



UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS

---

**INFORME FINAL PRÁCTICA PROFESIONAL PARA OPTAR POR EL TÍTULO  
DE INGENIERO CIVIL**



**AUXILIAR DE INGENIERÍA EN LA SUPERVISIÓN TÉCNICA ESTRUCTURAL  
Y EJECUCIÓN DE LA OBRA RESIDENCIAL CONDOMINIO MONSERRAT  
POPAYÁN - CAUCA**

**CHARLES OLIVER HERNÁNDEZ ROMERO**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS  
POPAYÁN - CAUCA  
2017**



UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS

**INFORME FINAL PRÁCTICA PROFESIONAL PARA OPTAR POR EL TÍTULO  
DE INGENIERO CIVIL**



**AUXILIAR DE INGENIERÍA EN LA SUPERVISIÓN TÉCNICA ESTRUCTURAL  
Y EJECUCIÓN DE LA OBRA RESIDENCIAL CONDOMINIO MONSERRAT  
POPAYÁN - CAUCA**

**CHARLES OLIVER HERNÁNDEZ ROMERO  
CC.1.061.725.019  
Cel. 3017224846**

**DIRECTOR:  
ING MG. CARLOS ARIEL HURTADO ASTAIZA**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS  
POPAYÁN-CAUCA  
2017**



## NOTA DE ACEPTACIÓN

El Director y los Jurados han evaluado este documento, escuchando la sustentación del mismo por su autor y lo encuentran satisfactorio, por lo cual autorizan al egresado para que desarrolle las gestiones administrativas para optar al título de Ingeniero Civil.

---

Firma del Presidente del Jurado

---

Firma del Jurado

---

Firma del Director

Popayán, julio de 2017



## **DEDICATORIA**

*“Primordialmente deseo dedicarle este trabajo a Dios, por darme la oportunidad de emprender este camino que elegí y culminar satisfactoriamente este logro tan importante para mi vida, a mis padres por brindarme su apoyo, dedicación y sabios consejos que hicieron de mí una mejor persona, a mi novia por ser la persona que ha compartido mis triunfos y mis derrotas, por ser la persona que sin importar las situaciones a estado ahí para ayudarme a conseguir mis metas, a mis hermanos, familiares y amigos que me acompañaron en el camino, y a mis maestros por su comprensión, afecto, por brindarme sus conocimientos y grandes enseñanzas, a todos ustedes que creyeron en mí y en mis capacidades.”*





## AGRADECIMIENTOS

A Dios gracias por darme la sabiduría, paciencia, entendimiento y la capacidad para ejercer este proyecto de vida, por llenarme de infinitas bendiciones, y por la familia hermosa a la cual pertenezco.

A la universidad del Cauca por formarme profesionalmente, y de manera muy especial a todos los ingenieros que en su momento me impartieron clase, por compartirme toda su experiencia y por su constante ejemplo de ética profesional.

A mi madre Martha, por sus consejos, por su entrega y dedicación, que me motivaron a emprender el camino de ser profesional, ya que sin su guía no tendría el amor que tengo por mi carrera y las ganas de convertirme en lo que quiero ser, un Ingeniero Civil y así cumplir mis sueños y metas.

A mi padre Oliverio Q. E. P. D., que, sin sus enseñanzas y su apoyo, no sería la persona que soy y gracias a él logré terminar mi carrera. Deseo que Dios lo tenga en su santa gloria.

A mi director de trabajo de grado, el Ingeniero Carlos Ariel Hurtado. Gracias por su tiempo e indiscutible disposición. Por darme la oportunidad de aprender a su lado y crecer profesionalmente.



## INDICE

	Página
1 INTRODUCCIÓN	13
2 RESUMEN	14
3 OBJETIVOS	16
3.2 Objetivo general	16
3.3 Objetivos específicos	16
4 INFORMACIÓN GENERAL	17
4.1 Entidad receptora	17
4.2 Tutor por parte de la Universidad del Cauca	19
4.3 Tutor por parte de la Entidad receptora	19
4.4 Duración de la pasantía	19
5 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO	20
5.1 Generalidades	20
5.2 Localización	22
6 CRONOGRAMA DE TRABAJO	24
7 EJECUCIÓN DE LA PASANTÍA	25
7.1 CAPITULO 1: CONSTRUCCIÓN DEL 5 PISO HASTA LA CUBIERTA DE LA TORRE B	26
7.1.1 REVISIÓN DE ACEROS	27
7.1.1.1 Traslapos	29
7.1.1.2 Separadores	30
7.1.2 INSTALACIÓN FORMAleta EN ALUMINIO TIPO FORSA POR APARTAMENTO	35
7.1.2.1 Referencia respecto a la Cimbra	41
7.1.2.2 Aplicación del desmoldante	42
7.1.2.3 Instalación de pines en formaleta de losa	42
7.1.2.4 Instalación de pines en formaleta de muro	42



7.1.2.5	Aplicación del ACPM	43
7.1.2.6	Instalación de alineadores	43
7.1.2.7	Ubicación de puntales para losa	44
7.1.3	PLOMOS Y NIVELES DE LA FORMALETA ARMADA	45
7.1.3.1	Plomos	45
7.1.3.1	Niveles	45
7.1.4	TOMA DE CILINDROS PARA PRUEBAS DE RESISTENCIA DE CONCRETO	45
7.1.5	RESANES INTERIORES DE LA TORRE B	50
7.1.5.1	Hormigueros	50
7.1.5.2	Daños al desencofrar	50
7.1.5.3	Juntas frías en las losas	50
7.1.5.4	Agujero generado por corbatas	51
7.1.6	ACABADOS DE LA TORRE B	53
7.1.6.1	Revisión de niveles de repellos en los pisos	53
7.1.6.2	Revisión de repello de muros	53
7.1.6.3	Revisión de enchape de piso y muros	53
7.1.6.4	Acta de vanos	54
	7.1.6.4.1 Cortar muros	54
	7.1.7.4.2 Repellar carteras	55
	7.1.7.4.3 Relleno para carteras	55
7.2	CAPITULO 2: CIMENTACIÓN TORRE C - CONSTRUCCIÓN DE PISOS 1 Y 5 DE TORRE C	57
7.2.1	CIMENTACIÓN TORRE C	57
7.2.1.1	Pasos para cimentación de torre C	59
	7.2.1.1.1 Nivelación del terreno	59
	7.2.1.1.2 Verificación de pilotes	59
	7.2.1.1.3 Instalación de tuberías	59



7.2.1.1.4	Solado de limpieza	60
7.2.1.1.5	Amarre de acero	60
7.2.1.1.6	Encofrar la losa	60
7.2.1.1.7	Fundición de la losa	60
7.2.2	CONSTRUCCIÓN DE PISOS 1 Y 5 DE TORRE C	66
7.3	URBANISMO	68
7.3.1	Revisión de muros de contención	68
7.3.2	Cubicación de excavaciones y rellenos	73
8	OBSERVACIONES	74
9	RECOMENDACIONES	75
10	CONCLUSIONES	76
11	BIBLIOGRAFÍA	77



## LISTA DE FIGURAS

Figura N° 1: PROYECTO CONDOMINIO MONSERRAT

Figura N° 2: Localización general del proyecto. Fuente: Google Earth

Figura N° 3: Vista de muro terminado con su respectiva corbata que garantiza el espesor. Fuente: Propia

Figura N° 4: Vista de amarre del acero de un apartamento. Fuente: Propia

Figura N° 5: Vista de disposición de aceros para la losa. Fuente: Propia

Figura N° 6: Vista fundición apartamento torre B. Fuente: Propia

Figura N° 7a: Traslapos de malla en muros. Fuente: Propia

Figura N° 7b: Traslapos de barras en muros. Fuente: Propia

Figura N° 8a: Corbata más Yumbolón. Fuente: Propia

Figura N° 8b: Corbata como separador instalado en la formaleta. Fuente: Propia

Figura N° 8c: Separador para garantizar recubrimiento del acero en el muro. Fuente: Propia

Figura N° 8d: Separador para garantizar del acero en la losa. Fuente: Propia

Figura N° 9a: vista de la torre B terminada obra negra. Fuente: Propia

Figura N° 9b: vista de la torre B terminada obra negra. Fuente: Propia

Figura N° 10a: Esquema general modulación FORSA. Fuente: [www.forsa.com](http://www.forsa.com)

Figura N° 10b: Figura FORSA 1. Fuente: [www.forsa.com](http://www.forsa.com)

Figura N° 10c: Figura FORSA 2. Fuente: [www.forsa.com](http://www.forsa.com)

Figura N° 10d: Figura FORSA 3. Fuente: [www.forsa.com](http://www.forsa.com)

Figura N° 10e: Figura FORSA 4. Fuente: [www.forsa.com](http://www.forsa.com)

Figura N° 10f: Figura FORSA 5. Fuente: [www.forsa.com](http://www.forsa.com)

Figura N° 10g: Figura FORSA 6. Fuente: [www.forsa.com](http://www.forsa.com)

Figura N° 10h: Figura FORSA 7. Fuente: [www.forsa.com](http://www.forsa.com)

Figura N° 10i: Figura FORSA 8. Fuente: [www.forsa.com](http://www.forsa.com)

Figura N° 10j: Figura FORSA 9. Fuente: [www.forsa.com](http://www.forsa.com)



Figura N° 10k: Figura FORSA 10. Fuente: [www.forsa.com](http://www.forsa.com)

Figura N° 10l: elementos de anclaje a la losa de la formaleta. Fuente: Propia

Figura N° 10m: Vista de armado completo de muros y losa. Fuente: Propia

Figura N° 11a: Cimbra para referencia. Fuente: Propia

Figura N° 11b: Pines en la formaleta. Fuente: Propia

Figura N° 11c: Alineadores de la formaleta. Fuente: Propia

Figura N° 11d: Losa puntal. Fuente: Propia

Figura N° 12a: Toma de cilindros para pruebas de resistencia a la compresión y retiro de cilindros del tanque de almacenamiento. Fuente: Propia

Figura N° 12b: Etiqueta de cilindros y muestras sumergidas en tanque de almacenamiento. Fuente: Propia

Figura N° 12c: Formato de resultados de cilindros enviados a laboratorio (CITEC LTDA).

