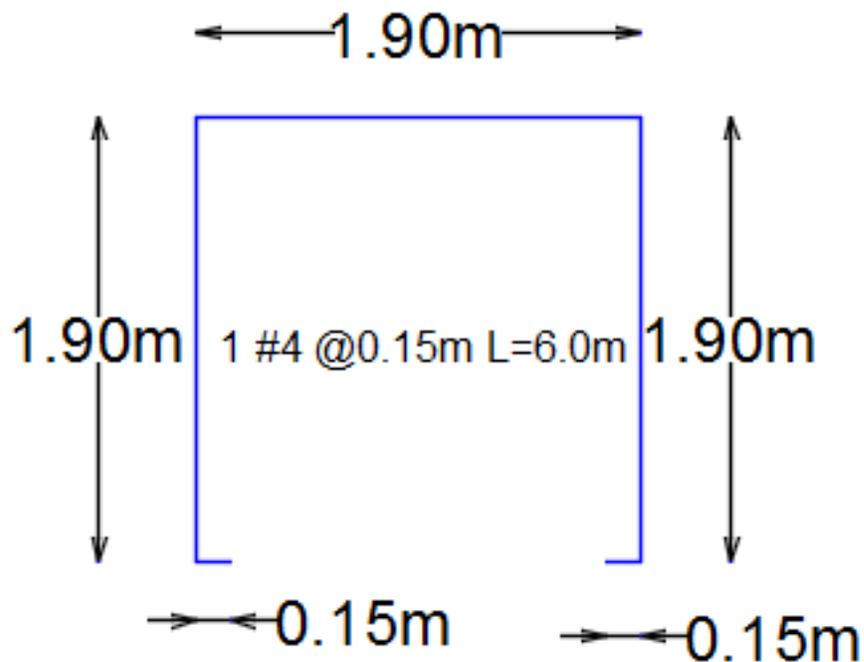
El número de barras #4 necesarias para la pantalla M5 fue igual a 26 barras.

- Pantalla **M6** (Entre ejes 2 y 3 del eje E,  $e=0.20m$ ):



El número de barras de acero #4 necesarias para la pantalla M6 fue igual a 26 barras.

- Pantallas para ascensor ( $e=0.15m$ ):



El número de barras de acero #4 necesarias para las pantallas del ascensor fue igual a 18 barras.

Para las pantallas del ascensor los estribos se amarraron cada 15cm y además se formaron cuatro columnetas en cada extremo de las pantallas las cuales confinan las pantallas del mismo.

La siguiente tabla muestra la cantidad de barras de acero de 6 metros que se usaron para las columnas y pantallas del cuarto piso, se debe tener en cuenta que para el quinto piso debido a la longitud de las barras de acero, el cálculo de la cantidad de acero longitudinal no se realizará, ya que estas serán suficientes, por lo cual solo se realizará el cálculo de las barras de acero transversal.

Tabla 9. Barras de acero necesarias para columnas y pantallas del cuarto piso

ELEMENTO	CANTIDAD DE BARRAS DE ACERO				
	#3	#4	#5	#6	#7
Columnas C1, C2 y C3	54			12	12
Columnas C6, C15,C4,C12 y C16	90			20	20
Columnas C5, C9, C18 y C19	72			16	16
Columnas C13, C14 y C17	54			12	12
Columnas C7, C8, C10 y C11	72			16	16
Pantallas M1 y M2			130		
Pantallas M3 y M4			156		
Pantallas M5		26	38		
Pantallas M6		26	30		
Pantallas ascensor		51			
<b>TOTAL</b>	<b>342</b>	<b>103</b>	<b>354</b>	<b>76</b>	<b>76</b>

Para el quinto piso solo se requirió de barras de acero transversal para las columnas y pantallas, puesto que con la prolongación de las anteriores se alcanzaban a armar las columnas y pantallas. La siguiente tabla muestra la cantidad de acero requerido, las barras de acero #3 corresponden a los ganchos y estribos de las columnas, mientras que las #4 y#5 a las barras de acero transversal de las pantallas

Tabla 10. Barras de acero necesarias para columnas y pantallas del quinto piso

ELEMENTO	CANTIDAD DE BARRAS DE ACERO		
	#3	#4	#5
Columnas C1, C2 y C3	54		
Columnas C6, C15,C4,C12 y C16	90		
Columnas C5, C9, C18 y C19	72		
Columnas C13, C14 y C17	54		
Columnas C7, C8, C10 y C11	72		
Pantallas M1 y M2			52
Pantallas M3 y M4			72
Pantallas M5		26	
Pantallas M6		26	
Pantallas ascensor		18	
<b>TOTAL</b>	<b>342</b>	<b>70</b>	<b>124</b>

Asimismo se procedió a calcular las cantidades de barras de acero para las columnas y pantallas del sexto piso. En esta ocasión el acero para las columnas y pantallas del sexto piso cambió la cantidad de acero puesto que las pantallas M3 y M4 disminuyen la longitud, las pantallas M1 y M2 y las columnas C1, C2, C3, C13, C14 y C17 desaparecen.

