

PASANTÍA DE ACOMPAÑAMIENTO EN LA CONSTRUCCIÓN DE UNA TORRE
DE VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL CON EL SISTEMA CONSTRUCTIVO DE
MUROS DE CONCRETO REFORZADO EN EL MUNICIPIO DE SOPETRÁN
ANTIOQUIA

NATALIA KATHERINE CASTELLANOS QUIROGA

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS SECCIONAL TUNJA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
TUNJA
AÑO 2023

PASANTÍA DE ACOMPAÑAMIENTO EN LA CONSTRUCCIÓN DE UNA TORRE
DE VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL CON EL SISTEMA CONSTRUCTIVO DE
MUROS DE CONCRETO REFORZADO EN EL MUNICIPIO DE SOPETRÁN
ANTIOQUIA

NATALIA KATHERINE CASTELLANOS QUIROGA

PASANTÍA PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO CIVIL

TUTOR: NYDIA MARGARITA HABRAN ESTEBAN
DOCTORA

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS SECCIONAL TUNJA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
TUNJA
AÑO 2023

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Universidad Santo Tomás, en especial a la Facultad de Ingeniería Civil por la calidad académica y humana con la que cuenta el equipo de directivos y docentes, que me orientaron y han marcado mi camino con el conocimiento compartido, pues son pieza clave en mi formación como ingeniera civil y en el desempeño dentro de mi pasantía porque me han brindado las herramientas necesarias para afrontar mi vida profesional y laborar, con ética y responsabilidad. Agradezco a mis tutoras, las ingenieras Adriana Higuera y Nydia Margarita por el acompañamiento brindado en la ejecución de mi pasantía y en la realización de este informe.

Así mismo agradezco a la empresa Arquitectura Sostenible Conexión Verde SAS por brindarme la oportunidad de tener mi primer contacto con la vida profesional, por exigirme, retarme e inspirarme a seguir trabajando por mis objetivos en mi vida profesional.

Doy gracias a Dios y a la Virgen de Chiquinquirá por guiar mis pasos en el transcurso de mi carrera universitaria y cumplir mi propósito de vida que es ayudar a la sociedad en la solución de problemas que satisfagan sus necesidades. Hoy en especial me agradezco por el esfuerzo realizado, por sortear cada uno de los retos de la manera en que lo hice, por mantenerme de pie y nunca desistir a mi sueño.

Finalmente, agradezco a mi madre, mi padre, mi hermano, mi tía y demás familia, quienes fueron fundamentales con el apoyo brindado durante este proceso, gracias por siempre confiar en mis capacidades y darme ánimo en aquellos momentos difíciles que lo necesité; lo que más anhelo es que se sientan orgullosos al verme recibir mi título de ingeniera civil.

DEDICATORIA

Mi título como ingeniera civil, egresada de la universidad Santo Tomas de Tunja, lo dedico de manera especial a mis padres, Elcia María Quiroga y Elkin Castellanos, gracias al apoyo emocional y económico a mi crecimiento académico, he alcanzado este logro. Ellos me han brindado todas las herramientas para convertirme en la mujer que hoy soy, así como son la mayor motivación que tengo en mi vida, para que se sientan orgullosos de su hija. También dedico este logro a mi único hermano, para que se sienta inspirado y motivado a construir también su camino y trabajar por sus sueños, pues a lo largo de mi vida, me he esforzado por ser el mejor ejemplo a seguir que tengas.

Claro que dedico este logro a Dios y la Virgen de Chiquinquirá, quienes me han sostenido en fe, en todos los momentos difíciles que tuve que sortear a lo largo de mis estudios. Me brindaron la fortaleza necesaria en muchos momentos injustos, en los que las circunstancias se salían de mis manos, pero aun así me han demostrado que la justicia siempre será divina.

Finalmente, pero no menos importante, dedico mi logro universitario a la facultad de Ingeniería Civil de la universidad Santo Tomás de Tunja, con el fin de inspirar a que mis futuros colegas, ingenieros en formación, para que opten por pasantía en su modalidad de grado. Además, dedico este informe a la empresa Arquitectura Sostenible Conexión Verde SAS y a mi supervisor directo y gerente del proyecto, el señor Jorge Octavio Pérez, quien fue pieza clave en mi proceso de pasantía, brindándome las herramientas para obtener los mejores resultados.

Nota de aceptación:

Firma digital de uso exclusivo del título en documentos de la
Universidad Santo Tomás Tunja. Queda prohibida su reproducción sin
previo consentimiento por escrito de la Universidad.
Nydia Mónica Habran Esteban
Doctora en Ingeniería Civil

Firma Valida 2023

Firma del Presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Tunja, 24 de marzo, 2023.

CONTENIDO

1	RESUMEN	10
2	ABSTRACT	11
3	INTRODUCCIÓN.....	12
4	OBJETIVOS	14
4.1	OBJETIVO GENERAL	14
4.2	OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	14
5	DESCRIPCIÓN DE LA ZONA.....	15
5.1	MUNICIPIO DE SOPETRÁN	15
5.2	PROYECTO DE INTERÉS	16
6	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS.....	17
6.1	ACTIVIDADES DE OFICINA.....	17
6.1.1	Inducción a la Empresa	17
6.1.2	Sistema Constructivo	18
6.1.3	Planos de Diseño Arquitectónico y Estructural	23
6.1.4	Memoria de Cálculo del Diseño Estructural	24
6.1.5	Presupuesto del proyecto.....	25
6.1.6	Pedidos de Material.....	26
6.1.7	Listas de Materiales y Equipos	27
6.2	ACTIVIDADES DE CAMPO	27
6.2.1	Organización del Campamento	27
6.2.2	Explanación del Terreno.....	29
6.2.3	Excavación para Pilas de Cimentación.....	29
6.2.4	Armado y Vaciado - Pilas de Cimentación.....	32
6.2.5	Instalación de Tubería Hidrosanitaria	34
6.2.6	Figurado y Armado - Vigas de Fundación	34
6.2.7	Figurado y Armado del Refuerzo para Muros.....	35
6.2.8	Vaciado para Vigas de Fundación.....	36
6.2.9	Instalación de la Tubería Eléctrica.....	38
6.2.10	Vaciado para Losa de Piso	38
6.2.11	Vaciado de Muros	39

6.2.12	Armado y Vaciado - Escaleras	40
6.2.13	Construcción Hasta el Piso 5	41
6.2.14	Losas de Terrazas y Tanques	42
6.2.15	Cubierta	43
7	APORTES DEL TRABAJO	45
7.1	COGNITIVOS	45
7.1.1	Zonas de Recopilación de Material	45
7.1.2	Comparaciones Medidas en Planos y en Obra.....	45
7.1.3	Vibrado del Concreto.....	46
7.1.4	Norma Técnica Colombiana (NTC)	47
7.1.5	Proceso de Encofrado	49
7.1.6	Acero de Refuerzo para Muros.....	49
7.2	A LA COMUNIDAD	50
8	IMPACTOS DEL TRABAJO DESEMPEÑADO	51
9	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	53
10	GLOSARIO	55
11	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58
12	APÉNDICES Y ANEXOS	60
12.1	ANEXO A	60
12.2	ANEXO B	60
12.3	ANEXO C	60
12.4	ANEXO D	60
12.5	ANEXO E	60
12.6	ANEXO F.....	60
12.7	ANEXO G	60
12.8	ANEXO H	60

TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Municipio de Sopetrán, departamento de Antioquia.....	15
Figura 2. Proyecto Ciudadela Victoria, municipio de Sopetrán.....	16
Figura 3. Capacitación de riesgos profesionales.....	17
Figura 4. Encofrado de muros.....	20
Figura 5. Fundida de muros.	21
Figura 6. Desencofrado de muros.....	21
Figura 7. Fundición de placas.	21
Figura 8. Diseño arquitectónico.	23
Figura 9. Diseño estructural de pilas y vigas de cimentación.	23
Figura 10. Diseño estructural de vigas de amarre.	24
Figura 11. Diseño estructural de losas y cubiertas.....	24
Figura 12. Memorias de cálculos.	25
Figura 13. Presupuesto.....	25
Figura 14. Cronograma de actividades.	26
Figura 15. Pedido de acero.....	26
Figura 16. Lista de materiales.....	27
Figura 17. Zona de campamento.	28
Figura 18. Demarcación de la zona a explanar.....	28
Figura 19. Explanación del terreno.	29
Figura 20. Excavación, pilas de cimentación.	29
Figura 21. Pilas de cimentación, diseño estructural.	30
Figura 22. Diseño estructural, pilas de cimentación, P1, P2, P4 y P5.	30
Figura 23. Diseño estructural, pilas de cimentación, P6 y P3.....	31
Figura 24. Diseño estructural, sección típica, pilas de cimentación.....	31
Figura 25. Finaliza la actividad de excavación, pilas de cimentación.	31
Figura 26. Figurado y armado de acero, pilas de cimentación.	32
Figura 27. Mezclado y vaciado del concreto, pilas de cimentación.	33
Figura 28. Ensayo y muestreo del concreto, pilas de cimentación.	33
Figura 29. Instalación de tubería hidrosanitaria.	34
Figura 30. Armado de acero, vigas de cimentación.	35
Figura 31. Amarre del acero longitudinal de muros.....	36

Figura 32. Amarre del acero transversal de muros.	36
Figura 33. Encofrado, vigas de cimentación.	36
Figura 34. Mezclado y vaciado del concreto, vigas de cimentación.	37
Figura 35. Ensayo y muestreo del concreto, vigas de cimentación.	37
Figura 36. Ubicación y fijado, tubería eléctrica.....	38
Figura 37. Mezclado y vaciado del concreto, losa de piso.	38
Figura 38. Encofrado de muros.....	39
Figura 39. Mezclado y vaciado del concreto en muros.	39
Figura 40. Desencofrado en muros.....	40
Figura 41. Diseño de escaleras en planos.	40
Figura 42. Armado de acero y vaciado de concreto en escaleras.	41
Figura 43. Plano de terrazas y cubierta.	42
Figura 44. Diseño de losas de tanques y terrazas.	42
Figura 45. Construcción, losas de terrazas y tanques.....	43
Figura 46. Diseño de cubierta.	44
Figura 47. Construcción de cubierta.	44
Figura 48. Zonas de recopilación de material.	45
Figura 49. Acero de refuerzo, vigas de cimentación.	46
Figura 50. Vibrado del concreto.	46
Figura 51. Ensayo de asentamiento.	47
Figura 52. Toma de muestras, cilindros de concreto.....	48
Figura 53. Alineación, formaleta metálica.	49
Figura 54. Amarre de nudos, malla de acero.	49

1 RESUMEN

La construcción de vivienda de interés social en Colombia ha tomado una gran importancia, debido a la deficiencia de residencia para la población de estratos socioeconómicos 1 y 2. Por esta razón, el objetivo principal de la presente pasantía fue el de auxiliar de ingeniería civil para hacer el seguimiento de las actividades de construcción de una torre de cinco pisos, con cuatro apartamentos por piso, de 54 m² cada uno. La torre de apartamentos ejecutada correspondió a la etapa dos del proyecto denominado Ciudadela Victoria. El proyecto fue ejecutado por la empresa Arquitectura Sostenible Conexión Verde SAS con sede en la ciudad de Medellín, Antioquia. Este proyecto se localiza en el municipio de Sopetrán, Antioquia. El sistema constructivo utilizado en la obra fue el de vaciado de muros en concreto reforzado.