Figura N° 12d: Formato de seguimiento para resultados de resistencia a la compresión

Figura N° 13a: Hormiguero - Corbatas aún en el muro. Fuente: Propia

Figura N° 13b: Resane realizado con mortero estructural. Fuente: Propia

Figura N° 13c: Detección de una junta para realizar el resane. Fuente: Propia

Figura N° 14a: Repello en muro que debe cambiarse. Fuente: Propia

Figura N° 14b: Cambio de ficha en enchape de piso. Fuente: Propia

Figura N° 15a: Losa de cimentación. Fuente: Propia

Figura N° 15b: Viga de cimentación - Corte Z1-Z1

Figura N° 15c: Viga de cimentación – Corte Z2-Z2

Figura N° 16: Ubicación de la tubería eléctrica y sanitaria. Fuente: Propia

Figura N° 17a: Aplicación de solado de limpieza. Fuente: Propia

Figura N° 17b: Aplicación de solado de limpieza. Fuente: Propia

Figura N° 17c: Amarre de acero de vigas. Fuente: Propia

Figura N° 17d: Amarre de acero de vigas. Fuente: Propia



- Figura N° 17e: Amarre de acero de vigas. Fuente: Propia
- Figura N° 17f: Amarre de acero de vigas. Fuente: Propia
- Figura N° 17g: Creación separadores para acero (Panelitas). Fuente: Propia
- Figura N° 17h: Formaleta para la losa (Tableros de madera). Fuente: Propia
- Figura N° 17i: Fundición de cimentación torre C. Fuente: Propia
- Figura N° 17j: Fundición de cimentación torre C. Fuente: Propia
- Figura N° 18a: Armado de aceros del primer piso torre C. Fuente: Propia
- Figura N° 18b: Armado de formaleta apartamento 104 torre C. Fuente: Propia
- Figura N° 18c: vista de fundición del piso 1 torre C. Fuente: Propia
- Figura N° 18d: vista de fundición del piso 5 torre C. Fuente: Propia
- Figura N° 19a: Vista de muro de contención de la torre B. Fuente: Propia
- Figura N° 19b: Vista de muro de contención de la torre B. Fuente: Propia
- Figura N° 19c: Vista de muro de contención de la torre B. Fuente: Propia
- Figura N° 19d: Vista de muro de contención de la torre C. Fuente: Propia
- Figura N° 19e: Vista de muro de contención de la torre C. Fuente: Propia
- Figura N° 19f: Vista de muro de contención de la torre D. Fuente: Propia
- Figura N° 19g: Vista de muro de contención de la torre D. Fuente: Propia
- Figura N° 19h: Vista de muro de contención de la torre D. Fuente: Propia
- Figura N° 19i: Vista de muro de contención de la torre D. Fuente: Propia



## LISTA DE ANEXOS

**Anexo A:** Resolución No. 576 de 2016.

**Anexo B:** Certificación práctica profesional – Pasantía.





## 1. INTRODUCCIÓN

De acuerdo a la Resolución FIC-820 de 2014 (reglamento de trabajo de grado en la Facultad de Ingeniería Civil), mediante la cual se establece la modalidad de pasantía como práctica profesional para optar por el título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad del Cauca, se realizó una participación activa como auxiliar de Ingeniería en la supervisión técnica estructural y ejecución de la obra del proyecto CONDOMINIO MONSERRAT, que consistió en el seguimiento del proceso de construcción de edificaciones para uso residencial y comercial.

En este documento se presenta información sobre las labores realizadas en la construcción del proyecto durante el periodo de la pasantía, también se consigna un registro fotográfico, donde se relacionan algunas actividades supervisadas referentes al desarrollo de obra del proyecto en el cual se participó como auxiliar de ingeniería en supervisión técnica estructural.

La Inmobiliaria y constructora Adriana Rivera S.A.S. fue de gran ayuda, ofreciéndome la oportunidad de participar en la construcción del proyecto CONDOMINIO MONSERRAT, proyecto del que obtuve un gran aprendizaje en ámbitos no solamente técnicos si no también sociales, que contribuyeron a una integra formación profesional y personal.

Como futuro egresado en el programa de ingeniería civil de la Universidad del Cauca ha sido de gran importancia complementar las enseñanzas obtenidas en las aulas y laboratorios de la institución, con la participación en procesos de trabajo, que contemplen el involucrarse en ámbitos constructivos y administrativos en la ejecución del proyecto de uso residencial.



## 2. RESUMEN

El trabajo de grado en modalidad de pasantía se desarrolló durante el periodo correspondiente entre el mes de diciembre de 2016 y abril de 2017, como auxiliar de Ingeniería en la supervisión técnica estructural y ejecución de la obra del proyecto CONDOMINIO MONSERRAT.

Las actividades desarrolladas para el cumplimiento de los objetivos propuestos se realizaron de manera eficaz durante el periodo de tiempo propuesto, sin mayores dificultades, adquiriendo conocimientos prácticos que complementan los conocimientos obtenidos en la universidad.

La pasantía se desarrolló principalmente en campo, pero de igual forma se plantearon actividades de oficina, que complementaban y permitían un mejor desarrollo de las actividades de campo.

Hubo actividades de campo en las cuales se aplicaron diferentes conceptos ingenieriles propuestos en las aulas de clase, actividades como revisión de aceros de los elementos estructurales que conforman los apartamentos, muros de contención, escaleras y cimentación de las torres, revisión de cuantías de aceros, traslapos, separaciones, conformación según lo estipulado en planos y corrección de posibles errores cometidos por desconocimiento de los obreros, revisión de la formaleta, es decir, planteamientos de la cimbra para su ubicación y colocación de los respectivos accesorios, plomado de muros y nivelación de la losa, revisión de la calidad del concreto, ejecución de los respectivos ensayos para su verificación, supervisión del vaciado en obra, manejo e implementación del vibrado y chipoteo para lograr un correcto acabado del mismo, supervisión del curado y revisión después de desencofrado de la formaleta, en donde se identificaban hormigueros, agujeros y demás problemas.



Con el concreto hubo problemas al no cumplir asentamientos y por retrasos con respecto al armado de formaletas, el vaciado se realizaba en tiempos después del indicado, en consecuencia se producía el endurecimiento del mismo. verificación del correcto armado de elementos de soporte para las líneas de vida y carros para acabados y otras actividades como el cálculo de volúmenes, cantidades de materiales y revisiones de acabados, según los requerimientos solicitados en la obra.



### 3. OBJETIVOS

#### 3.1 OBJETIVO GENERAL

Practicar y desarrollar los conocimientos adquiridos a largo de la carrera participando como auxiliar de Ingeniería en la supervisión técnica estructural en la ejecución de un proyecto de uso residencial, cumpliendo con las actividades asignadas por el Ingeniero residente estructural Julián Valencia, residente de acabados Ingeniero Esteban Gualguán e Ingeniero Director de obra Orlando Vásquez para actividades relacionadas con el desarrollo general del proyecto.

#### 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Vigilar la correcta ejecución del proceso constructivo de los apartamentos incluyendo la revisión de amarre de acero, calidad del concreto, colocación, revisión posterior al desencofrado, ubicación de puntos de servicio eléctricos, hidráulicos, sanitarios y de gas de los apartamentos de la Torre B y C.
- Revisar la correcta colocación de la formaleta en aluminio Tipo Forsa, revisar los niveles y plomos de cada apartamento para su respectiva fundición en la Torre B y Torre C.
- Supervisar la correcta ejecución del proceso constructivo de la losa de cimentación de la Torre C incluyendo la nivelación del terreno, la aplicación del solado de limpieza, la correcta localización de los ejes y correcto amarre de acero.
- Vigilar la correcta ejecución del proceso constructivo de los muros de contención urbanísticos incluyendo la revisión de amarre de acero, calidad del concreto, colocación y revisión posterior al desencofrado,
- Recibir las diferentes obras que se hacen en urbanismo para la ejecución del proyecto CONDOMINIO MONSERRAT, como lo son excavación y relleno de terreno para los muros de contención.



## 4. INFORMACIÓN GENERAL

### 4.1 ENTIDAD RECEPTORA



Nombre: **INMOBILIARIA Y CONSTRUCTORA ADRIANA RIVERA S.A.S**

NIT: 900518950-1

Dirección: Calle 14 # 6-53 Barrio El Recuerdo

Teléfonos: 3216453733 (092) 8231214

Página web: <http://www.inmobiliariaadrianarivera.com/>

Tipo de sociedad: Sociedad por acciones simplificada.

Actividad principal: Construcción e Inmobiliaria.

Gerente de proyectos: **Adriana Rivera Farinango.**

Ingeniero Director General: **Oscar Daniel Narvárez Vanegas.**

Ingeniero Director de Obra: **Orlando Vásquez.**

Ingeniero residente: **Julián Valencia Vitery.**



Respecto a la Visión y Misión de la empresa **Inmobiliaria Y Constructora Adriana Rivera S.A.S**, aún no se encuentra bien definida, pero es de resaltar su excelente trabajo y gran capacidad para ejecutar proyectos de construcción de viviendas y de su labor como inmobiliaria.

Uno de los objetivos de la pasantía en esta empresa, es ayudar a definir claramente la misión y la visión, teniendo un contacto más directo y un concepto más amplio del verdadero fin y de la proyección de la **Inmobiliaria y Constructora Adriana Rivera**.



#### **4.2 TUTOR POR PARTE DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA**

Ingeniero Mg. Carlos Ariel Hurtado Astaiza.

#### **4.3 TUTOR POR PARTE DE LA ENTIDAD RECEPTORA**

Ingeniero Director General de obra: Oscar Daniel Narváez Vanegas.

Ingeniero director de obra Orlando Vásquez.

Ingeniero residente de estructuras Julián Valencia Viteri.

Ingeniero de acabados Esteban Gualguán.

#### **4.4 DURACIÓN DE LA PASANTÍA**

La modalidad adoptada con la que se desarrolló el trabajo de grado tuvo una duración de 576 horas, iniciando el 12 de diciembre de 2016 y terminando el 30 de abril de 2017, teniendo en cuenta que la asistencia se realizó de forma continua de lunes a sábado durante los meses de diciembre de 2016 y enero de 2017, luego se realizó durante los días lunes, miércoles, viernes y sábado hasta terminar las 576 horas, esto debido a la asistencia a clases de las materias de Legislación de la Construcción, Costos de la Construcción y Plantas de Tratamiento.

## 5. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO.

### 5.1 GENERALIDADES



*Figura N° 1: PROYECTO CONDOMINIO MONSERRAT*

El proyecto constituye la construcción de 64 casas de 2 pisos, 5 torres (A-D) de 10 pisos, con 4 unidades por piso, que suman un total de 200 apartamentos a manera multifamiliar en conjunto cerrado y un centro comercial “MONSERRAT PLAZA”, enfocadas al estrato 3 de la ciudad de Popayán.

El proyecto “CONDOMINIO MONSERRAT” (ver figura N°1) tendrá dos accesos vehiculares, uno de ellos sobre la variante norte, el cual tendrá la total supervisión del instituto nacional de vías, INVIAS, debido a la importancia que reviste la conexión a una vía de tránsito rápido como lo es la variante norte de la ciudad de Popayán y el segundo acceso será sobre la vía al bosque, de carácter complementario.