Tabla 11. Barras de acero necesarias para columnas y pantallas del sexto piso

ELEMENTO	CANTIDAD DE BARRAS DE ACERO				
	#3	#4	#5	#6	#7
Columnas C6, C15,C4,C12 y C16	90			20	20
Columnas C5, C9, C18 y C19	72			16	16
Columnas C7, C8, C10 y C11	72			16	16
Pantalla M2			136		
Pantallas M3 y M4			72		
Pantallas M5		26	44		
Pantallas ascensor		51			
<b>TOTAL</b>	<b>234</b>	<b>76</b>	<b>252</b>	<b>52</b>	<b>52</b>

#### 7.4 CUBICACIÓN DEL VOLUMEN DE CONCRETO PARA PANTALLAS Y COLUMNAS

La fundición de las columnas y pantallas del cuarto piso se realizó el día miércoles 03 de octubre.

Se realizaron los cálculos para encontrar la cantidad de concreto necesario para la fundición. El cálculo arrojó un resultado de 27.46 metros cúbicos de concreto teniendo en cuenta un desperdicio de 5%. Al realizar la fundición se gastaron 27 metros cúbicos de concreto, el cual se llevó a la obra en camiones mixer; se realizaron 6 viajes; 5 viajes de 5 metros cúbicos en cada uno y un viaje final de 2 metros cúbicos que se halló cubicando los elementos faltantes por fundir.

Tabla 12. Concreto necesario para columnas y pantallas del cuarto piso

ELEMENTOS	VOLUMEN (M3)	VOLUMEN EN M3 CON DESPERDICIO 5%
Pantalla M3 Y M4	4.35	4.57
Pantalla M1 Y M2	3.11	3.27
Pantalla M5	1.73	1.82
Pantalla M6	1.23	1.29
Pantallas ascensor	2.90	3.05
Columnas	12.83	13.47
<b>Total</b>	<b>26.14</b>	<b>27.46</b>

La fundición de las columnas y pantallas del quinto piso se realizó el día sábado 10 de noviembre la cual se llevó a cabo sin ningún contratiempo. Para esta ocasión la cantidad de concreto que se utilizó fue de 27.25 metros cúbicos, hubo una pequeña variación con respecto a la fundición anterior de columnas y pantallas.

Para las columnas y pantallas del sexto piso se realizó los cálculos para la cantidad de concreto teniendo en cuenta que algunas columnas y pantallas desaparecieron y las pantallas M3 y M4 reducen su ancho. Los resultados obtenidos se muestran a continuación:

Tabla 13. Concreto necesario para columnas y pantallas del sexto piso

ELEMENTOS	VOLUMEN (M3)	VOLUMEN CON DESPERDICIO 5% (M3)
Pantalla M3 Y M4	1,86	1,95
Pantalla M2	1,56	1,63
Pantalla M5	1,73	1,82
Pantallas ascensor	2,90	3,05
Columnas	8,78	9,21
<b>Total</b>	<b>16,82</b>	<b>17,66</b>

## 7.5 CALCULO DE CANTIDAD DE ACERO Y CONCRETO PARA ESCALERA

Para la escalera se usaron varillas #4 según el despiece de los planos se requerían:

11 barras de L=4.50 m  
 11 barras de L=4.60 m  
 7 barras de L=2.60 m  
 22 barras de L=1.30 m

Por lo que la cantidad de varillas de acero #4 usadas fueron 26

El cálculo de la cantidad de concreto necesario para cada escalera se muestra a continuación

Tabla 14. Cálculo de la cantidad de concreto para una escalera

ELEMENTO	ÁREA (m <sup>2</sup> )	VOLUMEN(m <sup>3</sup> )
LOSA MACIZA	6,318	0,948
PELDAÑOS	0,378	0,491
DESCANSO	3,380	0,507
TOTAL	10,076	1,946

Considerando un desperdicio de 5% la cantidad de concreto requerida para la fundición de una escalera fue de 2.04 metros cúbicos

En la obra se preparó el concreto usando una proporción 1:2:3 la cual según la experiencia da una resistencia de 3000 psi o 21 MPa la cual exigía el proyecto. Para la mezcla se utilizó 350 Kg de cemento San Marcos es decir 7 sacos de 50 Kg por cada metro cúbico. Al finalizar la fundición el pasante observó que la cantidad de sacos de cemento usados fue de 15 sacos, un valor muy cercano al calculado.