Las principales actividades ejecutadas por la pasante durante el desarrollo del proyecto, incluyeron revisión de planos, programación de obra y presupuesto, supervisión de actividades como: localización y replanteo usando una comisión de topografía para la verificación y marcación de ejes y niveles sobre el terreno, movimiento de tierras que contempló la excavación en terreno natural, construcción de cimentaciones tipo pilotes, figurado de acero, mezcla de concreto en obra, instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas. La pasantía tuvo una pertinencia social importante, ya que se dio solución de vivienda a 20 familias; sin embargo, el proyecto completo solucionó la necesidad de vivienda de 320 familias. La construcción de la torre de apartamentos, tuvo una duración de tres meses, en la cual la pasante tuvo un desempeño destacado al frente de las tareas asignadas y las cuales se presentarán en detalle en el presente informe de pasantía.

Palabras clave: Muros de concreto, cimentación, estructura, formaleta, acero.

2 ABSTRACT

Social building in Colombia has taken a remarkable importance due to the lack of housing for people who belong to one and two socioeconomic stratification. For this reason, the main objective of this internship was to work as civil engineering assistant to follow up construction activities of a tower with five levels and four apartments per floor of 54 m² each one. The tower built was part of the stage two of the project called Ciudadela Victoria, with a total building area of 2650 m². The project was built by the company called Arquitectura Sostenible Conexión Verde SAS, which has the main office in the city of Medellín, Antioquia. The project took place in the town of Sopetran Antioquia. Emptying of concrete walls was the construction system used in this project.

The main activities conducted in the internship were: Drawing review, construction activities schedule and budgeting, supervision of activities such as location and staking using a topography commission for the verification and marking of axes and levels on the ground, earthworks that contemplated the excavation in natural terrain, Rebar bending, concrete mix on site, hydraulic, sanitary and electrical installations. The internship had an important social relevance, since a housing solution was provided to 20 families; however, the complete project solved the housing needs of 320 families. The construction of the apartment tower had a duration of three months, in which the intern had an outstanding performance in front of the assigned tasks, which will be introduced in detail in this report.

Keywords: Concrete walls, foundation, structure, formwork, steel.

3 INTRODUCCIÓN

En Colombia con el paso de los años se han presentado altos índices de sobrepoblación lo cual ha elevado el déficit habitacional. Debido a esta problemática el gobierno nacional ha incrementado el número de subsidios de vivienda de interés social (VIS) con el fin de garantizar la vivienda digna a sus pobladores [1], es así como mayo del año 2022 se reportó como el mejor mes en la historia del país en la adquisición VIS con 13.397 unidades vendidas, lo que representa un crecimiento del 18% en la adquisición de vivienda propia respecto al mismo mes del año 2021 [2] según el ministerio de vivienda. Adicionalmente en el país la vivienda tipo VIS, se ejecuta empleando diferentes sistemas constructivos, tales como, la mampostería estructural y muros en concreto reforzado.

La empresa Arquitectura Sostenible Conexión Verde SAS, se ha dedicado al diseño e implantación urbanística, junto con los estudios previos de factibilidad y normatividad en la planeación y construcción de proyectos tipo VIS y cuenta con larga experiencia en el campo. Actualmente la empresa desarrolla varios proyectos tipo VIS en el territorio nacional que se ejecutan en paralelo, ubicados en los municipios de Sopetrán, Sabanalarga, Buriticá y Arboletes del departamento de Antioquia y también en municipios como Buga y Tuluá en el departamento Valle del Cauca.

La empresa Arquitectura Sostenible Conexión Verde SAS, está ubicada en la ciudad de Medellín, Antioquia. Está constituida legalmente como una sociedad por acciones simplificadas desde enero del año 2017, la cual se centra en el desarrollo de proyectos de construcción para edificios residenciales de vivienda tipo VIS. La pasantía se desarrolló en el municipio de Sopetrán, Antioquia en el proyecto denominado Ciudadela Victoria, el cual cuenta con varias etapas de ejecución y tiene importante impacto social debido a la magnitud del mismo. El objetivo general de la pasantía fue, hacer el seguimiento a las actividades de construcción de una torre de apartamentos de cinco pisos con 20 apartamentos, dando como fecha de inicio el 11 de noviembre del año 2022 y como fecha de finalización el 8 de febrero del año 2023.

Las actividades ejecutadas durante la construcción de la torre de cinco pisos, la cual cuenta con un total de 20 apartamentos y cada piso con 4 apartamentos de 54m² cada uno, hacen referencia a la revisión de planos, reconocimiento del terreno, estudio de la programación de obra y análisis del presupuesto, adicionalmente supervisión de las siguientes actividades, localización y replanteo usando una comisión de topografía para la marcación de ejes y niveles, movimiento de tierras que contempló la excavación del terreno natural, construcción de cimentaciones tipo

pilotes, figurado y armado de acero, mezcla y vaciado del concreto en obra, instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas. Cabe destacar que cada actividad se ejecutó según el cronograma de obra del proyecto en la etapa de planeación del mismo.

Durante el seguimiento a la ejecución de las actividades anteriormente mencionadas, se realizaron aportes como la verificación de medidas para dar estricto cumplimiento de los diseños especificados en planos, así como el acompañamiento en la toma de muestras de concreto para verificar el procedimiento según la norma técnica colombiana NTC, dichas muestras se toman para la prueba de esfuerzos y asentamientos del concreto, también se llevó a cabo trabajo de oficina con diferentes actividades, tales como cálculos para solicitud de pedidos de materiales, entre otras; así mismo, se llevó el registro fotográfico para anexos.

Con el ánimo de contribuir a la construcción de viviendas dignas en el país, se ejecutó esta pasantía como opción de grado, la cual genera un aporte importante de conocimiento en mi formación profesional como ingeniera civil debido al sistema constructivo usado, el cual hace referencia al vaciado de muros en concreto reforzado, en el presente informe de pasantía se expondrá algunos aspectos técnicos de dicho sistema constructivo.

4 OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar seguimiento constructivo de una torre de cinco pisos con apartamentos de 54 m² de área, en el proyecto de vivienda de interés social, Ciudadela Victoria, ubicado en el municipio de Sopetrán, Antioquia.

4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

Entender el sistema constructivo del proyecto Ciudadela Victoria, con el fin de complementar los conocimientos teóricos adquiridos durante la carrera de ingeniería civil.

Verificar que las especificaciones técnicas de los diseños en planos, se ejecuten sin variaciones en las diferentes actividades de construcción para una torre del proyecto Ciudadela Victoria.

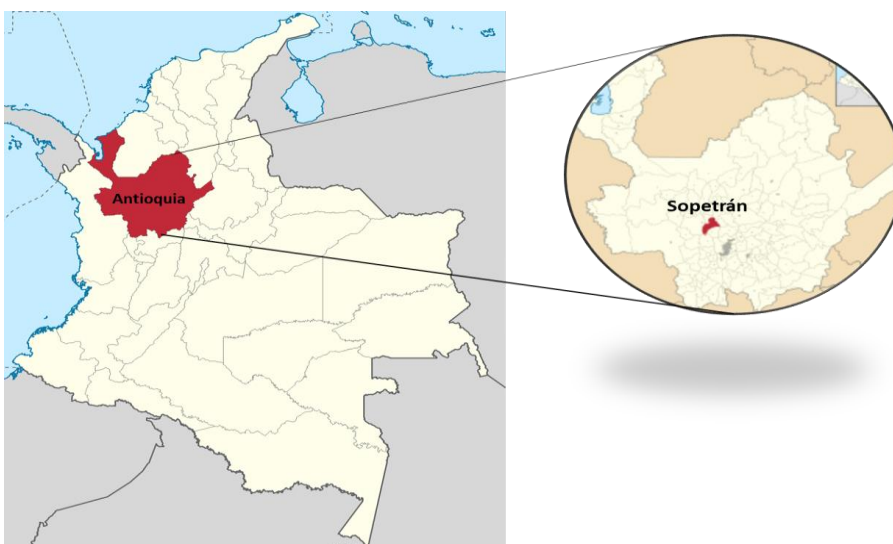
Acompañar el proceso de toma de muestras del concreto, siguiendo las especificaciones de la norma técnica colombiana NTC, para la construcción una torre del proyecto Ciudadela Victoria.

5 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA

5.1 MUNICIPIO DE SOPETRÁN

Sopetrán es un municipio ubicado en la zona occidente del departamento de Antioquia (Fig. 1) a una altura sobre el nivel del mar de 750 m, cuenta con una población aproximada de 15.053 habitantes, distribuidos en población urbana 6522 habitantes y población rural 8531 habitantes [3] según el esquema de ordenamiento territorial del municipio. Este municipio dista de Medellín unos 40 kilómetros del municipio de Medellín y posee una extensión de 223 kilómetros cuadrados [3]. Las principales fuentes que mueven la economía en el municipio son la agricultura (café, maíz y frutales), la ganadería y las artesanías. Algunos sitios de interés ofrecidos por este municipio a los turistas son: a) las ruinas del salado y mirador de peñitas.

Figura 1. Municipio de Sopetrán, departamento de Antioquia.



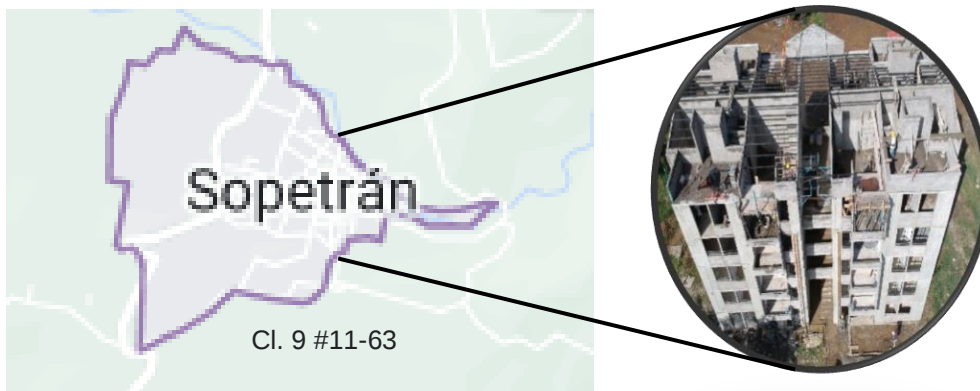
Fuente 1. Autor, uso de Google Maps.

5.2 PROYECTO DE INTERÉS

El proyecto Ciudadela Victoria está enfocado hacia la construcción de vivienda de interés social y se encuentra ubicado en la calle 9 No 11 - 63 en el municipio de Sopetrán (Fig. 2). Este proyecto dará solución de vivienda a 328 familias con la construcción de 15 torres de apartamentos, sin embargo, en la presente pasantía se efectuó el seguimiento a la construcción de una sola torre de apartamentos, la cual consta de cuatro apartamentos por piso, de 54 m² cada uno. La torre de apartamentos ejecutada correspondió a la etapa dos del proyecto, la cual tiene un área total construida de 2.650 m².

Este proyecto se complementa en sus diferentes etapas; las cuales se describen a continuación; 1) la primera etapa, son 14 viviendas unifamiliares, cada una de dos pisos, en total 28 unidades de viviendas; 2) la segunda etapa cuenta con 10 edificios, cada uno con 5 pisos y 4 apartamentos por piso de 54 m² cada uno, para un total de 200 unidades de apartamentos; 3) la tercera etapa cuenta con 5 edificios, cada uno con 5 pisos y 4 apartamentos por piso de 47 m² cada uno, para un total de 100 unidades de apartamentos; 4) además tienes varias zonas de uso común, tales como, las zonas de parqueaderos, piscinas, baños, locales, salón social, plazoletas, parque infantil, zonas verdes, andenes, vías y portería.

Figura 2. Proyecto Ciudadela Victoria, municipio de Sopetrán.



Fuente 2. Autor, uso de Google Maps.