Las torres cuentan con parqueaderos privados que están incluidos en el valor de cada apartamento y algunos parqueaderos cubiertos. Los residentes también tendrán acceso a un sendero ecológico, ascensor por torre, depósito de basuras por torre, zona de recreación, cancha en césped para microfútbol o voleibol, piscina para adultos y niños, salón social, gimnasio, zona comercial, además de amplias vías internas de circulación.

Los apartamentos están conformados por un área de 63.2 m<sup>2</sup> cuadrados netos y área habitable 56.3 m<sup>2</sup> y tienen las siguientes dependencias: 3 alcobas, sala, comedor, cocina, 1 baño de la alcoba principal, 1 baño social y patio de ropas; Todos los apartamentos contarán con servicios de acueducto, alcantarillado, red eléctrica y red de gas domiciliario.

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

El centro comercial “MONSERRAT PLAZA”, que estará conformado por 2 pisos y constará de locales comerciales, mini mercado, zona de juegos infantiles, baños, zona de comidas y más.

El Proyecto se construye por etapas, ya se encuentra construido la etapa de las casas, y hasta el momento de finalización de la pasantía se realizó las torres B, C y las zonas comunes: Salón social, gimnasio, piscina y sendero ecológico, y posteriormente se realizaría la construcción de las torres D, E y el centro comercial.

## 5.2 LOCALIZACIÓN



Figura N° 2: Localización general del proyecto. Fuente: Google Earth

El proyecto “CONDOMINIO MONSERRAT” por la vía al bosque de la ciudad de Popayán (Cauca) (ver figura N°2), en el predio cuya dirección es Transversal 9 norte (vía al bosque) # 56N - 78, este sector se clasifica como AR-3 (área residencial estrato 3). A él se puede acceder por la transversal 9 A norte (vía al bosque) en su proceso constructivo y posteriormente se habilitará la entrada por la variante norte. Cerca al lote se encuentran varios conjuntos residenciales, además del proyecto centro comercial TERRA PLAZA el cual se pretende abrir al público en el presente año, también se encuentra cerca el complejo deportivo de la ciudad



de Popayán. Por el rápido crecimiento que ha tenido este sector, es fácil encontrar gran variedad de restaurantes, droguerías y demás servicios complementarios.

El lote cuenta con una topografía ondulada, la cual fue aprovechada en el previo diseño arquitectónico, lo que ha beneficiado al proyecto, que también cuenta con amplios espacios de zona verde, atravesados por senderos ecológicos para el confort de los residentes.



## 6. CRONOGRAMA DE TRABAJO

1. Relación de actividades a ejecutar durante el periodo de pasantía.

Mes	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6							
	semanas				semanas				semanas				semanas				semanas				semanas							
Actividad/Semana	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Documentación	■																											
Construcción Apto piso 5 - cubierta	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■																
Acabados Torre B					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Cimentación Torre C					■	■	■	■	■	■	■	■																
Inicio de Construcción Aptos Torre C									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Informe Final y correcciones																									■			
Sustentación																										■		

Algunas actividades aún siguen en la obra, razón por la cual se definen así en el cronograma de actividades.



## **7. EJECUCIÓN DE LA PASANTÍA**

Las actividades se realizaron de acuerdo con lo estipulado por la Universidad del Cauca en el programa de Ingeniería Civil para el trabajo de grado mediante la modalidad de PASANTÍA y por medio de la Resolución No. 576 del 14 de diciembre del 2016.

## 7.1 CAPITULO 1: CONSTRUCCIÓN DEL 5 PISO HASTA LA CUBIERTA DE LA TORRE B

La construcción del proyecto de las torres se realizó bajo el sistema industrializado Forsa, que está tomando mucha fuerza en la construcción de nuestras edificaciones en Colombia, y por ende en los proyectos de nuestra ciudad, dicho sistema genera una mayor productividad, industrializando el proceso, disminuyendo los costos, mejorando la economía debido a la disminución en los tiempos de ejecución de una obra bajo esta modalidad.

Es un sistema con concreto vaciado en sitio.

Los muros y la losa se diseñaron para que tengan un espesor de 10 cm, por lo tanto, el apartamento está modulado de tal manera que la formaleta se ajuste a la medida de las corbatas, que son las encargadas de garantizar dicha separación.



*Figura N° 3: Vista de muro terminado con su respectiva corbata que garantiza el espesor Torre B. Fuente: Propia*



### 7.1.1 REVISIÓN DE ACEROS

Es de vital importancia la colocación de los aceros, para que el concreto y el acero puedan trabajar adecuadamente y así el elemento que se construye se comporte de la manera adecuada frente a las solicitaciones a la cual será sometida.

Por lo tanto, es necesario verificar cuantías según el diseño estructural.



*Figura N° 4: Vista de amarre del acero de un apartamento Torre B. Fuente: Propia*

Se debe revisar la cuantía de acero, es decir, el número de barras por elemento, verificar la separación entre barras, número de flejes o ganchos y su respectiva separación, según las especificaciones de los planos, tratando de que queden lo más similar posible, dándole la importancia que merece, para que cuando tenga que desempeñarse el elemento lo haga según lo esperado, todo se debe realizar de acuerdo a las especificaciones del diseño estructural que se definió para este tipo de estructura, gran cantidad de este acero se pidió figurado y venia

debidamente contabilizado para el desarrollo de la torre, por lo tanto se debe llevar un control que sea indicador de economía.



*Figura N° 5: Disposición de aceros para la losa. Fuente: Propia*





Figura N° 6: Vista fundición apartamento torre B. Fuente: Propia

### 7.1.1.1 TRASLAPOS

Los traslapos (Figura N° 6a, Figura N° 6b) no se pueden obviar en elementos que lleven acero, para el refuerzo de los apartamentos se debía chequear traslapos tanto en barras y en malla 8mm 10X10, como en muros y en losas, los traslapos son los siguientes:

Muros:

Barra # 4: 0.8m

Barra # 5: 1 m

Malla horizontal: 0.4m

Malla vertical: 0.6m

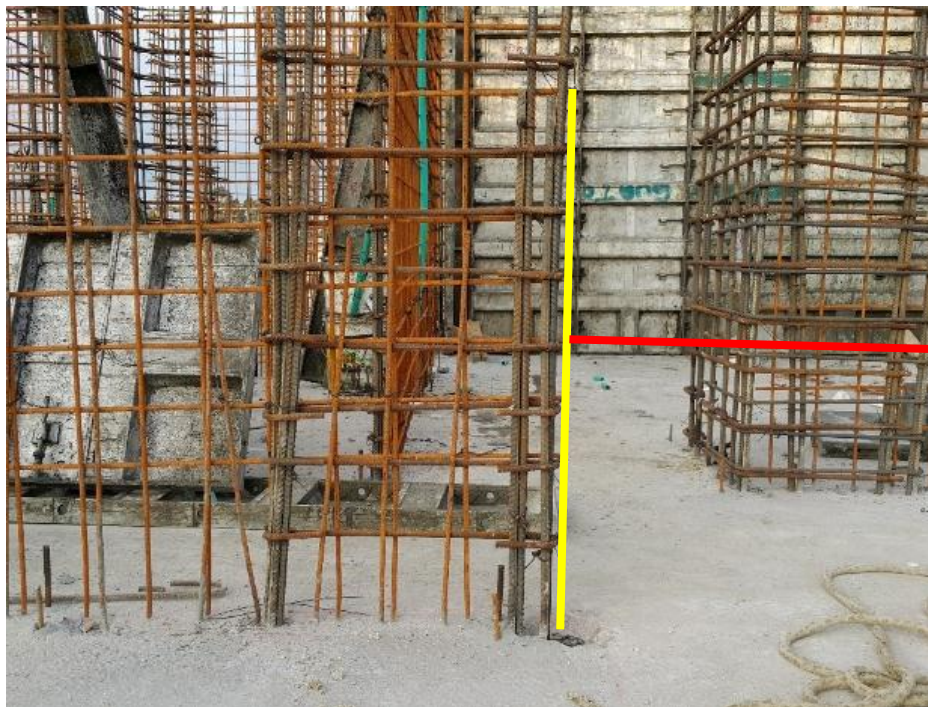
Losa

Barra #4: 0.8m

Barra #5: 0.8m



*Figura N° 7a: Traslapos de malla en muros. Fuente: Propia*



*Figura N° 7b: Traslapos de barras en muros. Fuente: Propia*



### 7.1.1.2 SEPARADORES

También es necesario garantizar el espesor de los 10 cm del muro y de la losa, para eso se tienen las corbatas (Figura N° 8a, Figura N° 8b) que garantizan esta separación, es necesario que la corbata vaya acompañada de un Yumbolón que lleva una capa de grasa para que al momento de desencofre los muros, las corbatas sean retiradas con mayor facilidad.

También se debe garantizar el recubrimiento del acero que es muy importante para su desempeño, por lo tanto, es necesario separadores (Figura N° 8c, Figura N° 8d).



*Figura N° 8a: Corbata más Yumbolón. Fuente: Propia*



*Figura N° 8b: Corbata como separador instalado en la formaleta. Fuente: Propia*



*Figura N° 8c: Separador para garantizar recubrimiento del acero en el muro.  
Fuente: Propia*



*Figura N° 8d: Separador para garantizar del acero en la losa. Fuente: Propia*

Entre las actividades que se realizaban al momento de revisar el acero de los muros y la losa, debíamos verificar que se hubiese colocado los separadores para garantizar recubrimiento en el acero y en caso de que no se hubiese instalado los accesorios para garantizar este recubrimiento, solicitar que se realizara esa actividad al personal encargado.