En la estadía del pasante se construyeron un total de dos escaleras para los pisos tres y cuatro. Para la escalera del tercer piso se usó un total de 15 sacos de cemento de 50 Kg, para la escalera del cuarto piso se gastaron 16 sacos de cemento de 50 Kg.

## 7.6 RENDIMIENTOS DE OBRA

### 7.6.1 Rendimientos en las escaleras

Para las dos escaleras que se construyeron mientras se realizaba la pasantía se tomó los tiempos y cantidad de mano de obra dividida en dos partes, una en cuanto a formaletería y amarre de acero y la otra correspondiente a la fundición de la losa. La formaletería se calculó por metros cuadrados y la fundición por metro cúbico. Para la escalera se tiene un área de 10.076 metros cuadrados y un volumen de concreto a usar de 2.04 metros cúbicos.

Para la escalera del tercer piso se inició con la formaletería el día 22 de octubre, en esta trabajaron un oficial y un ayudante, para el día 30 de octubre se culminó y

estaba lista para la fundición, es decir, se requirieron 7 días de 9 horas y un día de 5 horas, para un total de 68 horas de oficial y la misma cantidad de horas de ayudante. Para la fundición que se realizó el día 31 de octubre se requirió de un oficial y seis ayudantes y esta duró 6 horas.

Tabla 15. Horas empleadas en construcción de una escalera pisos 3 y 4

ELEMENTO	Horas oficial		Horas ayudante	
	Formaletería (m2)	Fundición (m3)	Formaletería (m2)	Fundición (m3)
ESCALERA 3ER PISO	68	6	68	36
ESCALERA 4TO PISO	77	7	77	42

Tabla 16. Rendimientos para escaleras pisos 3 y 4

ELEMENTO	RENDIMIENTO( tiempo/cantidad)			
	Formaletería (h/m2)	Fundición (h/m3)	Formaletería h/m2)	Fundición (h/m3)
ESCALERA 3ER PISO	6,75	2,94	6,75	17,65
ESCALERA 4TO PISO	7,64	3,43	7,64	20,59

Es apreciable que hay diferencias notorias, esto principalmente se debe a que a medida que aumenta la altura del edificio se hace más difícil subir los materiales, ya que en la obra no se contaba con una plumilla y también a que en cada escalera trabajó un oficial diferente.

### 7.6.2 Rendimiento en losa de entrepiso

Para los rendimientos en la losa de entrepiso se hicieron de una forma muy general, contabilizando las horas que se invirtieron ya sea horas de oficial o ayudante. El caso es que en la obra no habían cuadrillas fijas y el personal faltaba al trabajo y por lo que los rendimientos aquí calculados son aproximados.

Para la losa de entrepiso número tres se obtuvo:

Tabla 17. Horas invertidas en losa de entrepiso número tres

ACTIVIDAD	TIEMPO (H)		UNIDADES
	OFICIAL	AYUDANTE	
FORMALETA	-	-	h/m2
AMARRE DE ACERO	243	567	h/Kg
FUNDICIÓN	24	48	h/m3

Tabla 18. Rendimientos en losa de entrepiso número tres

ACTIVIDAD	RENDIMIENTO		UNIDADES
	OFICIAL	AYUDANTE	
FORMALETA	-	-	h/m2
AMARRE DE ACERO	0,05	0,11	h/Kg
FUNDICIÓN	0,57	1,14	h/m3

Para la losa de entrepiso número cuatro se obtuvo:

Tabla 19. Horas invertidas en losa de entrepiso número cuatro

ACTIVIDAD	TIEMPO (H)		UNIDADES
	OFICIAL	AYUDANTE	
FORMALETA	108	180	h/m2
AMARRE DE ACERO	284	662	h/Kg
FUNDICIÓN	27	60	h/m3

Tabla 20. Rendimientos en losa de entrepiso número cuatro

ACTIVIDAD	RENDIMIENTO		UNIDADES
	OFICIAL	AYUDANTE	
FORMALETA	0,44	0,73	h/m2
AMARRE DE ACERO	0,05	0,12	h/Kg
FUNDICIÓN	0,60	1,31	h/m3