6 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS

6.1 ACTIVIDADES DE OFICINA

6.1.1 Inducción a la Empresa

La pasantía inicio con la presentación el día viernes 11 de noviembre del 2022 en la empresa Arquitectura Sostenible Conexión Verde SAS, en la oficina ubicada en la Carrera 43 B No. 16-95 oficina 1314 en el poblado de Medellín, Antioquia. Lo anterior con el fin de conocer más de la empresa y saber acerca del proyecto donde realizaría la pasantía. En seguida se especificó que el proyecto es en un municipio llamado Sopetrán, ubicado en el departamento Antioquia, a poco más de una hora de Medellín, adicionalmente se brindó por arte de la empresa la inducción de los nuevos empleados, como se muestra en la (Fig.3) de la bitácora correspondiente a la semana 1.

Figura 3. Capacitación de riesgos profesionales.



Fuente 3. Departamento de talento humano AS Conexion Verde SAS.

6.1.2 Sistema Constructivo

Para entender este sistema constructivo, vaciado de muros en concreto reforzado, lo primero que se debe tener claro, es que el concreto reforzado, tal como su nombre lo indica, es la combinación de dos materiales de construcción [3], el *concreto* y el *acero*, quienes comparten diferentes propiedades mecánicas las cuales se fundamentan en, la resistencia del concreto frente a la compresión y la resistencia del acero al ser sometido a tracción; finalmente deben generar adherencia física y química para que se comporten como unidad, la cual surge en el proceso de fraguado [4], debido a que el concreto se contrae reduciendo su volumen y presionando la armadura metálica que tiene corrugación. A causa de la compatibilidad mecánica entre el concreto y el acero los esfuerzos a los que estén sometidos se reparten [5]. Además, otra de las características de estos dos materiales, es que sus coeficientes de dilatación son muy similares por lo que se hacen despreciables las tensiones internas frente a cambios de temperatura [5]; también, el pH alcalino del cemento protege el acero de la corrosión mediante el proceso de pasivación [5].

El concreto puede ser reforzado con barras de acero, malla electrosoldado y fibras. Las barras de acero, son corrugadas y se disponen en filas y columnas, cumpliendo con la separación del diseño estructural. La malla electrosoldada, está formada por varillas finas de acero unidas en los puntos de intersección por soldadura, es prefabricada. Las fibras, son filamentos de grosor determinado, repartidos aleatoriamente en la masa del concreto, pueden ser, fibras de vidrio, acero, polipropileno, entre otras. En el sistema constructivo implementado en el proyecto Ciudadela Victoria, se reforzó el concreto con barras de acero, de los siguientes diámetros, acero de 1/4" para muros, acero 5/8" para las pilas de cimentación, acero 5/8" para las vigas de fundación, acero de 1/4" y 3/4" para las losas y acero de 1/4" para la zona de terrazas y escaleras.

El concreto cuenta con una característica mecánica principal de acuerdo con Carrillo et. al., 2012 [5] que es la resistencia a la compresión simple (f'_c), que se define como la capacidad de soportar una carga por unidad de área expresada en unidades de esfuerzo, tales como, Kg/cm², MPa o Lb/in². Se mide la resistencia del concreto a una edad de 28 días, debido a que alcanza la máxima resistencia, pero dependiendo si tiene algún aditivo acelerante o retardante del proceso de fraguado la edad en que el concreto alcanza su resistencia máxima varia, de igual manera el contenido de cemento en la mezcla está relacionado directamente con la resistencia del concreto. La resistencia a la compresión simple (f'_c) del concreto exigida en el diseño estructural del proyecto Ciudadela Victoria, es la siguiente: para pilas, vigas de fundación, muros y losas, de 3000 PSI que equivale a 21 MPa o 210 Kg/cm²; en la zona de terrazas es de 4000 PSI que equivale a 28 MPa o 280 Kg/cm². Cabe

resaltar, que el tamaño del agregado del concreto influye en su resistencia [6], generalmente, estas dos variables son inversamente proporcionales, entre menor sea el tamaño del agregado mayor es la eficiencia que desarrolla el cemento y por lo tanto mayor es la resistencia del concreto.

El fraguado del concreto también influye en su resistencia según Mc.Cormac, 2006 [7], es el proceso de endurecimiento y pérdida de plasticidad del concreto, que se produce por la disecación y plastificación de los hidróxidos metálicos que surgieron de la reacción química entre el agua y los óxidos metálicos presentes en el Clinker del cemento [8]. También, como específica Plata, 2000, se debe controlar la pérdida de agua del concreto mediante el proceso de curado, para que alcance la resistencia adecuada [8].

En el proyecto Ciudadela Victoria se llevó a cabo el sistema constructivo vaciado de muros de concreto reforzado. A diferencia del sistema constructivo tradicional, sistema de pórtico, el cual se fundamenta en el uso de columnas, losas y muros divisorios en ladrillo. El sistema constructivo de vaciado de muros en concreto reforzado, se enfoca en los muros debido a que soportan todo el peso de la edificación [9]. Todos los sistemas constructivos se diseñan para resistir grandes demandas sísmicas, según el reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10.

En el diseño estructural, de acuerdo con Mallorca et. al., 2001 [10], es necesario contar con datos específicos del proyecto, en este caso, los datos que se tuvieron en cuenta para el diseño estructural de las torres fueron los siguientes:

- Carga muerta (D): peso propio.
- Carga viva (L): 180 Kg/cm²; 50 Kg/cm² en cubierta.
- Nivel de amenaza sísmica: intermedio.
- Capacidad de disipación de energía: DMO (moderada).
- Grupo de uso: I (coeficiente de importancia 1).
- Perfil del suelo: tipo C.
- Velocidad horizontal efectiva: 0.20
- Coeficiente de amplificación: Fa 1.20 y Fv 1.60

Cabe resaltar que lo anterior se menciona para dar conocimiento de los datos empleados, sin embargo, pertenece al diseño estructural del sistema constructivo y no es tema de estudio en este informe de pasantía.

Los pasos que se llevaron a cabo para la construcción de una torre de apartamentos tipo VIS, en el proyecto Ciudadela Victoria, con este sistema constructivo de vaciado de muros en concreto reforzado, fueron los siguientes:

1. Explanación para nivelación del terreno;
2. Excavación para armado y fundida de pilotes;
3. Armado de vigas de cimentación;
4. Excavación, ubicación y fijado de tubería hidrosanitaria;
5. Armado de muros;
6. Fundida de vigas de cimentación;
7. Relleno para mejoramiento de suelo;
8. Ubicación y fijado de tubería eléctrica;
9. Armado y fundida para losa de cimentación;
10. Fundida para muros;
11. Armado para losas de entepiso;
12. Ubicación y fijado de tubería eléctrica y sanitaria;
13. Fundida para losas de entepiso;
14. Armado y fundida de escaleras;
15. Instalación de mampostería estructural en zona de terrazas;
16. Instalación de estructura metálica de soporte para cubierta;
17. Instalación de cubierta en teja termoacústica.

Nota: los pasos del 10 al 14 se repiten consecutivamente.

A continuación, se representan a través de imágenes, los pasos anteriormente mencionados tomando como fuente, Técnicas de construcción industrializada [9].

Figura 4. Encofrado de muros.



Fuente 4. Plata, 2000.

Figura 5. Fundida de muros.



Fuente 5. Autor

Figura 6. Desencofrado de muros.



Fuente 6. Autor

Figura 7. Fundición de placas.



Fuente 7. Autor.

En la actualidad el sistema constructivo de vaciado de muros en concreto reforzado, es frecuentemente utilizado no solamente en viviendas tipo VIS, si no en cualquier tipo de edificación [11 y 12], algunas de las razones, comparando el sistema tradicional o aporticado y el sistema de vaciado de concreto, son las siguientes:

- Tanto el sistema de vaciado como el sistema tradicional deben cumplir con la normativa sismo resistente, por lo que se convierten ambos en lugares seguros.
- El sistema de vaciado presenta mayor optimización en el tiempo de construcción, lo que mejora su economía, optimizando los costos, comparando con el sistema tradicional.
- Los muros del sistema tradicional, mantienen baja temperatura al interior de la edificación, mientras que los muros del sistema de vaciado aumentan o disminuyen la temperatura interna de la edificación dependiendo de la temperatura externa que reciban.
- El sistema constructivo de vaciado, es un proceso de mayor industrialización que el sistema tradicional, por esta razón se incrementa la productividad.
- El desempeño en las construcciones en altura es mejor en el sistema de vaciado en comparación con el sistema tradicional.
- Los costos de materiales son menores en el sistema de vaciado, porque no se usa mampostería como en el sistema tradicional.
- Las construcciones del sistema de vaciado, poseen alto grado de durabilidad porque requieren de menor mantenimiento que las edificaciones del sistema tradicional.
- Presentan alto grado de resistencia al fuego las estructuras del sistema de vaciado, ya que el concreto no genera conductividad comparado con la mampostería.

Pero, además, algunas deficiencias del sistema constructivo de vaciado frente al sistema constructivo tradicional [11 y 12], son las siguientes:

- El sistema de vaciado no permite hacer ninguna modificación interna a tus espacios debido a que todos los muros son estructurales, mientras que el sistema tradicional, al tener muros en mampostería, se pueden mover o tumbar sin afectar la estructura.
- El sistema tradicional, usando la mampostería, aísla de efectivamente el ruido entre los espacios.
- Aumenta el peso de la construcción en el sistema de vaciado comparado con el sistema tradicional.
- Debido a que en ocasiones el espesor de muros del sistema de vaciado es delgado, puede presentar complicaciones en la instalación de la red sanitaria.

6.1.3 Planos de Diseño Arquitectónico y Estructural

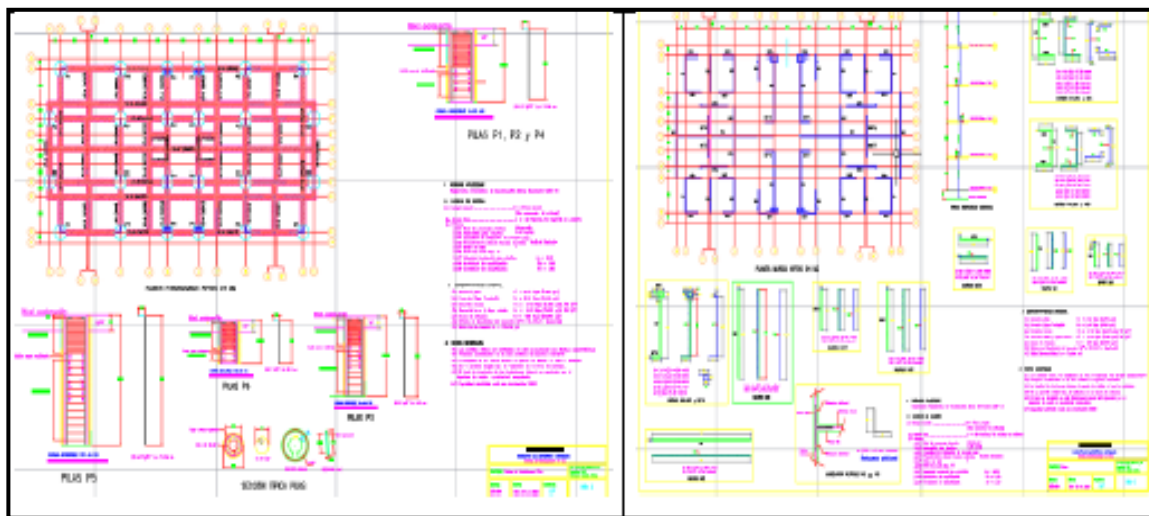
Se presentaron los planos del proyecto, brindando la mayor claridad posible con el fin de dar una correcta interpretación a los mismos, como se evidencia a continuación, en la (Fig.8) se muestra el plano arquitectónico, en la (Fig.9) se muestra el diseño estructural de pilas y vigas de cimentación, en la (Fig.10) se muestra el diseño estructural de vigas de amarre y también, en la (Fig.11) se ve el diseño estructural de losas y cubiertas.