*Figura N° 9a: vista de la torre B terminada obra negra. Fuente: Propia*



*Figura N° 9b: vista de la torre B terminada obra negra. Fuente: Propia*



## 7.1.2 INSTALACIÓN DE FORMAleta EN ALUMINIO TIPO FORSA POR APARTAMENTO

La formaleta en aluminio tipo FORSA nos permite desarrollar un sistema de construcción industrializado con excelentes características técnicas, que permiten un desarrollo ágil y económico de proyectos de mediana y gran escala como lo es el proyecto CONDOMINIO MONSERRAT. Para el proyecto se realizó la modulación por apartamentos, ya que presenta una mayor facilidad constructiva. La formaleta en aluminio tipo FORSA consta de las siguientes partes:

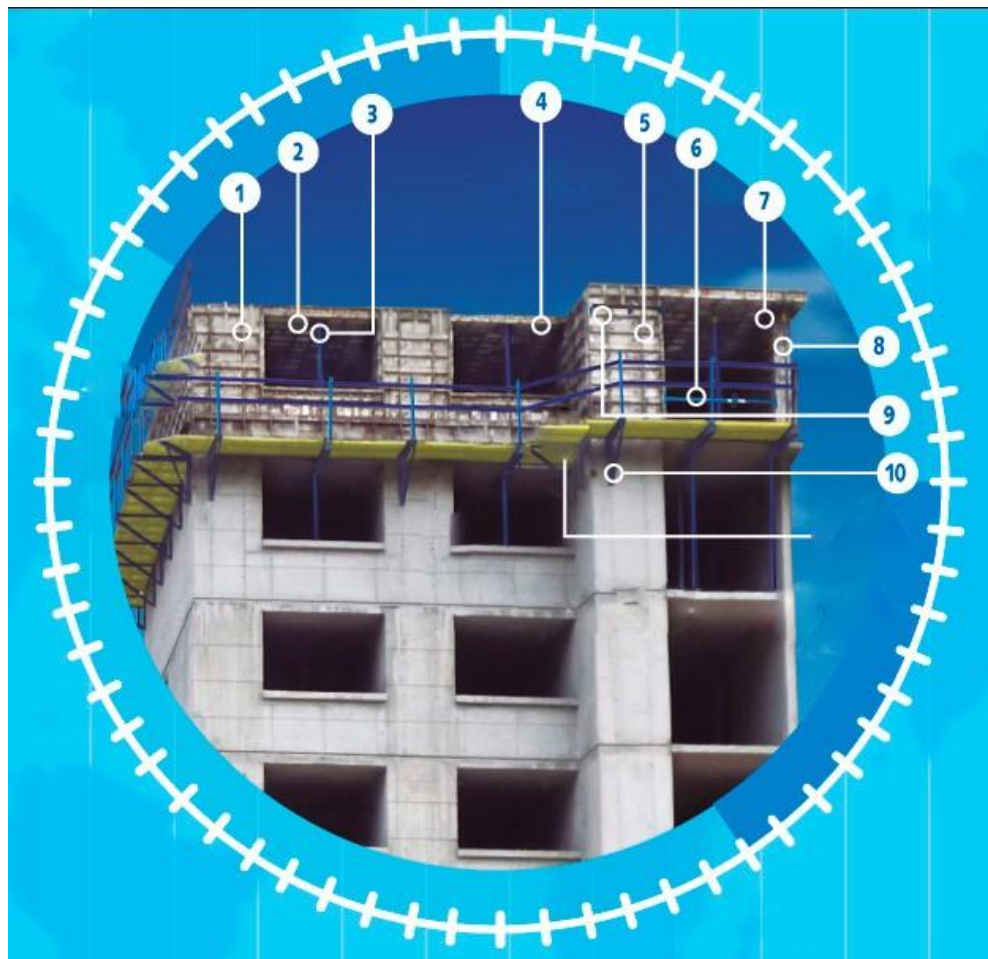


Figura N° 10a: Esquema general modulación FORSA. Fuente: [www.forsa.com](http://www.forsa.com)



## 1 **PANEL MURO**

- Tamaño estándar: 60 cm (ancho) x 240 (alto)
- Peso: 29 kg.



Figura N° 10b: Figura FORSA 1. Fuente: [www.forsa.com](http://www.forsa.com)

## 2 **PANEL DE LOSA**

- Tamaño estándar: 90 cm (ancho) x 120 (alto)
- Peso: 20 kg.



Figura N° 10c: Figura FORSA 2. Fuente: [www.forsa.com](http://www.forsa.com)

## 3 **LOSA PUNTAL**

Su función es mantener apuntalada la losa durante y después del vaciado.



Figura N° 10d: Figura FORSA 3. Fuente: [www.forsa.com](http://www.forsa.com)

#### 4 **CAP O COMPLEMENTO**

Sirve de complemento a la formaleta estándar, para completar la altura total del muro exterior, incluido el espesor de la losa.



Figura N° 10e: Figura FORSA 4. Fuente: [www.forsa.com](http://www.forsa.com)

#### 5 **ACCESORIOS DE SUJECIÓN**

Los accesorios para la sujeción de los paneles de muros y losas, son fabricados en acero de alta resistencia mecánica con tratamientos térmicos que les permiten soportar cargas elevadas de trabajo.



Figura N° 10f: Figura FORSA 5. Fuente: [www.forsa.com](http://www.forsa.com)

#### 6 **TENSORES DE PUERTAS Y VENTANAS**

Mantienen la perfecta dimensión de los vanos de puertas y ventanas.



Figura N° 10g: Figura FORSA 6. Fuente: [www.forsa.com](http://www.forsa.com)

## 7 **UNIÓN MURO LOSA**

Diferentes alturas: 20, 10 y 5 cm y la mínima de 7 mm.



Figura N° 10h: Figura FORSA 7. Fuente: [www.forsa.com](http://www.forsa.com)

## 8 **TAPAMUROS**

Se utiliza para cerrar los muros en puertas, ventanas y muros finales o mochetas.



Figura N° 10i: Figura FORSA 8. Fuente: [www.forsa.com](http://www.forsa.com)

## 9 **PORTALINEADOR Y ALINEADORES**

Compuesto por el portalineador horizontal y un ángulo de acero para alinear los muros horizontalmente.

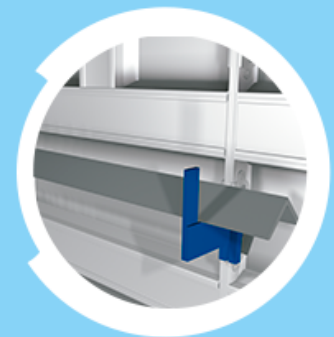


Figura N° 10j: Figura FORSA 9. Fuente: [www.forsa.com](http://www.forsa.com)

## 10 PASARELAS



Figura N° 10k: Figura FORSA 10. Fuente: [www.forsa.com](http://www.forsa.com)

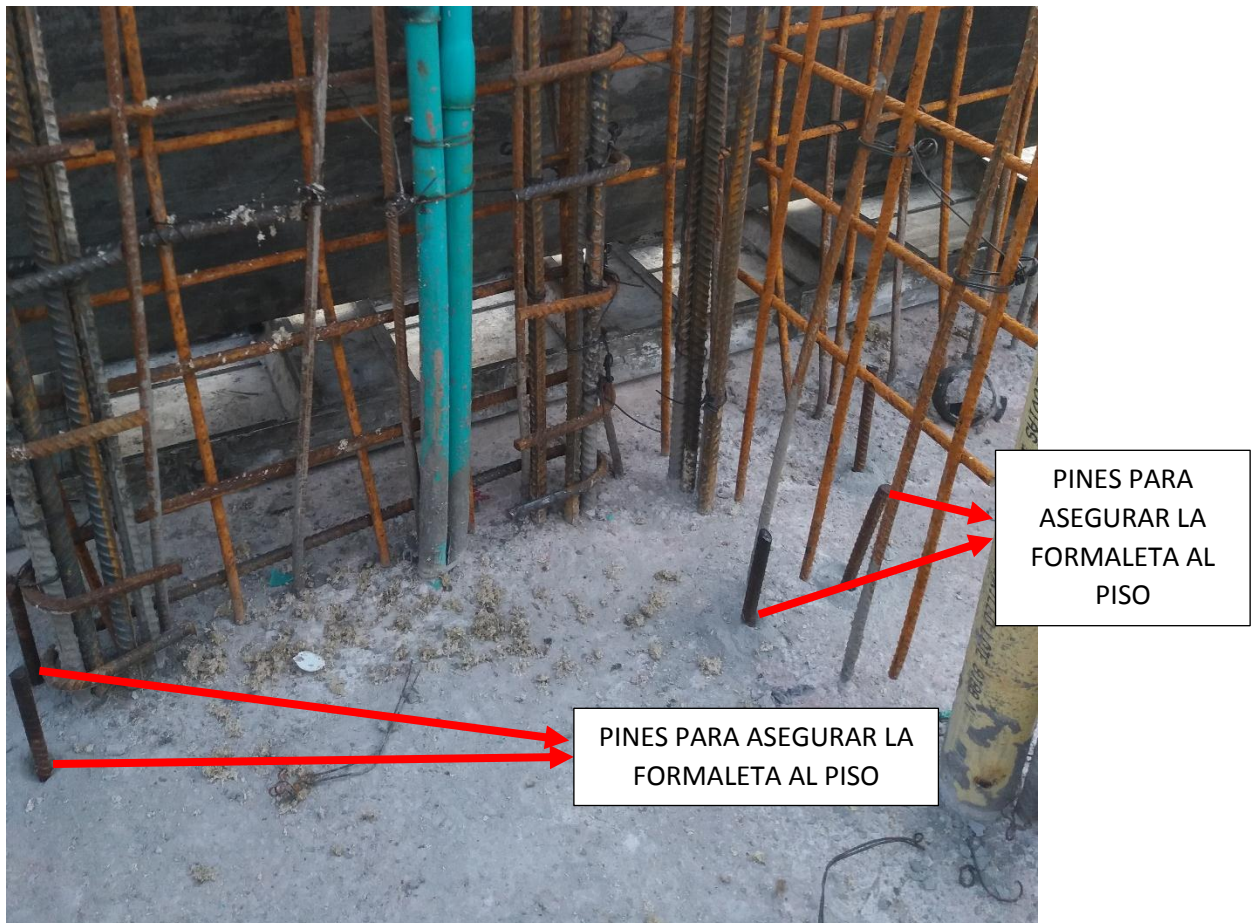


Figura N° 10l: elementos de anclaje a la losa de la formaleta. Fuente: Propia





*Figura N° 10m: Vista de armado completo de muros y losa. Fuente: Propia*

Cuando se realiza el armado del apartamento con la formaleta Forsa se deben tener en cuenta:

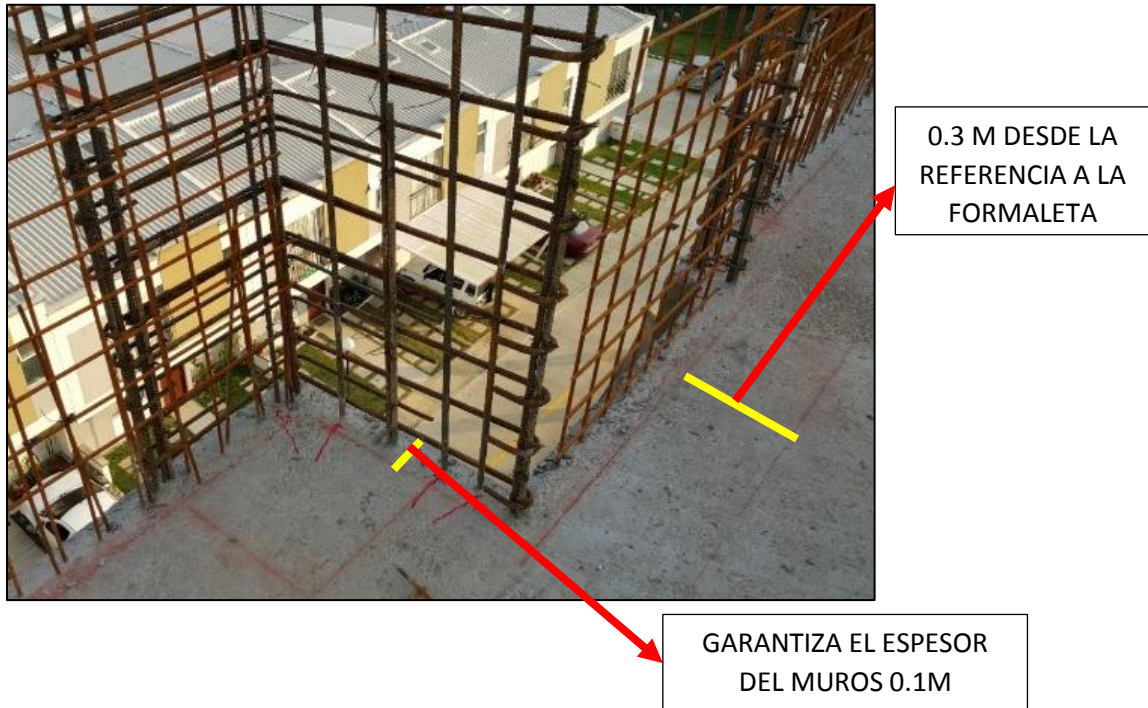
### 7.1.2.1 REFERENCIA RESPECTO A LA CIMBRA

Cuando se construye una edificación en cualquier proyecto de vivienda, debe haber continuidad y que no haya irregularidades a medida que avanza la construcción de la obra, por eso es necesario tener referenciada la formaleta respecto a la cimbra (*Figura N° 11a*), para que entre piso y piso fundido no se pierda la continuidad.

La cimbra permite conservar el espesor de los muros e ir llevando unas referencias desde el primer piso hasta la cubierta de la torre, para que se conserve la verticalidad de la misma y así quede de la mejor manera la construcción total de la torre.

La distancia desde la cimbra a la formaleta Forsa es de 0.3m.

Como pasante debía verificar la referenciación de la formaleta respecto a la cimbra y decirle al personal encargado si debían realizar algún ajuste a la formaleta.



*Figura N° 11a: Cimbra para referencia. Fuente: Propia*

### 7.1.2.2 APLICACIÓN DEL DESMOLDANTE

Las personas encargadas de armar la formaleta Forsa, deben aplicar un desmoldante para que al momento de retirar la formaleta del apartamento previamente fundido, esta pueda retirarse con facilidad y no se generen daños en los muros y en la losa, este desmoldante puede ser con base en agua o en aceite, se aplica en la cara de contacto formaleta – concreto y es colocada para el respectivo vaciado.

El desmoldante que se usa en este proyecto es a base de aceite y se llama Forsa FD-10.

### 7.1.2.3 INSTALACIÓN DE PINES EN LA FORMALETA DE LOSA

Para que la formaleta no se mueva, el diseño de la misma permite asegurar la formaleta de muros con la de la losa, introduciendo los respectivos pasadores y luego se aseguran con cuñas, golpeándolas con un martillo.

### 7.1.2.4 INSTALACIÓN DE PINES EN LA FORMALETA DE MUROS

Se debe asegurar bien la formaleta con sus respectivos pasadores o pines (*Figura N° 8b*), para que cuando se desencofre el apartamento previamente fundido, este no quede con desplomes, o que al momento de realizar el vaciado del concreto, la formaleta se abra y queden ciertas deformaciones en los muros, más conocidas como barrigas o ciertas curvas.





*Figura N° 11b: Pines en la formaleta. Fuente: Propia*

### **7.1.2.5 APLICACIÓN DEL ACPM**

Cuando se ha terminado el armado de la formaleta del apartamento para su posterior fundición, se aplica ACPM a la parte exterior de la formaleta y así poder limpiar con mayor facilidad los excesos de concreto.

### **7.1.2.6 INSTALACIÓN DE ALINEADORES**

La formaleta debe quedar lo más alineada posible, tanto en un plano vertical como horizontal para los muros y para la losa, para que esto sea posible se deben usar alineadores (*Figura N° 11c*), para que cuando se realice la fundición del apartamento, la presión generada por el concreto sobre la formaleta no la deforme y por ende no haya irregularidades en las caras.



*Figura N° 11c: Alineadores de la formaleta. Fuente: Propia*



### 7.1.2.7 UBICACIÓN DE PUNTALES PARA LOSA

Las losas deben tener los apoyos necesarios para que no se defleccione debido al peso propio de la formaleta, más el peso de otras cargas sobre ella, por lo tanto, según la modulación de la formaleta para los apartamentos, hay puntos designados donde deben llevar estos puntales y formaleta de losa, llamados losa puntales (*Figura N° 8c*) que al momento de retirar la formaleta no haya necesidad de retirar estos elementos y puedan ser dejados ahí, hasta que sea oportuno retirarlos, en el caso de modular mal la formaleta y no colocar estos accesorios, al momento de retirar la formaleta se tendría que retirar el respectivo gato y por ende la losa se deflactaría, porque no ha alcanzado la resistencia requerida y tendría una deformación no contemplada.

La ubicación de estos puntales, está en función de la longitud de la luz, por la misma razón algunas zonas tienen más puntales que otras.



*Figura N° 11d: Losa puntal. Fuente: Propia*



### **7.1.3 PLOMOS Y NIVELES DE LA FORMAleta ARMADA**

#### **7.1.3.1 PLOMOS**

Previamente armado el apartamento se deben chequear los plomos para verificar la verticalidad de los muros, con su respectiva tolerancia, en el diseño estructural para esta obra se dio una tolerancia de 0.18%, es decir, se permitía como máximo una diferencia entre la parte inferior del muro y la parte superior de 4.5 mm.

Cuando no se realiza la revisión de los plomos en la formaleta se generan posteriormente problemas en los acabados de la torre, como por ejemplo: enchapes de muros y repellos, acabados con estuco y en las actas de vanos para puertas y ventana, lo que genera mayores costos en las correcciones en esta fase.

#### **7.1.3.2 NIVELES**

Es importante que la losa tenga el espesor de diseño para su correcto desempeño, cumpliendo con el recubrimiento del acero, por lo tanto, se necesita chequear con nivel de precisión la losa del apartamento antes de fundir, se debe nivelar la formaleta y que la losa quede uniforme, nivelada y del espesor deseado, ya que es importante que todos los apartamentos del piso queden a un mismo nivel y no se generen diferencias grandes en el espesor de una losa respecto a otra.

#### **Actividad realizada**

Como auxiliar de ingeniería en la supervisión técnica estructural, junto con otros compañeros de trabajo, debía recibir los plomos del apartamento antes de fundir, de ser necesario corregir con los trabajadores los desperfectos encontrados, otra labor era recibir la nivelación de la losa junto con el ingeniero residente estructural, esto se realizaba antes y después de la fundición, por si era necesario realizar algún ajuste en un muro o en un gato o puntal sobre el cual se apoyaba la losa.

### **7.1.4 TOMA DE CILINDROS PARA PRUEBAS DE RESISTENCIA DE CONCRETO**

En toda obra cuyo principal elemento constructivo sea el concreto, se debe verificar la resistencia de este. En el proyecto CONDOMINIO MONSERRAT, se trabaja con un concreto premezclado industrializado de 3000 PSI, con un tamaño



máximo de agregado 1/2 de pulgada y un asentamiento de  $9\pm 1$  pulgada para los muros y la losa.

Para las gradas principales y auxiliares se trabaja con un concreto de 3000 PSI, tamaño máximo de agregado de 1/2 pulgada y un asentamiento de  $6\pm 1$  pulgadas.

Este concreto industrializado tiene la característica de que aproximadamente en 14 horas ha alcanzado el 70% de la resistencia de diseño, de tal forma que permite al término de ese tiempo desencofrar y así el trabajo se desarrolla de forma más ágil y eficiente.

Las empresas con las cuales se trabaja en este proyecto son ARGOS Y CONCREINSA, con las cuales se debe programar el concreto premezclado industrializado de acuerdo al cronograma de fundiciones previstas para la semana.

La diferencia que se nota en los 2 concretos que se solicitan para las fundiciones, es en función del acero y de la formaleta, en el caso de concreto para muros y losa se necesita un menor tamaño de agregado para que el concreto llene a totalidad de la formaleta y pase por entre el refuerzo, por esta razón el concreto es fluido para permitirle una mayor manejabilidad y acomodo en la formaleta al momento del vaciado, por el contrario ocurre en el concreto de las gradas, el agregado es de mayor tamaño debido a la disposición del refuerzo de la misma y por esta razón el concreto no es tan fluido para que se acomode y fragüe de la manera más rápida en la formaleta.

Para verificar la resistencia y el asentamiento de estos concretos que se piden para las fundiciones son necesarios realizar la prueba del Slump o Asentamiento y la toma de cilindros para posteriores pruebas de resistencia en los laboratorios contratados para ello, entre los cuales se trabaja con GEOFÍSICA S.A.S Y CITEC LTDA, quienes son los encargados de realizar las pruebas de resistencia para los concretos a los diferentes tiempos según sea la necesidad de la constructora.

Dentro de mis responsabilidades durante la pasantía era tomar muestras (*Figura N° 9a*) o cilindros para pruebas de resistencia a la compresión y la prueba del Slump cuando llegaba el concreto a la obra de cualquiera de las empresas contratadas mencionadas anteriormente, pasado un día se debía desencofrar las muestras de concreto y realizar la debida etiqueta (*Figura N° 9b*) para llevar un orden al momento de mandar las muestras a los laboratorios y al llegar los resultados (*Figura N° 12c*) de las pruebas al correo del residente estructural, me eran reenviados para realizar un seguimiento (*Figura N° 9d*) y así decidir que lote de muestras era necesario sacar del tanque de almacenamiento y para dar paso a nuevas muestras, en caso tal de que alguna muestra no hubiese dado la

resistencia esperada informaba al residente estructural de obra y a la inspectora de obra para mandar otras muestras a otro tiempo y así verificar la resistencia.