Para la losa de entrepiso número cinco se obtuvo:

Tabla 21. Horas invertidas en losa de entrepiso número cinco

ACTIVIDAD	TIEMPO (H)		UNIDADES
	OFICIAL	AYUDANTE	
FORMALETA	122	203	h/m2
AMARRE DE ACERO	304	697	h/Kg
FUNDICIÓN	30	40	h/m3

Tabla 22. Rendimientos en losa de entrepiso número cinco

ACTIVIDAD	RENDIMIENTO		UNIDADES
	OFICIAL	AYUDANTE	
FORMALETA	0,49	0,82	h/m2
AMARRE DE ACERO	0,06	0,13	h/Kg
FUNDICIÓN	0,69	0,92	h/m3

### 7.6.3 Rendimientos para columnas y pantallas

Para los rendimientos en las columnas y pantallas igualmente se hicieron de una forma muy general, contabilizando las horas que se invirtieron ya sea horas de oficial o ayudante y sin separar las pantallas de las columnas ya que al momento de realizar las labores se hacían conjuntamente.

Para las pantallas y columnas del cuarto piso se obtuvo:

Tabla 23. Horas invertidas en columnas y pantallas del cuarto piso

ACTIVIDAD	TIEMPO (H)		UNIDADES
	OFICIAL	AYUDANTE	
FORMALETA	360	540	m3
AMARRE DE ACERO	243	378	Kg
FUNDICIÓN	21	49	m3

Tabla 24. Rendimientos obtenidos para columnas y pantallas del cuarto piso

ACTIVIDAD	RENDIMIENTO		UNIDADES
	OFICIAL	AYUDANTE	
FORMALETA	13,33	20,00	h/m3
AMARRE DE ACERO	0,07	0,11	h/Kg
FUNDICIÓN	0,78	1,81	h/m3

Para las pantallas y columnas del quinto piso se obtuvo:

Tabla 25. Horas invertidas en columnas y pantallas del quinto piso

ACTIVIDAD	TIEMPO (H)		UNIDADES
	OFICIAL	AYUDANTE	
FORMALETA	414	594	m3
AMARRE DE ACERO	280	455	Kg
FUNDICIÓN	23	53	m3

Tabla 26. Rendimientos calculados para columnas y pantallas del quinto piso

ACTIVIDAD	RENDIMIENTO		UNIDADES
	OFICIAL	AYUDANTE	
FORMALETA	15,19	21,80	h/m3
AMARRE DE ACERO	0,08	0,13	h/Kg
FUNDICIÓN	0,83	1,93	h/m3

## 8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 8.1 RECOMENDACIONES

Al estar presente en la ejecución de la construcción de la obra; edificio “10HOUSE” se planteó una serie de recomendaciones las cuales tienen que ver con lo que observó y vivió en la obra a lo largo de la duración de la pasantía.

- **Seguridad:** En la obra se observó que los trabajadores se enfrentan a riesgos muy altos al ejecutar los procesos constructivos, cosa que no es ajena en la construcción de obras civiles. Además se observó que los trabajadores al no contar con la dotación adecuada sufrieron algunos accidentes leves, pero que ponen en riesgo la vida y la integridad de los trabajadores. Se debe exigir que en cualquier obra civil por pequeña que sea tomar las precauciones necesarias para evitar accidentes que puedan comprometer la vida del personal, empezando por brindar la dotación adecuada y exigir a los trabajadores el uso de la misma.
- **Fundiciones:** es de vital importancia realizar los ensayos que garanticen la calidad del concreto usado, en la obra se usó concreto premezclado pero no se realizaban los ensayos los cuales indican si el concreto cumplía o no con los requerimientos exigidos. En este se hizo la observación a la persona encargado de la obra.
- **Amarre de acero:** lo primordial de esta actividad es que los aceros queden en su posición y separación entre ellos exigida, ya que al variar estos parámetros, también les varia el comportamiento estructural para el cual no fueron diseñados. También siempre garantizar su recubrimiento, ya que de este modo se asegura una buena vida útil.
- **Curado del concreto:** los elementos de concreto deben curarse de una manera adecuada para garantizar el desarrollo de la resistencia y cumplir con los requisitos exigidos.