Figura 3. Diseño arquitectónico.



Fuente 3. AS Conexión Verde SAS

Figura 4. Diseño estructural de pilas y vigas de cimentación.



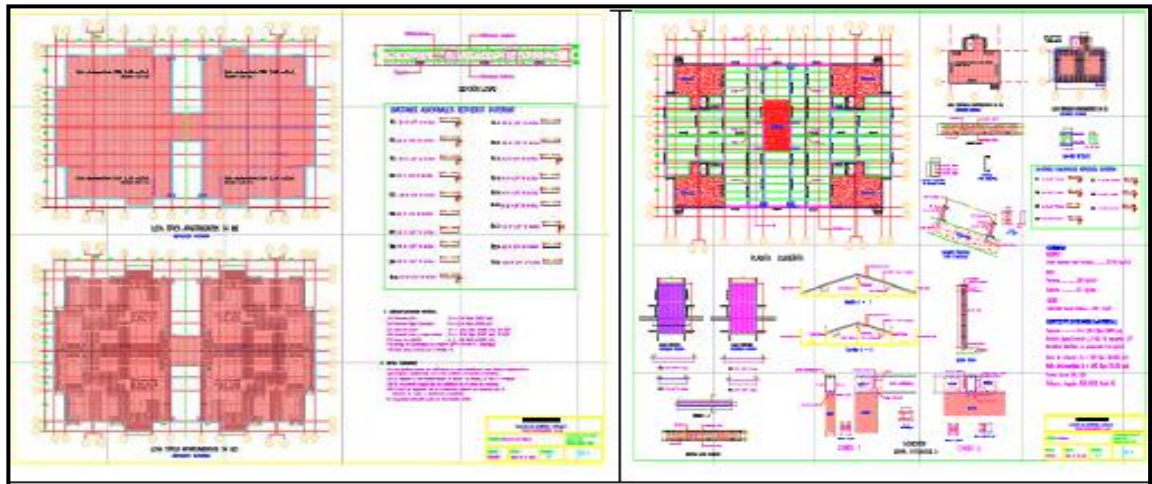
Fuente 9. A.S. Conexión Verde SAS

Figura 5. Diseño estructural de vigas de amarre.



Fuente 10. A.S. Conexión Verde SAS

Figura 6. Diseño estructural de losas y cubiertas.



Fuente 11. A.S. Conexión Verde SAS

6.1.4 Memoria de Cálculo del Diseño Estructural

Se manipuló la memoria de cálculo del proyecto ciudadela victoria (Fig.12), el cual contiene el diseño para la torre de 47 m² y 54 m², se trató de leer y entender, sin embargo, era muy extensa la cantidad de cálculos que contenía por lo que no fue posible su interpretación.

Figura 7. Memorias de cálculos.



Fuente 12. A.S. Conexión Verde SAS

6.1.5 Presupuesto del proyecto

Se compartió, el presupuesto del proyecto en las diferentes etapas, el presupuesto para las torres de 47 m2 y 54 m2 con el fin de observarlo, la actividad que se realizó frente a ellos, fue cambiar el formato de los presupuestos en Excel, ver (Fig.13).

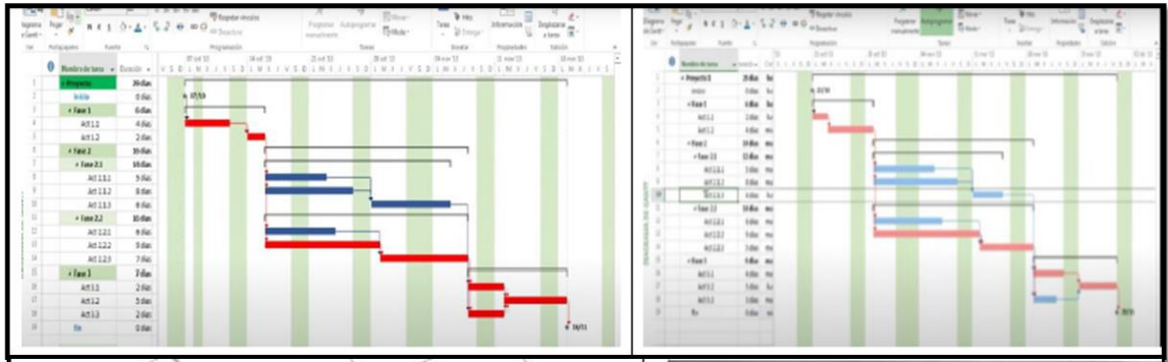
Figura 8. Presupuesto.

EVIDENCIAS RELEVANTES (Relación de fotos, videos, cartillas, actas, exaltaciones entre otros, que se adjuntarán al informe final)									
PRESUPUESTO POR CAPÍTULOS									
Capítulo	Nombre	Presupuesto	Unidad	Presupuesto	Unidad	Presupuesto	Unidad	Presupuesto	Unidad
1	PRELIMINARES Y PRELIMINARES	15,422,432	1.00%	15,422,432	1.00%	15,422,432	1.00%	15,422,432	1.00%
2	MANTENIMIENTO DE TIERRAS	70,448,247	9.00%	70,448,247	9.00%	70,448,247	9.00%	70,448,247	9.00%
3	CONSTRUCCIÓN DE OBRAS	466,233,823	24.70%	466,233,823	24.70%	466,233,823	24.70%	466,233,823	24.70%
4	RECONSTRUCCIÓN DE OBRAS	18,038,200	6.00%	18,038,200	6.00%	18,038,200	6.00%	18,038,200	6.00%
5	RECONSTRUCCIÓN DE OBRAS	10,049,473	0.00%	10,049,473	0.00%	10,049,473	0.00%	10,049,473	0.00%
6	RECONSTRUCCIÓN DE OBRAS	76,087,261	9.00%	76,087,261	9.00%	76,087,261	9.00%	76,087,261	9.00%
7	RECONSTRUCCIÓN DE OBRAS	3,200,000	3.00%	3,200,000	3.00%	3,200,000	3.00%	3,200,000	3.00%
8	RECONSTRUCCIÓN DE OBRAS	3,200,000	3.00%	3,200,000	3.00%	3,200,000	3.00%	3,200,000	3.00%
9	RECONSTRUCCIÓN DE OBRAS	12,000,000	1.00%	12,000,000	1.00%	12,000,000	1.00%	12,000,000	1.00%
10	RECONSTRUCCIÓN DE OBRAS	12,000,000	1.00%	12,000,000	1.00%	12,000,000	1.00%	12,000,000	1.00%
11	RECONSTRUCCIÓN DE OBRAS	12,000,000	1.00%	12,000,000	1.00%	12,000,000	1.00%	12,000,000	1.00%
12	RECONSTRUCCIÓN DE OBRAS	12,000,000	1.00%	12,000,000	1.00%	12,000,000	1.00%	12,000,000	1.00%
13	RECONSTRUCCIÓN DE OBRAS	12,000,000	1.00%	12,000,000	1.00%	12,000,000	1.00%	12,000,000	1.00%
14	RECONSTRUCCIÓN DE OBRAS	12,000,000	1.00%	12,000,000	1.00%	12,000,000	1.00%	12,000,000	1.00%
15	RECONSTRUCCIÓN DE OBRAS	12,000,000	1.00%	12,000,000	1.00%	12,000,000	1.00%	12,000,000	1.00%
16	RECONSTRUCCIÓN DE OBRAS	12,000,000	1.00%	12,000,000	1.00%	12,000,000	1.00%	12,000,000	1.00%
17	RECONSTRUCCIÓN DE OBRAS	12,000,000	1.00%	12,000,000	1.00%	12,000,000	1.00%	12,000,000	1.00%
18	RECONSTRUCCIÓN DE OBRAS	12,000,000	1.00%	12,000,000	1.00%	12,000,000	1.00%	12,000,000	1.00%
19	RECONSTRUCCIÓN DE OBRAS	12,000,000	1.00%	12,000,000	1.00%	12,000,000	1.00%	12,000,000	1.00%
20	RECONSTRUCCIÓN DE OBRAS	12,000,000	1.00%	12,000,000	1.00%	12,000,000	1.00%	12,000,000	1.00%
21	RECONSTRUCCIÓN DE OBRAS	12,000,000	1.00%	12,000,000	1.00%	12,000,000	1.00%	12,000,000	1.00%
22	RECONSTRUCCIÓN DE OBRAS	12,000,000	1.00%	12,000,000	1.00%	12,000,000	1.00%	12,000,000	1.00%
23	RECONSTRUCCIÓN DE OBRAS	12,000,000	1.00%	12,000,000	1.00%	12,000,000	1.00%	12,000,000	1.00%
24	RECONSTRUCCIÓN DE OBRAS	12,000,000	1.00%	12,000,000	1.00%	12,000,000	1.00%	12,000,000	1.00%
25	RECONSTRUCCIÓN DE OBRAS	12,000,000	1.00%	12,000,000	1.00%	12,000,000	1.00%	12,000,000	1.00%
26	RECONSTRUCCIÓN DE OBRAS	12,000,000	1.00%	12,000,000	1.00%	12,000,000	1.00%	12,000,000	1.00%
27	RECONSTRUCCIÓN DE OBRAS	12,000,000	1.00%	12,000,000	1.00%	12,000,000	1.00%	12,000,000	1.00%
28	RECONSTRUCCIÓN DE OBRAS	12,000,000	1.00%	12,000,000	1.00%	12,000,000	1.00%	12,000,000	1.00%
29	RECONSTRUCCIÓN DE OBRAS	12,000,000	1.00%	12,000,000	1.00%	12,000,000	1.00%	12,000,000	1.00%
30	RECONSTRUCCIÓN DE OBRAS	12,000,000	1.00%	12,000,000	1.00%	12,000,000	1.00%	12,000,000	1.00%
31	RECONSTRUCCIÓN DE OBRAS	12,000,000	1.00%	12,000,000	1.00%	12,000,000	1.00%	12,000,0	

Fuente 13. A.S. Conexión Verde SAS

Adicionalmente, se solicitó, realizar a modo de práctica el cronograma de actividades para los primeros dos ítems del presupuesto ver (Fig.14), una vez revisados por el ingeniero encargado, se compartió con la pasante, el cronograma de actividades del proyecto en el cual se pudo analizar los tiempos de ejecución de las diferentes actividades.

Figura 9. Cronograma de actividades.



Fuente 14. A.S. Conexión Verde SAS

6.1.6 Pedidos de Material

En las actividades de oficina realizadas, se monta el pedido de acero con el proveedor G&J, como evidencia la (Fig.15).

Figura 10. Pedido de acero.

		25	#4	1.50	37.5
		42	#3	1.76	41.4

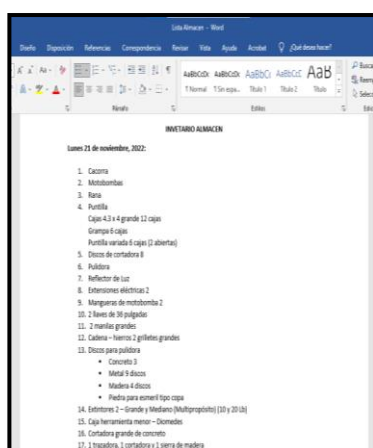
Fuente 15. Autor

Adicionalmente, se realizó el pedido de cantera para los materiales correspondientes a la mezcla de concreto, como es arena o mixto, cemento Argos y grava. Estos materiales llegaron a obra y a modo de aporte importante, sugirió y dispuso de un lugar más cercana al sitio de uso de los mismos, cambiando el lugar establecido al inicio del proyecto.

6.1.7 Listas de Materiales y Equipos

Otra de la actividad de oficina que correspondió desarrollar fue la lista de remisión, de material y de equipos que llegaran a la obra, ver (Fig.16). Lo anterior con el fin de llevar registro riguroso de lo que se tiene contrastar con la lista que envían con lo que llega.