*Figura N° 12a: Toma de cilindros para pruebas de resistencia a la compresión y retiro de cilindros del tanque de almacenamiento.*

ETIQUETA DE LOS CILINDROS:  
FECHA, ELEMENTO DE LA  
MUESTRA, NUMERACIÓN



MUESTRAS SUMERGIDAS EN AGUA (EN  
TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE  
MUESTRAS) PARA ALCANZAR LA  
RESISTENCIA DE DISEÑO





Figura N° 12b: Etiqueta de cilindros y muestras sumergidas en tanque de almacenamiento. Fuente: Propia

**Citec Ltda.**  
 Ingeniería y geotecnia

Diagonal 26 N° 26-58 Telfax: (092)8200219  
 Email: vias95@hotmail.com  
 Popayán - Cauca

<b>REGISTRO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO</b>						Código:	CT-RCC-CE01			
						Versión:	1			
						Páginas:	1 de 1			
NORMAS REFERENCIA:		INV. E-401, E-402, E-403, E-404, E-410, E-412				Fecha Formato:	12-ene-2010			
FECHA INFORME: 23-dic-16 O B R A : CONSTRUCCIÓN CONJUNTO RESIDENCIAL MONSERRAT SECTOR: VÍA AL BOSQUE - MUNICIPIO DE POPAYÁN INTERVENTOR: CONTROL INTERNO DE CALIDAD CONSTRUCTOR: ADRIANA RIVERA CONSTRUCTORA S O L I C I T Ó : ADRIANA RIVERA CONSTRUCTORA FECHA ENTRADA: 06-dic-16										
						ODS:	001C			
RESISTENCIA DE DISEÑO: 3000 P s i										
ESTRUCTURA: <b>VARIAS</b>										
Ref. N°	fecha toma	fecha rotura	Edad días	Perimetro cm	Resistencia					DETALLE OBRA
					Carga Lb	KN	kg/cm <sup>2</sup>	MPa	PSI	
353	13-oct	08-dic	56	46.4	118572	465.9	277	27.2	3938	LOSA Y VIGAS CIMENTACION T.B 0.3" Y FaN° #77 M.O + Viscocrete 2100 4%
354	13-oct	08-dic	56	47.6	124171	487.9	276	27.0	3918	
372	18-oct	13-dic	56	46.5	92256	362.5	215	21.0	3051	PRIMARIA PISCINA #79 P.M ARGOS
373	18-oct	13-dic	56	47.8	97626	383.6	215	21.1	3055	
384	27-oct	22-dic	56	47.9	100782	396.0	221	21.7	3140	*VIGAS CIMENTACION LOSA T.B AvF Y 0.7 #80

Figura N° 12c: Formato de resultados de cilindros enviados a laboratorio (CITEC LTDA)

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN							
REF	FECHA TOMA	FECHA ROTURA	EDAD (DIAS)	RESISTENCIA		RESISTENCIA ESPERADA	DETALLE OBRA
				MPa	PSI		
A	17-mar-16	18-mar-16	1	6,9	<b>1004</b>		TORRE B
B	17-mar-16	20-mar-16	3	13,8	<b>1999</b>		
1-A	06-may-16	20-may-16	14	28,3	<b>4110</b>	<b>4000</b>	VIA TRAMO K0+000 A K0+040
5-A	12-may-16	19-may-16	7	27,9	<b>4046</b>	<b>4000</b>	VIA TRAMO K0+050 A K0+075
6	12-may-16	23-jun-16	28	30,7	<b>4447</b>	<b>4000</b>	VIA TRAMO K0+050 A K0+075
3	04-jun-16	18-jun-16	14	28,0	<b>4056</b>	<b>4000</b>	PARQUEADERO EJE A PQ
7	08-jun-16	24-jun-16	14	19,4	<b>2812</b>	<b>3000</b>	PARQUEADERO EJE A PQ
11-A	09-jun-16	16-jun-16	7	30,0	<b>4352</b>	<b>4000</b>	VIA PQ EJE E-F
11-B	11-jun-16	18-jun-16	7	18,0	<b>2611</b>	<b>3000</b>	COLUMNA PARQUEADERO EJE E-G
1	15-jun-16	22-jun-16	14	12,2	<b>1762,1</b>	<b>3000</b>	TORRE C PILOTE 14
2	15-jun-16	13-jul-16	28	16,0	<b>2319,8</b>	<b>3000</b>	TORRE C PILOTE 14
5	16-jun-16	30-jun-16	14	10,9	<b>1586</b>	<b>3000</b>	TORRE C PILOTE 15
6	16-jun-16	14-jul-16	28	10,0	<b>1455</b>	<b>3000</b>	PILOTE 15 TORRE C
9	24-jun-16	08-jul-16	14	22,0	<b>3183,6</b>	<b>3000</b>	FUNDICIÓN PARQUEADERO AREA FALTANTE CON ADICIÓN DE SIKAFIBER



*Figura N° 12d: Formato de seguimiento para resultados de resistencia a la compresión*

### **7.1.5 RESANES INTERIORES DE LA TORRE B**

En la ejecución de la obra se generan múltiples imprevistos, pero siempre se busca un proceso de mejora con el fin de realizar una obra de calidad y esto hace la constructora ADRIANA RIVERA en el proyecto CONDOMINIO MONSERRAT. Algunos de estos imprevistos son:

#### **7.1.5.1 HORMIGUEROS**

Problemas que se presentan por realizar un mal vibrado y mal chipoteo al momento de la fundición, y aparecen estos orificios (*Figura N° 13a*) que deben ser resanados, estos resanes se hacen en función de la profundidad del hormiguero y según ello se usan diferentes tipos de aditivos y morteros de reparación para tales fines, entre los aditivos más usados en la obra se tiene, SIKA LÁTEX y los morteros de reparación HARD TOP No. 1 (TOXEMENT), HARD TOP No. 2 (TOXEMENT), EPOTOC 1-1 (TOXEMENT), entre otros, según el resane que se deba realizar.

En algunos casos las reparaciones se realizan con mortero de reparación preparado en obra en proporciones 1 de cemento por 3 de arena más la aplicación del aditivo SIKA LÁTEX.

#### **7.1.5.2 DAÑOS AL DESENCOFRAR**

Cuando se desencofra el apartamento previamente fundido, pueden presentarse algunos daños en los muros o losas, se conocen más como desportillados, y estos también deben ser resanados con los aditivos y los morteros de reparación que se consideren necesarios según el daño que se haya realizado en el concreto.

#### **7.1.5.3 JUNTAS FRÍAS EN LAS LOSAS**

En la torre se tiene 4 apartamentos por piso y se funde un apartamento por día según el esquema modulado por Forsa, lo cual da como resultado 4 fundiciones para completar el piso y por lo tanto quedan algunas juntas frías debido al tiempo que pasa entre la fundición de un apartamento y otro, y a veces se generan relieves perjudiciales, los cuales deben ser demolidos y resanados usando morteros de reparación junto con algún aditivo especial según sea necesario.

Este problema se presenta mucho en las losas de entrepiso, pero en algunas ocasiones también se puede presentar en los muros debido a que hubo gran desperdicio de concreto o a que se haya realizado mal el cálculo del concreto

pedido, por lo tanto, queda faltando concreto y quedan muros incompletos que luego deben ser terminados.

#### 7.1.5.4 AGUJERO GENERADO POR CORBATAS

Las corbatas garantizan que el espesor del muro sea de 10 cm, pero éstas quedan embebidas en el concreto vaciado en la fundición, las cuales al ser retiradas dejan un orificio de lado a lado en el muro, el cual debe ser resanado, su resane se realiza con un mortero 1:3 más un aditivo, en este caso SIKA LÁTEX.

Actividad realizada

Realizaba seguimiento a los resanes de la Torre B, verificando que los trabajadores estuvieran usando los productos correspondientes y realizando las respectivas correcciones (*Figura N° 10b*), los cuales eran identificados y se dejaban marcados con pintura o con aerosol (*Figura N° 13c*), teniendo en cuenta la previa descripción general de los problemas generados en los muros y losas.

Algunos debían resanarse con un mortero 1:3 o concreto más un aditivo.





*Figura N° 13a: Hormiguero - Corbatas aún en el muro. Fuente: Propia*



*Figura N° 13b: Resane realizado con mortero estructural. Fuente: Propia*





*Figura N° 13c: Detección de una junta para realizar el resane. Fuente: Propia*

## **7.1.6 ACABADOS DE LA TORRE B**

Los acabados son una parte importante del proyecto como cualquier otra y por lo tanto se deben realizar de acuerdo a las especificaciones técnicas y diseño arquitectónico, para lograr una obra de calidad como se espera en el proyecto CONDOMINIO MONSERRAT.

Teniendo en cuenta que una obra es el resultado de la suma de todos los procesos, por eso se debe realizar un adecuado proceso de acabado y de esta manera no se genera mayores pérdidas económicas y de tiempo que atrasan el desarrollo de la obra.

Actividades realizadas

### **7.1.6.1 REVISIÓN DE NIVELES DE REPELLOS EN LOS PISOS**

Debía tomar los niveles en los pisos con una medida de altura desde la entrada del apartamento hasta pasar ese nivel a las dependencias que deberían chequearse con una tolerancia de 5mm entre niveles.

### **7.1.6.2 REVISIÓN DE REPELLO DE MUROS**

Revisar los repellos en los muros de la cocina, baño Social, y baño privado, dependencias que llevan repello, ya que estos se pueden dañar debido a un mal lavado de los muros, mal champeo, o mal curado de los repellos, y mi actividad a realizar era la localización de los repellos en los muros (*Figura N° 11a*) que debían ser demolidos y construidos nuevamente.

Los dejaba marcados para que el contratista encargado realizara el respectivo arreglo.

### **7.1.6.3 REVISIÓN DE ENCHAPE DE PISO Y MUROS**

Cuando estaban realizados los enchapes, se debía verificar cada ficha si estaban bien instalados, para ello se toca cada ficha y según el sonido que esta genere podemos identificar si están bien pegadas las fichas de enchape o si por el contrario se deben cambiar (*Figura N° 11b*), estos arreglos se deben realizar



inmediatamente o de lo contrario estos problemas se convierten en garantías que generan mayores pérdidas económicas para la constructora.

#### 7.1.6.4 ACTA DE VANOS

Es la actividad relacionada a las medidas de los vanos para puertas y ventanas, teniendo en cuenta que las medidas para puertas y ventanas ya en obra blanca son las siguientes:

Puertas: La altura terminada es de 2.35m

Entrada principal: 0.9m

Alcobas: 0.78m

Baños: 0.68m

#### Ventanas

Ventana 1 Alcoba principal: 0.5X1.5m

Ventana 2 Alcoba principal: 0.89X1.44m

Ventana Alcoba 2: 1.5X1.45m

Ventana Cocina: 47X1.17m

Ventana zona de ropas: 1.16X1.445

Ventanas de baños: 0.5X0.5

Teniendo en cuenta estas medidas, debía verificar los vanos y en caso de no cumplirse, se determinaba la corrección a realizar, como las siguientes opciones:

#### 7.1.6.4.1 CORTAR MUROS

Cuando no daba la medida del muro en obra negra y sobraba alguna parte del muro, se marcaba a la medida que debían cortar el muro el contratista encargado de la obra negra, en este caso ENCOFRADOS E INGENIERÍA.