### 8.2 CONCLUSIONES

Al ser partícipe del proceso constructivo del edificio “10HOUSE” se pudo comprobar, aplicar y reforzar muchos de los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera de ingeniería civil lo que permitió adentrarse en el proceso de construcción de la obra, siendo este parte esencial para su formación personal y profesional. Además de esto interactuó con el personal de la mano de obra lo cual es de gran ayuda, porque se enfrentó a una realidad de la profesión Al estar presente en la obra se pudo observar que los diseños teóricos no siempre se pueden llevar a cabalidad en su construcción, ya que por diversas razones muchas veces es necesario realizar

cambios, pero que se deben ejecutar de manera correcta, por lo que la parte de planeación y estudios preliminares correspondientes al proyecto, se deben realizar de forma detallada, para que la ejecución del proyecto se logre de la mejor manera posible

Al momento de realizar el diseño de un determinado proyecto se debería tener muy en cuenta como este se piensa materializar, ya que en muchas ocasiones este diseño se queda únicamente en el papel porque dadas las especificaciones que son difíciles o poco prácticas de construir se deben realizar los cambios llegando a despreciar ciertas especificaciones de diseño o tomar ciertas decisiones las cuales busquen en sí primordialmente beneficio para la agilización del proceso constructivo y dejando a un lado lo planteado en el diseño, debido a que el tiempo de retraso de la obra genera costos adicionales no previstos. Por eso es necesario que todas las partes involucradas en dicho desarrollo como lo son la parte geotécnica, la parte estructural, la parte hidráulica y sanitaria, la parte de gerencia del proyecto y todas las demás relacionadas a él haya una muy buena interacción que permita que el proyecto se pueda desarrollar de acuerdo a lo estipulado.

Se debe tener muy en cuenta que el rendimiento de la mano de obra, es un factor fundamental que tiene que ser considerado, debido a que de ellos depende el tiempo de ejecución de la obra, por lo que se busca incentivar y aprovechar al máximo la capacidad y habilidad de las personas. De este modo, estando en una obra, se debe observar el desempeño de los trabajadores, y asignar tareas correspondientes a las capacidades y habilidades de cada trabajador, para lograr optimizar considerablemente el tiempo de ejecución de la obra y así cumplir con los plazos estipulados, evitar sobrecostos y tener buena reputación.

Al estar presente en una obra de ingeniería civil, se observó que se manejan grandes presupuestos y un factor muy importante a tener en cuenta para el desarrollo de la misma, es la eficiencia en cuanto al empleo de los materiales, debido a que los desperdicios que se pueden llegar a generar, podrían ser significativos lo que ocasionaría sobrecostos al presupuesto inicial de la obra, llegando incluso a poder parar con la ejecución de la obra si no se cuenta con recursos adicionales a los del proyecto. Por lo tanto se debe hacer una buena revisión correspondiente a las especificaciones del diseño, plantear un adecuado uso de materiales y así mantener una buena relación de economía y calidad para la obra.

Al enfrentarse a la ejecución del proceso constructivo de un proyecto real para el entorno de la sociedad, se observó que es de vital importancia tener respaldo justificable para todo tipo de actividad en la cual se vea involucrada la ejecución de la obra, ya que pueden surgir inconvenientes o confusiones generando ciertos problemas de las partes involucradas y que de no haber justificación que tenga credibilidad, seguirían los problemas hasta el punto de poder llegar a afectar considerablemente la obra, por lo que al momento de realizar un cambio o

modificación este se debe consultar con un profesional idóneo con conocimientos sobre la temática y así reducir el riesgo de que las cosas puedan salir mal.

Es de vital importancia que al momento de realizar una actividad la mano de obra entienda muy bien lo que se quiere lograr y la forma correcta en que se debe hacer ya que se observó que en muchas ocasiones las personas que trabajan en estas actividades no tienen experiencia o se les dificulta la comprensión de algunas labores, para lo cual es importante estar atento a cualquier inquietud o sugerencia que se plantee ya que de esto depende el desarrollo de la obra y de su correcta construcción.

En cuanto al personal que labora es muy importante exigir la asistencia y puntualidad, debido a que en muchas ocasiones los trabajadores faltan a su labor y esto conlleva a que la obra presente retrasos o no se puedan realizar todas las actividades que se tienen planeadas realizar en el día a día afectando los tiempos de entrega del proyecto.

La participación de la construcción del edificio "10HOUSE" permitió adquirir la habilidad de tomar decisiones y buscar la mejor solución a los problemas que se pueden presentar en la ejecución de las labores asignadas. Además de ejecutar dichas actividades bajo presión y con el tiempo en contra en muchas ocasiones.

## **9. ANEXOS**

Anexo 1. Resolución No.180 de 2018

Anexo 2. Certificado de culminación de la pasantía