Figura 11. Lista de materiales.

	17. 1 trazadora, 1 cortadora y 1 sierra de madera 18. 1 trazadora de acero 19. Bomba sumergible 20. Barras 2 21. Bomba para tanqueo – Gasolina 22. Dos grilletas pequeñas con guaya 23. 2 llaves de tubo 24. Jalador – Tensionado 25. Flejadora 26. Palas puntudas (redondas) 18 27. Palas cuadradas 5 con cabo plástico y 1 con cabo de madera 28. Picas 2 con cabo de madera 29. Puntas 3 30. Punteros 40 31. Palín 1 32. Almaenas – Mazos 4 33. Cabos de pica en madera 7 34. Perros 2 para doblar acero	<table><tr><th>DESCRIPCION</th><th>UNID.</th><th>CANTIDAD</th></tr><tr><td rowspan="4">TABLEROS</td><td>15x120</td><td>60</td></tr><tr><td>25x120</td><td>40</td></tr><tr><td>40x120</td><td>85</td></tr><tr><td>60x120</td><td>150</td></tr><tr><td colspan="2">CHAPETAS</td><td>300</td><td>300</td></tr><tr><td rowspan="2">ALINEADORES</td><td>LARGOS</td><td>35</td><td rowspan="2">100</td></tr><tr><td>CORTOS</td><td>65</td></tr><tr><td colspan="2">TENSORES</td><td>250</td><td>250</td></tr><tr><td rowspan="2">PARALES</td><td>150</td><td>45</td><td rowspan="2">75</td></tr><tr><td>300</td><td>30</td></tr><tr><td rowspan="2">CERCHAS</td><td>200</td><td>25</td><td rowspan="2">40</td></tr><tr><td>300</td><td>15</td></tr><tr><td colspan="2">ANGULOS</td><td>120</td><td>120</td></tr></table>	DESCRIPCION	UNID.	CANTIDAD	TABLEROS	15x120	60	25x120	40	40x120	85	60x120	150	CHAPETAS		300	300	ALINEADORES	LARGOS	35	100	CORTOS	65	TENSORES		250	250	PARALES	150	45	75	300	30	CERCHAS	200	25	40	300	15	ANGULOS		120	120
DESCRIPCION	UNID.	CANTIDAD																																										
TABLEROS	15x120	60																																										
	25x120	40																																										
	40x120	85																																										
	60x120	150																																										
CHAPETAS		300	300																																									
ALINEADORES	LARGOS	35	100																																									
	CORTOS	65																																										
TENSORES		250	250																																									
PARALES	150	45	75																																									
	300	30																																										
CERCHAS	200	25	40																																									
	300	15																																										
ANGULOS		120	120																																									

Fuente 16. Autor.

A modo de anécdota, en la primera lista de envío de equipo a la obra, estaba contemplada una motobomba de agua y en la lista de ingreso no aparecía, por lo que se corroboró la información con la persona encargada del envío y efectivamente no fue deslizada la motobomba a la obra. Haciendo esta salvedad se puede evitar inconvenientes.

De igual manera, se evitó la pérdida de varias cerchas del alquiler de la formaleta metálica, gracias a que se tenía el registro de su entrega, con fecha y firma.

6.2 ACTIVIDADES DE CAMPO

6.2.1 Organización del Campamento

La primera actividad realizada fue la ubicación del campamento y del almacén de obra con los materiales enviados en la remisión, tal como se muestra en (Fig. 17).

Figura 12. Zona de campamento.



Fuente 17. Autor

También se colocaron letreros de señalización y se marcó con cinta amarilla la ubicación de la torre a construir y el sector donde se realizará la actividad de excavación, ver (Fig.18).

Figura 13. Demarcación de la zona a explicar.



Fuente 18. Autor

6.2.2 Explanación del Terreno

La siguiente actividad desarrollada fue la explanación del terreno como se evidencia en la (Fig.19) usando maquinaria pesada. En dicha actividad se hizo un acompañamiento visual.

Figura 14. Explanación del terreno.



Fuente 19. Autor

6.2.3 Excavación para Pilas de Cementación

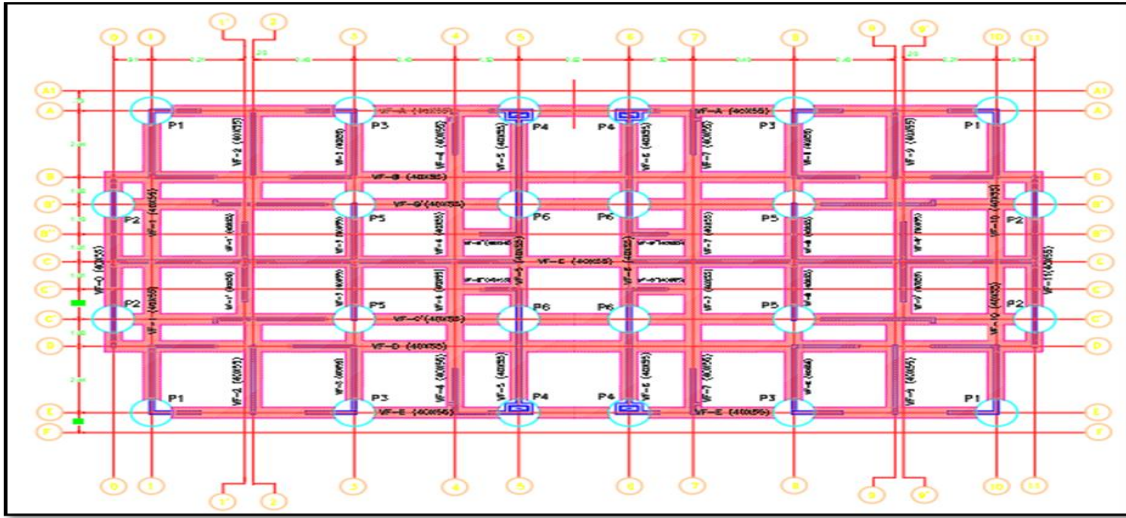
Una vez terminadas las actividades de explanación del terreno, se iniciaron las labores de excavación para las pilas de cimentación de la torre, (Fig. 20), teniendo en cuenta que en los diseños estructurales existen cuatro especificaciones diferentes para las pilas de cimentación y en total se ubican 24 pilas para las torres con apartamentos de 54 m² tal como se evidencia en la (Fig. 21), la labor fue verificar los planos y estar en obra para dar correctas indicaciones sobre los diseños.

Figura 15. Excavación, pilas de cimentación.



Fuente 20. Autor

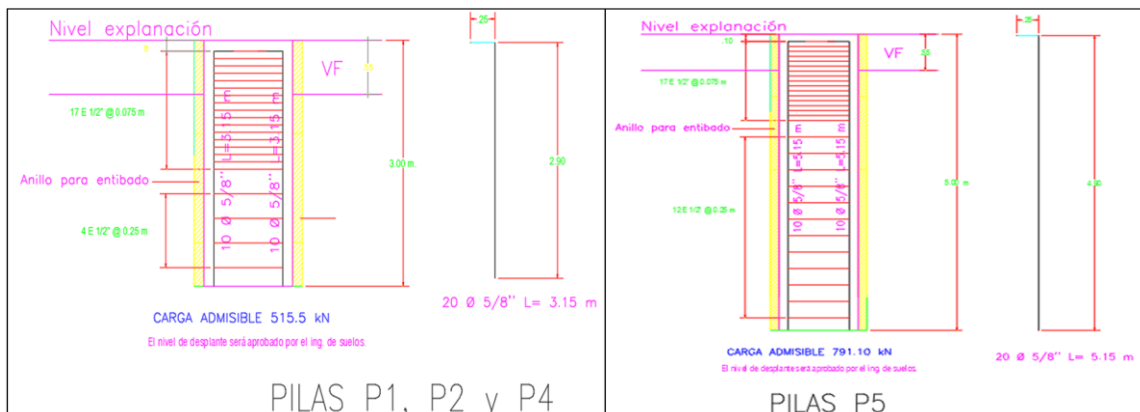
Figura 16. Pilas de cimentación, diseño estructural.



Fuente 21. A.S. Conexión Verde SAS

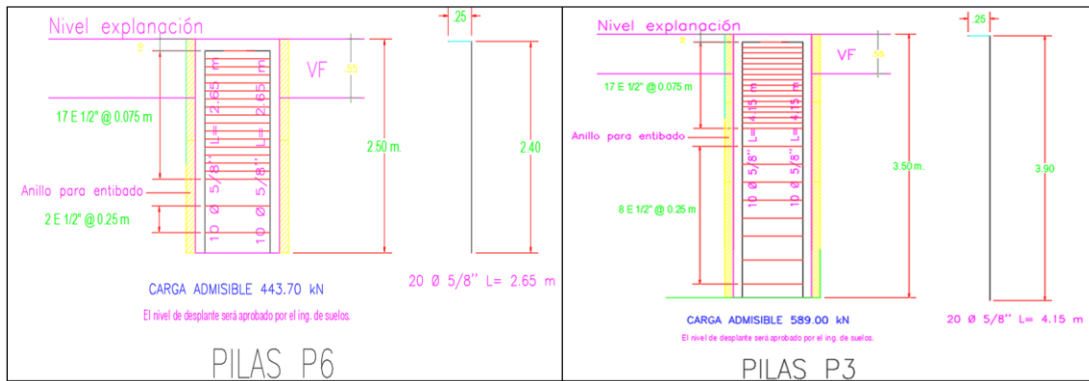
A continuación, se muestran las especificaciones puntuales para cada uno de los diseños de las pilas de cimentación según los planos, y de acuerdo con ello se verificó que en obra no presentará variación. En esta actividad se realizó como aporte importante, la verificación del espaciado del refuerzo longitudinal y transversal según el diseño de las figuras (Fig. 22, 23 y 24).

Figura 17. Diseño estructural, pilas de cimentación, P1, P2, P4 y P5.



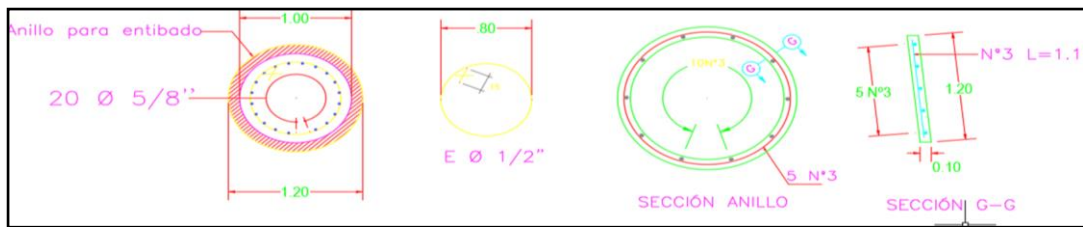
Fuente 22. A.S. Conexión Verde SAS

Figura 18. Diseño estructural, pilas de cimentación, P6 y P3.



Fuente 23. A.S. Conexión Verde SAS

Figura 19. Diseño estructural, sección típica, pilas de cimentación.



Fuente 24. A.S. Conexión Verde SAS

Finalmente, se da por terminada la actividad de excavación de las pilas de cimentación como muestra la (Fig. 25).

Figura 20. Finaliza la actividad de excavación, pilas de cimentación.



Fuente 25. Autor

6.2.4 Armado y Vaciado - Pilas de Cimentación

Se empezó a figurar y amarrar el acero de refuerzo para las pilas de cimentación, como se muestra en la (Fig. 26). Donde se verifican las especificaciones del acero en planos y en este caso, se tiene acero de diámetro $\frac{5}{8}$ " y de $\frac{1}{2}$ ".