#### **7.1.6.4.2 REPELLAR CARTERAS**

Este caso se daba cuando los muros terminados en obra negra tenían medidas muy grandes, el contratista encargado de repellos en muros y pisos debía llenar las carteras para ventanas con mortero de repello.

La actividad realizada por mi parte, era tomar la medida de los vanos de las ventanas y dejar marcado en el muro que tanto debían llenar los encargados de repellar las carteras.

#### **7.1.6.4.3 RELLENO PARA CARTERAS**

Al medir los vanos de los muros para las puertas y estas medidas eran menores respecto a las medidas deseadas, se dejaba marcado que tanto debían estucar con un llenante de relleno para así lograr la medida requerida para las puertas en obra blanca y que la instalación de las puertas fuera de forma eficiente, y no tener necesidad de cortar o modificar los marcos de las puertas.

Las correcciones que se deben realizar respecto a los vanos, es por la razón de que las puertas y ventanas se compran a un proveedor sobre medida, por lo tanto, es importante que los vanos den la medida deseada para agilizar el proceso de instalación de estos elementos.



*Figura N° 14a: Repello en muro que debe cambiarse. Fuente: Propia*



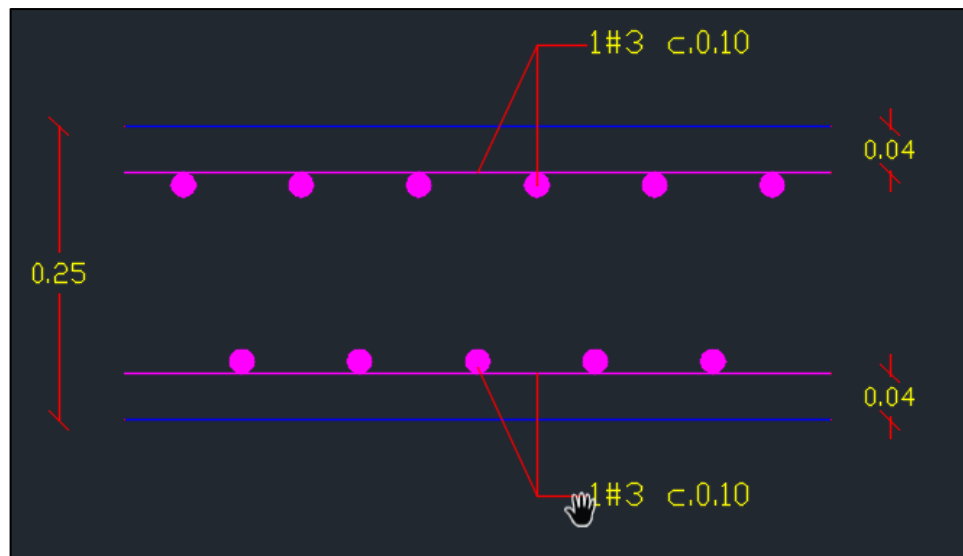
*Figura N° 14b: Cambio de ficha en enchape de piso. Fuente: Propia*

## 7.2 CAPITULO 2: CIMENTACIÓN TORRE C – CONSTRUCCIÓN DE PISOS 1 Y 7 DE TORRE C

### 7.2.1 CIMENTACIÓN TORRE C

Según el estudio de suelos, se requirió la implementación de pilotaje en la torre C, se construyó un total de 117 pilotes fundidos en sitio con concreto Tremie, con una profundidad de 30 m aproximadamente para así transmitir las cargas de la construcción a un estrato con mayor resistencia.

La losa de cimentación fue de peralte de 0.25m (*Figura N° 13a*), y con 2 tipos de vigas de cimentación (*Figura N° 13b, Figura N° 13b*).



*Figura N° 15a: Losa de cimentación. Fuente: Propia*



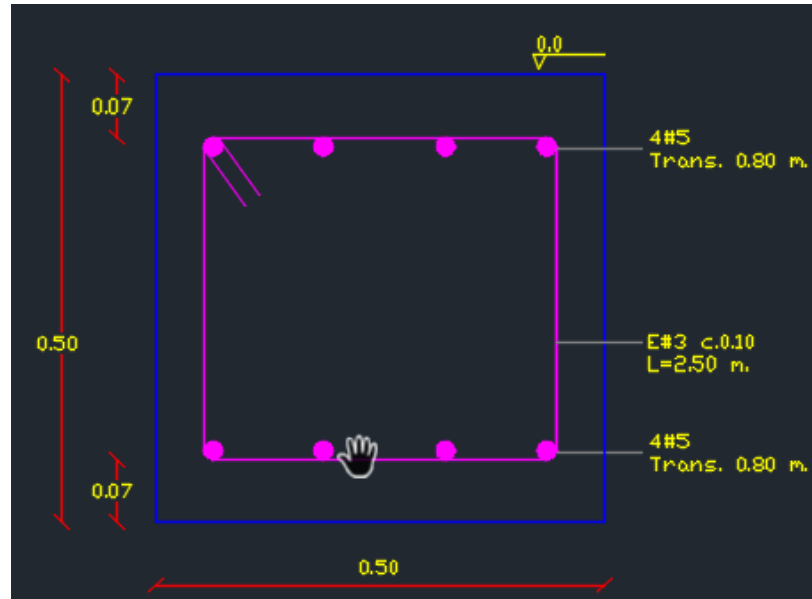
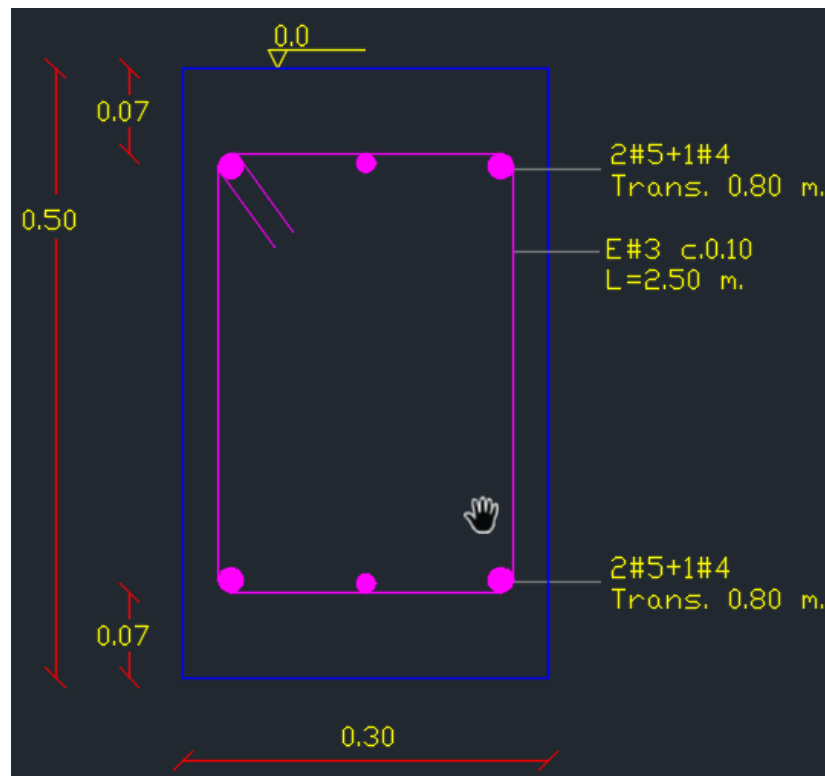


Figura N° 15b: Viga de cimentación – Corte Z1-Z1. Fuente: Propia



*Figura N° 15c: Viga de cimentación – Corte Z2-Z2. Fuente: Propia*

## **7.2.1.1 PASOS PARA CIMENTACIÓN DE TORRE C**

### **7.2.1.1.1 NIVELACIÓN DEL TERRENO**

Se usó nivel de manguera en el nivel CERO y se dejó totalmente plano el terreno, a partir de este nivel se realizaron las respectivas excavaciones para las vigas de cimentación.

### **7.2.1.1.2 VERIFICACIÓN DE PILOTES**

Durante la construcción de los pilotes se presentaron diferentes problemas, lo que generó que estos no quedaran bien contruidos, lo cual es común, por lo tanto, es necesario revisar el estado de los pilotes y si es necesario realizar los respectivos correctivos.

### **7.2.1.1.3 INSTALACIÓN DE TUBERÍAS PARA RED HIDRÁULICA, RED CONTRA INCENDIO, RED ELÉCTRICA**





*Figura N° 16: Ubicación de la tubería eléctrica y sanitaria. Fuente: Propia*

Se debe dejar listas las tuberías para posteriores conexiones de las diferentes redes y estas deben quedar listas antes de amarrar el acero, y embebidas en la losa de cimentación.

Es importante tener cuidado de que las tuberías queden bien instaladas y con tapones para que el concreto no se vaya por ellas, ocasionando posteriores problemas constructivos.

#### **7.2.1.1.4 SOLADO DE LIMPIEZA**

Cuando se tiene el terreno listo, el nivel y las excavaciones para las vigas de cimentación, se procede a la aplicación de solado de limpieza (*Figura N° 13d*, *Figura N° 13e*) que genera un mejor lugar para trabajar y la mayor función es cuidar el acero de refuerzo de las vigas y de la losa.

#### **7.2.1.1.5 AMARRE DEL ACERO**

Se debe realizar el amarre del acero de acuerdo a los planos estructurales para la cimentación de esta torre, tanto para las vigas (*Figura N° 13f*) de cimentación según, como para la losa de acuerdo al diseño estructural.

#### **7.2.1.1.6 ENCOFRAR LA LOSA**

Realizar con madera la respectiva formaleta y que esta (*Figura N° 13h*) quede totalmente asegurada, para que al momento de realizar el vaciado del concreto no se mueva y no queden deformaciones en la losa de cimentación.

#### **7.2.1.1.7 FUNDICIÓN DE LA LOSA**

La fundición de la losa (*Figura N° 13i*) se realiza durante todo un día, y con la previa programación del concreto con la empresa CONCREINSA, quien provee la cantidad cubicada para la fundición, un total de 124.5 m<sup>3</sup>.

#### La actividad realizada:

8. Realizar plano Record hidrosanitario para la cimentación de la torre C.
9. Verificación de acero de arranque desde la cimentación.
10. Revisión de separadores o panelas (*Figura N° 13g*) para el acero de refuerzo.
11. Revisar que se usara vibrador al momento de fundir para que se logre una buena fundición de la losa.
12. Verificar medida para que la losa quedara nivelada durante la fundición (*Figura N° 13j*).