Figura 21. Figurado y armado de acero, pilas de cimentación.



Fuente 26. Autor

A continuación, se dio inicio a la actividad de vaciado del concreto, la mezcla realizada en obra debe alcanzar una resistencia de 3000 PSI según lo sugerido en el diseño estructural y en el diseño de mezcla. (mezcla 1:2:3) que corresponde a 350 kg de cemento gris, 0.56 m^3 de arena o de mixto, 0.94 m^3 de triturado y 175 L de agua, la cual se llevó a cabo en obra. La actividad realizada fue el acompañamiento en el vibrado del concreto como se evidencia en la (Fig. 27).

Figura 22. Mezclado y vaciado del concreto, pilas de cimentación.



Fuente 27. Autor

Adicionalmente, se realizó un acompañamiento técnico para la prueba de consistencia del concreto en el cono slump; también, se llevó a cabo la toma de muestras de concreto en cilindros, para posterior ensayo de laboratorio de la resistencia a la compresión, en este proceso se llevó el registro fotográfico como se evidencia en la (Fig. 28).

Figura 23. Ensayo y muestreo del concreto, pilas de cimentación.



Fuente 28. Autor

6.2.5 Instalación de Tubería Hidrosanitaria

A continuación, se desarrollan actividades relacionadas con la instalación de tubería hidrosanitaria, por lo tanto, se hace excavación manual para colocar la tubería en su lugar, según las especificaciones de los planos hidráulicos del proyecto, este proceso se evidencia en la (Fig. 29). Donde se verificó que en la excavación realizada no quedaran residuos junto a la tubería, por lo tanto, fue necesaria la inspección visual antes de cubrir la tubería.

Figura 24. Instalación de tubería hidrosanitaria.



Fuente 29. Autor

6.2.6 Figurado y Armado - Vigas de Fundación

En paralelo se realiza la actividad de figurado y armado del acero correspondiente a las vigas de cimentación como muestra la (Fig. 30) esta actividad se hace según las especificaciones del diseño estructural para torres de 54 m² siguiendo lineamientos de la norma sísmica colombiana NSR-10 para este tipo de sistema constructivo, según muestran los planos. En dicha actividad se verificó el número de flejes y el espaciamiento entre ellos según los planos y garantizó que no presentaran ningún tipo de variación en cuanto a lo ejecutado en obra.

Figura 25. Armado de acero, vigas de cimentación.



Fuente 30. Autor

6.2.7 Figurado y Armado del Refuerzo para Muros

Finalizan las dos actividades mencionadas anteriormente, dando apertura a la actividad de figurado y armado del acero de refuerzo para los muros del primer piso, primero se hace el amarre del acero longitudinal a las vigas de cimentación como lo muestra la (Fig. 31), luego se fija el acero de refuerzo transversal, tal como se evidencia en la (Fig. 32), cabe resaltar que la labor ejecutada en dicha actividad fue estar presente en el desarrollo del armado del acero de diámetro de $\frac{1}{4}$ ", realizando la verificación de la medida de separación entre barras de refuerzo longitudinal y transversal, la cual debía ser de 0.13 m, formando un cuadrado entre las barras.

Adicionalmente se corroboró por medio de inserción visual que todos los nodos de esta malla estuvieran amarrados con alambre, en dicha inserción varios nodos tuvieron que ser fijados, siendo este un aporte relevante.

Figura 26. Amarre del acero longitudinal de muros.



Fuente 31. Autor

Figura 27. Amarre del acero transversal de muros.



Fuente 32. Autor

6.2.8 Vaciado para Vigas de Fundación

Inicia la preparación para ejecutar la actividad de mezclado y vaciado de las vigas de cimentación, se procede a colocar, alinear y fijar la formaleta metálica y de madera, como se muestra en la (Fig. 33), se pidió en varias ocasiones la verificación del alineamiento con la plomada y el nivel evitando inclinaciones.

Figura 28. Encofrado, vigas de cimentación.



Fuente 33. Autor

En seguida, se inicia el proceso de mezclado del concreto, el cual debía cumplir con la resistencia del diseño de mezcla que es de 3000 PSI, teniendo en cuenta que para toda la torre se maneja la misma resistencia del concreto. La actividad realizada fue el acompañamiento en el vibrado del concreto, tal como se evidencia en la (Fig. 34).

Figura 29. Mezclado y vaciado del concreto, vigas de cimentación.



Fuente 34. Autor

Adicionalmente se realizó el acompañamiento en la toma de muestras para la prueba de resistencia a la compresión simple; también para la prueba de consistencia, la cual fue ejecutada en campo como muestra la (Fig. 35) usando el cono slump, de esta manera se garantizó el cumplimiento a las especificaciones de la norma técnica colombiana NTC [2,3].

Figura 30. Ensayo y muestreo del concreto, vigas de cimentación.



Fuente 35. Autor

6.2.9 Instalación de la Tubería Eléctrica

Una vez están listas las vigas de cimentación, se hace la nivelación del terreno, con el fin de colocar y fijar la tubería eléctrica tanto en la superficie del terreno o en la zona de la placa de piso, como en la malla de refuerzo de los muros, tal como muestra en la (Fig. 36), esta ubicación se verifica según los planos eléctricos, donde se realizó el acompañamiento en esta actividad contrastando la ubicación de la tubería en campo con los planos y también se tomó registro fotográfico. Cabe resaltar, que la malla de acero de refuerzo correspondiente a la placa de piso también es instalada, con las especificaciones de acero de $\frac{1}{4}$ " cada 0.15 m de separación en ambos sentidos.

Figura 31. Ubicación y fijado, tubería eléctrica.



Fuente 36. Autor

6.2.10 Vaciado para Losa de Piso

Anteriormente se ha mencionado el proceso, la resistencia que el concreto debe alcanzar es de 3000 PSI, implementando el mismo diseño de mezcla y se toman los mismos ensayos al concreto. En este caso, la (Fig. 37) muestra evidencia del proceso llevado a cabo. Adicionalmente se ejecuta el mismo proceso de acompañamiento cada vez que se repite la actividad de vaciado de concreto.

Figura 32. Mezclado y vaciado del concreto, losa de piso.



Fuente 37. Autor

6.2.11 Vaciado de Muros

Inicialmente se procede a colocar, alinear y fijar la formaleta metálica según la (Fig. 38), luego se mezcla y vacía el concreto en los muros como muestra la (Fig. 39), adicionalmente se llevó a cabo las siguientes actividades durante la ejecución de este ítem: a) se verificó el alineamiento de la formaleta; b) se hizo acompañamiento en el proceso de vibrado de la mezcla; c) se verificó el proceso de toma de muestras.

Figura 33. Encofrado de muros.



Fuente 38. Autor

Figura 34. Mezclado y vaciado del concreto en muros.



Fuente 39. Autor

El proceso de desencofrado de los muros se muestra a continuación en la (Fig. 40), donde se supervisó que este proceso se realizara cuidadosamente para evitar lastimar las esquinas de los muros.

Figura 35. Desencofrado en muros.

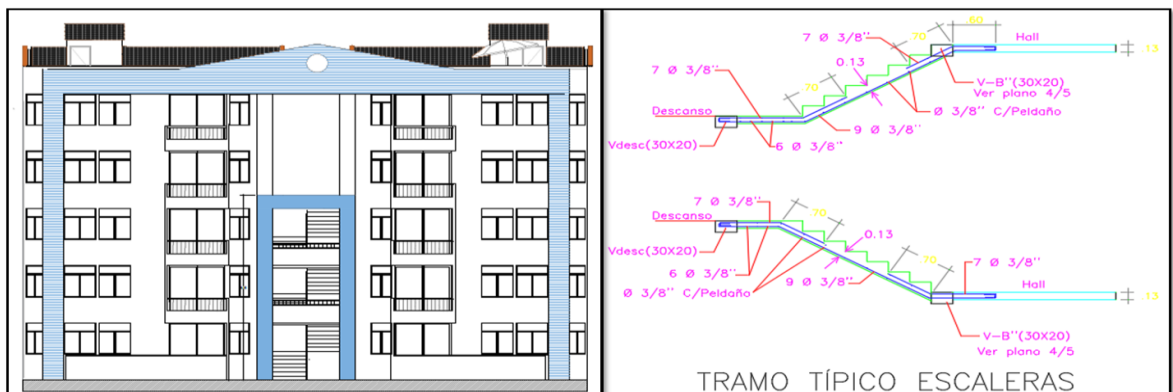


Fuente 40. Autor

6.2.12 Armado y Vaciado - Escaleras

La zona de escaleras se dispone según la especificación de los planos arquitectónicos y estructurales del proyecto, como se muestra en la (Fig. 41), donde se observa que el acero de refuerzo corresponde a barras de $\frac{3}{8}$ " y la resistencia del concreto sigue siendo de 3000 PSI.

Figura 36. Diseño de escaleras en planos.

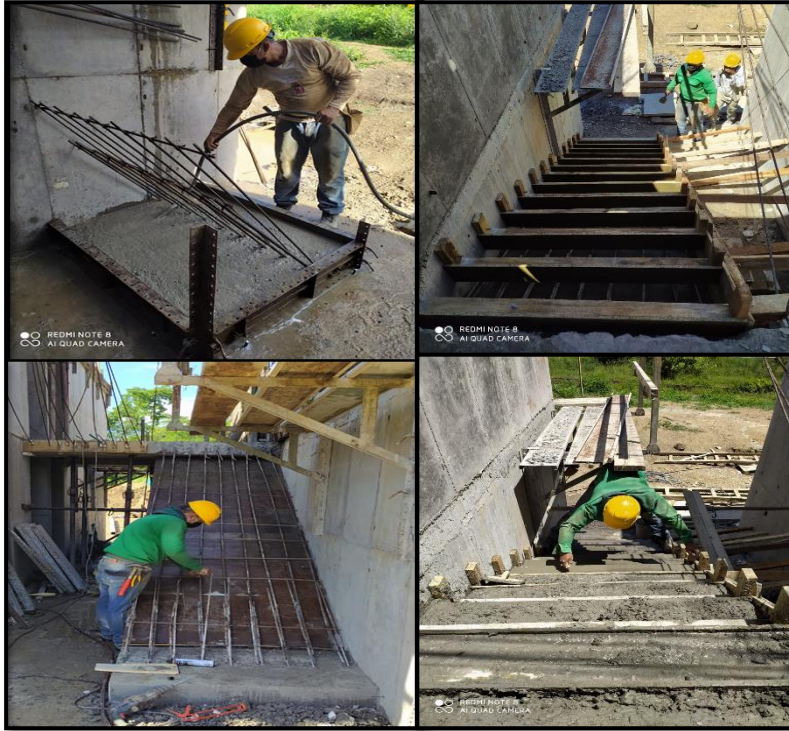


Fuente 41. A.S. Conexión Verde SAS

El proceso constructivo para las escaleras se divide en figurado y armado del acero de refuerzo, así como, la instalación de formaleta y finalmente el vaciado del concreto al cual se le realiza prueba de asentamiento y ensayo de esfuerzos. La

instalación del acero y el vaciado del concreto se representa en la (Fig. 42) en donde se estuvo presente para verificar el diámetro del acero implementado y la cantidad de escalones por piso según el diseño, que corresponde a 14, así como el acabado del mismo, procurando que no se lastimaran los filos de las escaleras en el proceso de desencofrado.

Figura 37. Armado de acero y vaciado de concreto en escaleras.



Fuente 42. Autor

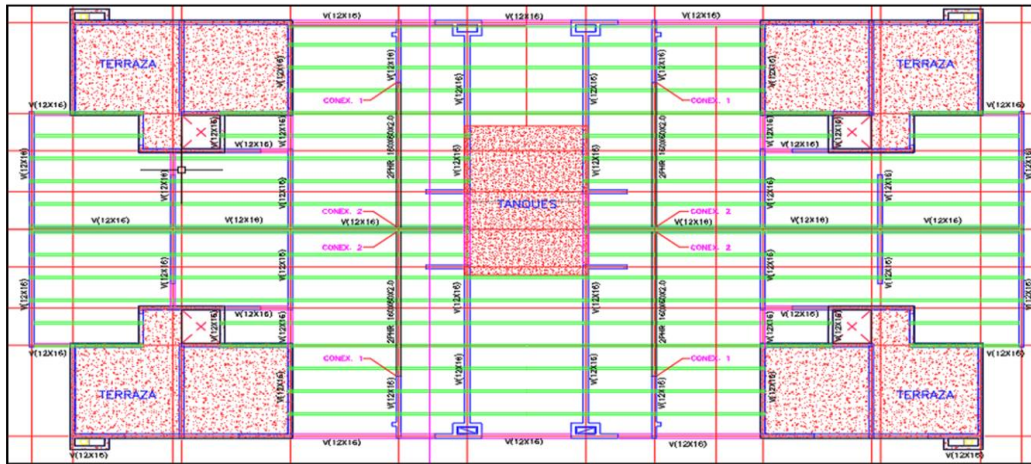
6.2.13 Construcción Hasta el Piso 5

Los pasos del proceso constructivo descritos anteriormente para el piso 1, se repitieron para los demás pisos de la torre hasta llegar al piso 5. Estos pasos se resumen a continuación: a) acero de refuerzo para placa de entrepiso de $\frac{1}{4}$ " y malla con separación en ambos sentidos de 0.15 m; b) adicionalmente instalación de tubería eléctrica e hidrosanitaria; c) fundida de placa de entrepiso; d) acero de refuerzo para muros de $\frac{1}{4}$ " y malla con separación en ambos sentidos de 0.13 m; e) adicionalmente instalación de tubería eléctrica e hidrosanitaria; f) fundida de muros. Finalmente, sobre el piso 5 se realiza zona de cubierta y zona de terrazas y tanques, por lo que este procedimiento se especifica a continuación.

6.2.14 Losas de Terrazas y Tanques

En el piso 5 se presenta algunas zonas de placa que hacen referencia a las terrazas compartidas y los tanques, como se muestra en los planos en la (Fig. 43) en color rojo.

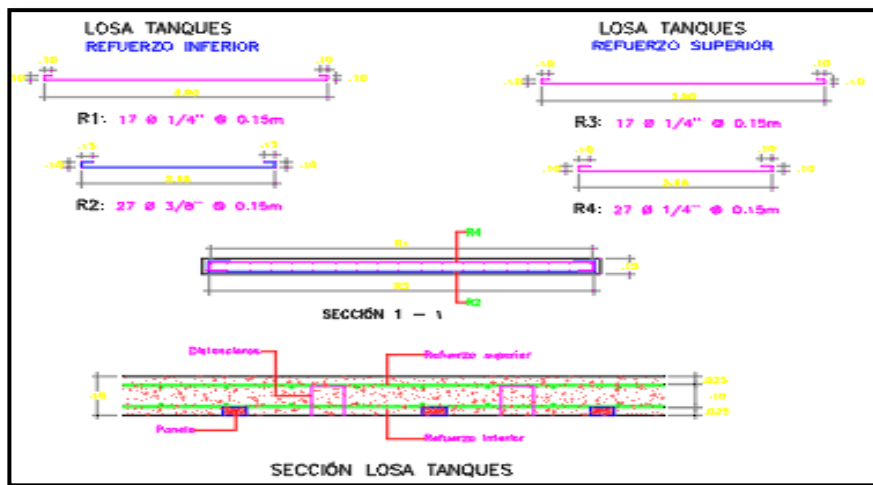
Figura 38. Plano de terrazas y cubierta.



Fuente 43. A.S. Conexión Verde SAS

Para la zona de terrazas se especifica en el diseño estructural, el uso de una malla electrosoldada D188, alambre de 6mm, también se especifica en planos su sección transversal, como se observa en la (Fig. 44). En la losa de tanques, el acero de refuerzo superior es de $\frac{1}{4}$ " en ambas direcciones cada 0.15 m pero el acero de refuerzo inferior de la losa cumple con barras $\frac{1}{4}$ " a modo longitudinal y con barras de $\frac{3}{8}$ " cada 0.15 m como especifica el diseño.

Figura 39. Diseño de losas de tanques y terrazas.



Fuente 44. A.S. Conexión Verde SAS

Frente a la construcción de las losas, se ejecutó labores como la verificación del diámetro de acero en el armado del mismo contrastando los diseños, también se realizó la supervisión de la actividad de vaciado del concreto. Adicionalmente, se ejecuta la actividad de pegado de mampostería sobre las losas de las terrazas, en la que se hizo acompañamiento visual y registro fotográfico, así como muestra la (Fig. 45).

Figura 40. Construcción, losas de terrazas y tanques.



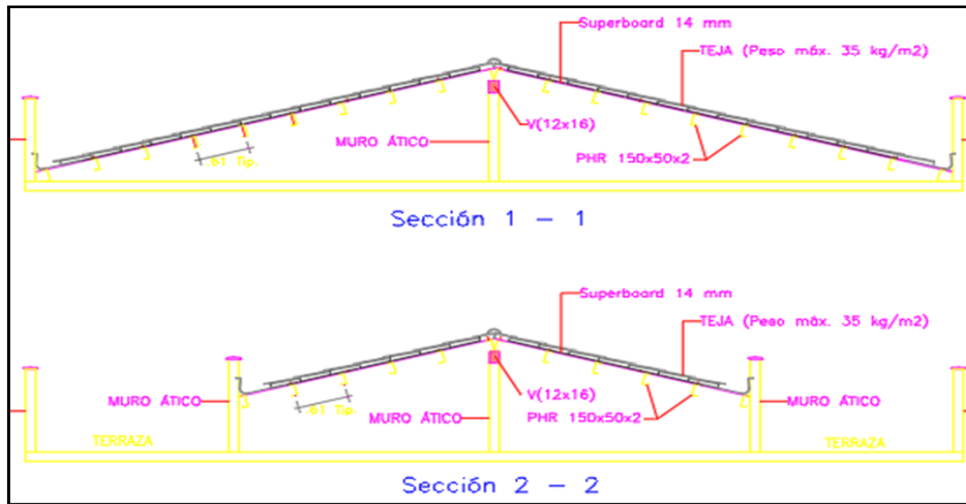
Fuente 45. A.S. Autor

6.2.15 Cubierta

Ahora centrando la atención en las zonas de cubierta, se muestra en los planos estructurales sus características, primero se ubican sobre los muros de concreto reforzado, los muros de mampostería y sobre los muros de mampostería se colocan las cerchas metálicas con el fin de apoyar el superboard de 14 mm junto y la teja termoacústica según muestra la (Fig. 46) con dos diseños distintos de cubierta.

En la construcción de la cubierta, se llevó a cabo labores como: a) verificar la distancia de separación entre las cerchas, garantizando que no presenten ningún tipo de variación al diseño, b) realizar seguimiento al pedido de la teja termoacústica, hasta que fue recibida en obra, cabe resaltar que se presentaron demoras debido al deslizamiento.

Figura 41. Diseño de cubierta.



Fuente 46. A.S. Conexión Verde SAS

A continuación, se muestra la construcción de la edificación, en el momento en que finalizó la práctica de pasantía, con 608 aprobadas por la empresa Arquitectura Sostenible Conexión Verde SAS, se logró casi que en su totalidad terminar la construcción de una torre de vivienda VIS, con la tipología de apartamentos con área de 54 m², como evidencia la (Fig. 47).

Figura 42. Construcción de cubierta.



Fuente 47. Autor

7 APORTES DEL TRABAJO

7.1 COGNITIVOS

A lo largo de la pasantía y a medida que se ejecutaban las actividades planeadas en el cronograma surgieron necesidades de distinta índole que requirieron de la formación profesional en ingeniería civil; por lo tanto, se realizaron aportes que fueron útiles en el desarrollo de la obra por parte de la pasante.

7.1.1 Zonas de Recopilación de Material

Uno de los primeros aportes llevado a cabo fue la sugerencia de la reubicación de varias zonas de recopilación de material con el fin de optimizar los tiempos de ejecución de actividades relacionadas como el área dispuesta para descarga del material (Fig. 48), el área cercana a la construcción para el mezclado de concreto y la zona de figurado de acero.

Figura 43. Zonas de recopilación de material.



Fuente 48. Autor

7.1.2 Comparaciones Medidas en Planos y en Obra

Adicionalmente, se hace la verificación de las medidas de los planos en la ejecución de diferentes actividades de obra con el fin de prevenir variación respecto a los diseños y en caso de haberlos poder hacer las correcciones pertinentes a tiempo, por ejemplo, el diámetro de cada una de las pilas de cimentación (Fig. 49), las distancias de los flejes de las pilas, el espaciado entre las barras de acero longitudinal y transversal de muros, así como las medidas de recubrimiento del mismo, el ancho y el alto de las vigas de cimentación y de los muros de cada piso.

Figura 44. Acero de refuerzo, vigas de cimentación.



Fuente 49. Autor

7.1.3 Vibrado del Concreto

Por otra parte, se pudo inspeccionar de manera visual, el vibrado del concreto en muros y losas de entrepisos con el fin de garantizar la distribución uniforme del concreto en el área de vaciado (Fig. 50), evitar la segregación de los agregados del concreto para prevenir incrustaciones y capas porosas en el acabado del concreto. Con el control del proceso de vibración del concreto se previene también el fenómeno de lechada que es la aparición de una capa fina de partículas de cemento y arena en la superficie del concreto.

Figura 45. Vibrado del concreto.



Fuente 50. Autor

7.1.4 Norma Técnica Colombiana (NTC)

Se hace un aporte relevante en obra, que es dar estricto cumplimiento a la norma técnica colombiana (NTC) en los numerales referentes a concreto [2,3], el aporte se basó en NTC: 454: Toma de Muestras; así mismo se tubo en cuenta los parámetros expresados en la NTC 396: Ensayo de Asentamiento, y también, los lineamientos de la NTC 550: Elaboración y Curado de Especímenes de Concreto en Obra.

El ensayo de asentamiento del concreto que especifica la norma NTC 396, fue realizado en obra con el cono slump, esta prueba permite medir la consistencia del concreto en estado plástico y también otras propiedades como la fluidez, cohesión y grado de compactación. La consistencia del concreto se clasifica en seco, plástico, blando y fluido.

El procedimiento que se llevó a cabo siguiendo la noma NTC 396, se describe a continuación: 1) inicialmente se verificó que el ensayo se llevará a cabo sobre una superficie nivelada, rígida, libre de vibraciones, húmeda, no absorbente y lo más cerca posible al lugar del vaciado de concreto; 2) se fijó el molde pisando sus extremos y luego se inició la aplicación de las tres capas; 3) cada capa se compacta con 25 inserciones con la varilla distribuidas uniformemente sobre su sección transversal; 4) al colocar la capa superior se verificó que la superficie del concreto quedará a ras; 5) seguidamente, se levantó el molde en un tiempo aproximado de 5 segundos con movimiento uniformemente vertical hacia arriba; 6) finalmente se midió el asentamiento colocando el molde al costado de la muestra y encontrando la diferencia de alturas entre la parte superior del molde y la parte superior de la muestra, como se muestra en la (Fig. 52).

Figura 5146. Ensayo de asentamiento.



Fuente 51. Autor

La toma de muestras de cilindros de concreto fue realizada en un área nivelada, rígida, libre de vibraciones y bajo techo, lo más cerca posible al lugar del vaciado de concreto. Inicialmente, se verificó que los cilindros estuvieran totalmente limpios y engrasados adecuadamente con ACPM para facilitar el proceso de desmolde. Los cilindros se tomaron dentro de los 15 minutos siguientes a la elaboración de la mezcla.