13. Verificar que se realice el curado de la losa de cimentación posterior a la fundición, para que el concreto alcance la resistencia esperada.



*Figura N° 17a: Aplicación de solado de limpieza*





*Figura N° 17b: Aplicación de solado de limpieza*



*Figura N° 17c: Amarre de acero de vigas*

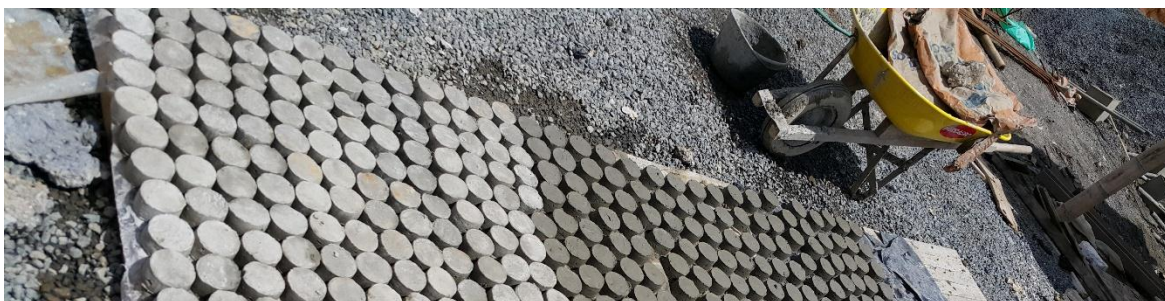




*Figura N° 17d: Amarre de acero de vigas*



*Figura N° 17e: Amarre de acero de vigas*





*Figura N° 17f: Creación separadores para acero (Panelitas)*



*Figura N° 17g: Formaleta para la losa (Tableros de madera)*

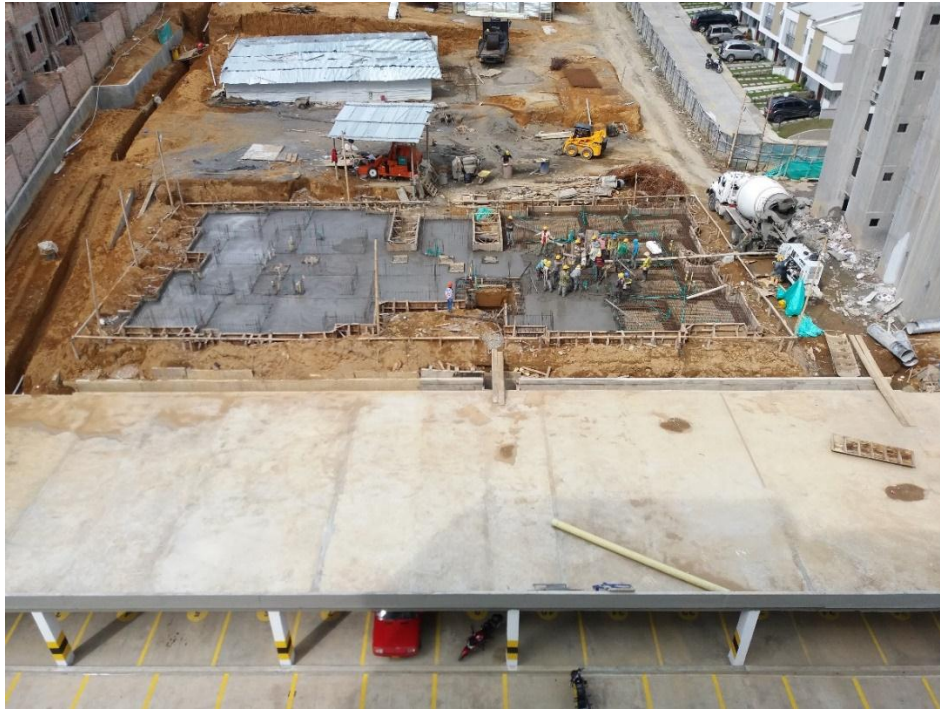




*Figura N° 17h: Fundición de cimentación*



*Figura N° 17i: Fundición de cimentación torre C*



*Figura N° 17j: Fundición de cimentación torre C*

## **7.2 CONSTRUCCIÓN DE PISOS 1 - 5 DE TORRE C**

En el sistema industrializado el proceso se vuelve mecánico y repetitivo, por lo tanto, esta parte es similar a los preparativos realizados en los apartamentos de la torre B, solo que se debe tener cuidado en los detalles que generaron problemas en la anterior torre con el fin de ir en una constante mejoría para entregar una obra de calidad.





*Figura N° 18a: Armado de aceros del primer piso torre C.*



*Figura N° 18b: Armado de formaleta apartamento 104 torre C.*



*Figura N° 18c: vista de fundición del piso 1 torre C.*



*Figura N° 18d: vista de fundición del piso 5 torre C.*



### 7.3 URBANISMO

En la parte general relacionada con urbanismo, se realizaron las siguientes actividades:

#### 7.3.1 REVISIÓN DE MUROS DE CONTENCIÓN

En este paso se verificaba el armado de la formaleta, los plomos, revisión del armado de los aceros y la respectiva fundición de los mismos



*Figura N° 19a: Vista de muro de contención de la torre B.*





*Figura N° 19b: Vista de muro de contención de la torre B.*



*Figura N° 19c: Vista de muro de contención de la torre B.*





*Figura N° 19d: Vista de muro de contención de la torre C.*



*Figura N° 19e: Vista de muro de contención de la torre C.*





*Figura N° 19f: Vista de muro de contención de la torre D.*



*Figura N° 19g: Vista de muro de contención de la torre D.*





*Figura N° 19h: Vista de muro de contención de la torre D.*



*Figura N° 19i: Vista de muro de contención de la torre D.*

### **7.3.2 CUBICACIÓN DE EXCAVACIONES Y RELLENOS**

Para la instalación de tuberías de Red Contraincendios, Red agua potable, aguas lluvias aguas residuales y muros de contención es necesario una serie de excavaciones y rellenos, los cuales se deben registrar en unidad de metros cúbicos, para cuando se realizan actas parciales de pago.



## 8 OBSERVACIONES

- El sistema de construcción industrializado brinda un mayor rendimiento con respecto a otros tipos de modos de construcción.
- Se observó que al no tener una persona idónea que pueda interpretar los planos para el armado de la formaleta, los instaladores realizan la labor con su experiencia y se puede presentar una instalación de la formaleta inadecuada, es decir, que no se realiza como está definido en el plano y por este motivo quedan terminaciones no deseadas, o tiene que recurrir a elementos no correspondientes a la formaleta para solucionar dichos errores, como lo son el uso de plásticos, icopores y madera.
- Se observó que los trabajadores no cuidan los elementos de armado, apoyo y conformación de la formaleta.
- Hubo inconvenientes con los trabajadores al tratar de realizar las respectivas correcciones por la forma de ser de los mismos.
- Se observó que sin los respectivos controles los trabajadores no completaban su labor y en el momento de la fundición se debían hacer las correcciones generando demoras.
- Se presentaron problemas con el concreto premezclado de retrasos, cantidad y manejabilidad del mismo.
- hubo dificultades con los trabajadores al momento de exigirles el uso de los implementos de protección, ya que en la mayoría de las ocasiones no los utilizaban.





## 9 RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar un control más exigente con respecto a los elementos de la formaleta, ya que no tiene el trato adecuado y esto genera deterioro en la formaleta y por lo tanto sobrecostos de la construcción por la reparación de la misma.
- Se recomienda tener a la persona capacitada para la dirección del grupo de trabajo de los armadores, ya que con esto se pueden evitar errores tanto estructurales, como lo pueden ser estéticos.
- Capacitar y exigir con mayor rigurosidad la utilización del equipo de protección de los trabajadores.
- Tener una mejor comunicación entre la entidad contratante y los contratistas, para corregir las contrariedades que se puedan presentar y tener una mejor ejecución de la obra y así obtener un mayor rendimiento.
- La conformación de un excelente grupo de trabajo, incluyendo ingenieros, geotecnólogos, maestros oficiales, ayudantes, entre otros, es de gran importancia en el rendimiento y calidad del proyecto.



## 10 CONCLUSIONES

- El sistema industrializado empleando la formaleta forsa, es una gran alternativa a la solución de vivienda, ya que el mismo permite mejor rendimiento, disminución de los costos de construcción y calidad al momento de la ejecución de la misma.
- El control correspondiente a la supervisión estructural es de vital importancia para obra, ya que si esta, se pueden presentar con mayor frecuencia errores constructivos, que no serían detectados y esto originaría construcciones de baja calidad.
- La calidad del concreto y del acero son los componentes más importantes para la realización de nuestras obras, ya que, si estos no podríamos realizar todas nuestras ideas de constructivas, por este motivo se deben realizar todos los controles, manejos y protecciones correspondientes para que estos elementos no den la calidad esperada y tengamos plena confianza de los proyectos realizados.
- El trabajo de grado en modalidad de pasantía fue una experiencia realmente gratificante, me permitió reafirmar los conocimientos obtenidos en la universidad, además de empezar a conocer el ámbito laboral que enfrentaré en el ejercicio de la Ingeniería Civil.



## 11 BIBLIOGRAFIA

- EUCLID GROUP TOXEMENT. ADITIVOS. 2017. Colombia. Disponible en internet:  
<http://www.toxement.com.co/productos/portafolio/aditivos/aditivos-acelerantes/>
- FORSA. CATALOGO TECNICO SISTEMA FORSA. 2017. Colombia. Disponible en internet: <http://files.construccion-de-edificaciones.webnode.com.co/200000178-43e5144de6/CATALOGO%20TECNICO%20SISTEMA%20FORSA.pdf>
- FORSA. DESMOLDANTES / DESENCOFRANTES. 2017. Colombia. Disponible en internet: <http://www.forsa.com.co/solucion-vivienda/desmoldantes-desencofrantes/>
- GRUPO SIKA. Manual productos Sika 2015. 2017. Colombia. Disponible en internet: <http://col.sika.com/dms/getdocument.get/a4237a3f-38f2-3fdc-8591-f3eb55af5207/Manual%20Productos%20Sika%202012.pdf>
- INMOBILIARIA Y CONSTRUCTORA ADRIANA RIVERA S.A.S. Documentación interna proyecto CONDOMINIO MONSERRAT. 2017. Popayán (Cauca).



## **ANEXOS**

- ANEXO A: RESOLUCION No. 576 DE 2016
- ANEXO C: CERTIFICACIÓN PRÁCTICA PROFESIONAL – PASANTÍA.