El procedimiento que se ejecutó en la obra y basado en la norma NTC 454 – 550: Toma de Muestras y Elaboración y Curado de Especímenes de Concreto en Obra; se describe a continuación: 1) se usó una varilla lisa de $\frac{5}{8}$ " con longitud de 60 cm y punta circular, se aplicaron tres capas de concreto distribuidas de manera equitativa dentro del cilindro, cada una de aproximadamente 10 cm; 2) las capas se compactaron con 25 inserciones de la barra repartidas uniformemente en forma de espiral; 3) adicionalmente, de modo uniforme se dieron 10 golpes al molde del cilindro con ayuda de un martillo de caucho con el fin de remover el aire atrapado en la mezcla y cerrar los vacíos; 4) se tuvo la precaución de realizar el proceso en cada una de las capas sin afectar la inmediatamente anterior; 5) en la aplicación de la última capa y habiendo realizado el proceso mencionado anteriormente se dejó un exceso de concreto por encima del borde superior del cilindro para enrasar la superficie con una llana hasta que quede lisa; 6) luego se marcaron los cilindros con el número de muestra; 7) finalmente, después de que se seca el concreto, aproximadamente transcurridas entre 16 y 32 horas, se desmoldan para ser almacenados en un tanque con agua limpia a temperatura máximo de 25 °C en obra, mientras son enviados al laboratorio, esto se muestra en la (Fig. 51).

Figura 52. Toma de muestras, cilindros de concreto.



Fuente 52. Autor

7.1.5 Proceso de Encofrado

Se hizo verificación visual, diaria y repetida, a la alineación de la formaleta metálica para muros (Fig. 53) con la ayuda de instrumentos tales como, la plomada y el nivel; de no haberse realizado este aporte se hubiera perdido la alineación del muro, produciendo efectos estéticos negativos en la edificación, los cuales serán más visibles una vez iniciada la etapa de acabados.

Figura 47. Alineación, formaleta metálica.

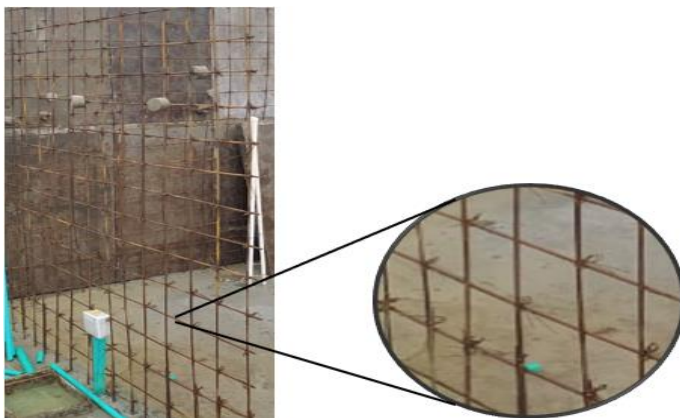


Fuente 53. Autor

7.1.6 Acero de Refuerzo para Muros

Durante la inserción visual de la malla de acero de refuerzo para los muros estructurales se advierte de la falta de amarre con alambre en algunos de los nodos en diferentes muros (Fig. 54). Por lo cual inmediatamente se tomaron medidas correctivas, cabe anotar, que de no haberse realizado esta corrección se pudiera haber presentado modificaciones en la conformación estructural de la parrilla, respecto a cambios en el espaciamiento del acero.

Figura 48. Amarre de nudos, malla de acero.



Fuente 54. Autor

7.2 A LA COMUNIDAD

El desarrollo de la pasantía contribuye a la ejecución de un proyecto de vivienda tipo VIS, la cual dará solución a una problemática nacional de sobrepoblación que se tiene en la actualidad en el país. Por lo tanto, este proyecto va dirigido esencialmente a los estratos socioeconómicos 1 y 2, debido a que en ellos se encuentra la mayor parte de personas con dificultad para adquirir una vivienda propia.

El gobierno nacional, quiere contribuir con el derecho de vivienda digna y ha implementado a lo largo de los años diferentes estrategias que permitan hacer tangible este derecho.

Con el proyecto de vivienda tipo VIS, denominado Ciudadela Victoria en el municipio de Sopetrán, Antioquia; en la etapa de ejecución número 2 y 3 del proyecto, se pretende dar solución de vivienda aproximadamente a 300 familias debido a que en total se ejecutarán 15 torres con 20 apartamentos por cada una, sin embargo, el trasfondo del proyecto es mucho más amplio debido a que en la etapa 1 previamente ejecutada se desarrollaron un total de 28 viviendas unifamiliares. En la ejecución de la pasantía se inicia y termina la construcción de la torre 1 que corresponde a la etapa 2, lo que indica que se empieza a hacer realidad el sueño de muchas familias de tener una vivienda digna y propia. La población que se va a beneficiar de la ejecución de este proyecto, no solamente son los habitantes del municipio de Sopetrán, si no también, población de municipios aledaños que se interesen por satisfacer sus necesidades y mejorar las condiciones de vida con este proyecto.

Otro impacto positivo del proyecto frente a la comunidad es la generación de empleo debido a la magnitud del mismo. A lo largo de la ejecución de la torre 1 de la etapa 2 del proyecto se vieron involucrados dos tipos de empleos para su construcción: a) empleos directos, ingenieros, ingeniero residente, auxiliar de ingeniería, inspector de obra, maestros, ayudantes y obreros; b) empleos indirectos, hoteles, restaurantes, ferreterías, transporte, proveedores de material.

8 IMPACTOS DEL TRABAJO DESEMPEÑADO

Los indicadores que se muestran a continuación hacen referencia al impacto directo e indirecto que representa el proyecto Ciudadela Victoria y la realización de la pasantía permitiendo la medición de manera cuantitativa y cualitativa.

En el aspecto sociocultural, el municipio de Sopetrán, Antioquia cuenta con 15.053 habitantes en su totalidad, según (Guía Base para la Reactivación económica, Sopetrán) el 82,8% de los habitantes tienen menos de 60 años y el 14% de las personas entre 15 y 60 años viven en hogares multigeneracionales. Lo anterior permite analizar que son muy pocas las personas que se encuentran en edad productiva que tienen vivienda propia, esto afirma la necesidad que la población requiere para adquirir una vivienda digna, en este caso una vivienda de interés social. Además, la informalidad de empleo es del 82.95% en el municipio, por lo tanto, se concentra el 94% de la población en los estratos 1, 2 y 3 (Informe Estudios Económicos). El impacto que se generará en el municipio de Sopetrán con el desarrollo del proyecto Ciudadela Victoria es brindar la posibilidad de vivienda digna a más de 300 familias.

En cuanto a la institucionalidad; el impacto se refleja en diferentes áreas el cual fue muy positivo y se describe a continuación: a) se firmó el convenio de cooperación para pasantías entre la empresa Arquitectura Sostenible Conexión Verde SAS y la Universidad Santo Tomás de Tunja; b) adicionalmente la empresa aumentó su trayectoria en la construcción de vivienda de interés social en el departamento de Antioquia; c) respecto a la comunidad, se realiza ampliación de la cobertura de servicios públicos domiciliarios como agua potable, alcantarillado, energía eléctrica y gas natural. d) el pasante transmitió el conocimiento adquirido, al personal de obra, obreros y ayudantes, frente a la toma de muestras del concreto.

Los impactos ambientales fueron los siguientes: a) el uso de un sistema constructivo que minimiza el uso de materiales extraídos de cantera; b) el mejoramiento de la calidad del aire en el sistema constructivo, porque requiere de uso mínimo de maquinaria, reduciendo emisiones de CO₂; c) la minimización del ruido en obra dado a la disminución en el tiempo de construcción para este sistema estructural; d) la baja contaminación de suelos por almacenamiento de materiales en obra y derrames de sustancias líquidas; e) disposición adecuada de residuos de construcción; f) el pasante lidera jornadas de recolección de residuos plásticos de obra.

Referente al indicador económico de la obra, se especifica que se realizan diferentes presupuestos para cada una de las etapas del proyecto ciudadela victoria, en la ejecución de la pasantía se hace la revisión presupuestal para las torres de 54 m², haciendo referencia en que los imprevistos que surgieron en la construcción de la torre 1 de la etapa 2 del proyecto no tuvieron costos relevantes a mencionar.

El indicador político hace referencia a los subsidios de vivienda que ofrece el gobierno nacional; a) “mi casa ya”, que permite la adquisición de vivienda nueva, en hogares de ingresos totales inferiores a 4 smmlv, afiliados a una caja de compensación familiar, que no sean propietarios de vivienda y que tengan un crédito aprobado de vivienda, el monto del subsidio es de entre 20 y 30 smmlv; b) “jóvenes propietarios” jóvenes entre 18 y 28 años de edad con ingresos inferiores a 2 smmlv, financiación hasta del 90% del valor de la vivienda. c) “Resolución 221 del 2022” asignación de recursos para subsidios de vivienda en el departamento de Antioquia, por parte de la empresa Antioquia VIVA de orden departamental.

9 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La pasantía permitió hacer el seguimiento constructivo, siguiendo cada una de las actividades ejecutadas en una torre del proyecto de vivienda de interés social, Ciudadela Victoria del municipio de Sopetrán, Antioquia. Estas actividades, iniciaron desde la disposición del terreno, pasando por los pilotes y vigas de cimentación, ejecutando el sistema constructivo de vaciado de muros en cada una de los cinco pisos de la torre y finalizando con la zona de cubierta y terrazas.

A través de la revisión de la literatura del sistema constructivo, complementada con la ejecución del mismo, es posible decir que se logró su entendimiento y además se complementó los conocimientos teóricos adquiridos a lo largo de la carrera universitaria de ingeniería civil. También, se conoció la estructura organizativa jerárquica de una empresa constructora en obra.

Se profundizó el modo adecuado de lectura de planos tanto estructurales como arquitectónicos, eléctricos e hidráulicos, para el sistema constructivo de vaciado de muros en concreto reforzado; lo que permitió verificar y garantizar que las especificaciones de los diseños en planos, no presentaran variaciones en obra en las diferentes actividades constructivas ejecutadas.

Se aplicó el conocimiento técnico adquiridos durante la formación como ingeniera civil, referentes a laboratorios y toma de muestras para concreto en obra, siguiendo los lineamientos de la norma técnica colombiana NTC 396 del 13 de enero de 1992, que especifica el ensayo de asentamiento del concreto; así como la norma NTC 550 del 21 de junio de 2000, que enuncia la elaboración de cilindros de concreto para posterior ensayo de esfuerzo a la compresión simple. También se verifico que durante la construcción se diera cumplimiento al título C – Concreto Estructural del reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10.

Se recomienda a la universidad Santo Tomas seccional Tunja, mantener un acompañamiento holístico para con sus estudiantes, complementando la enseñanza y el aprendizaje técnico y teórico con el desarrollo personal, en áreas como el liderazgo, la ética y los valores del estudiante que permitan un desempeño representativo como profesional.

También, recomiendo a la facultad de ingeniería civil, incrementar las prácticas en cada una de las áreas de estudio, en especial en la línea de estructuras, con la finalidad de que se aplique y visualice el conocimiento teórico dentro de la obra. Lo

anterior, teniendo en cuenta que, a lo largo de mi experiencia, note falencias en el momento de enfrentarme a algunas actividades propias del campo, como: el encofrado, mezclado y vaciado del concreto, de armado y fijado del acero.

Finalmente, se recomienda tener en cuenta que la participación activa de los estudiantes que opten por la opción de pasantía, es fundamental, durante su desarrollo, pues gracias al buen desempeño y la disociación para adquirir el conocimiento necesario en obra, la empresa Arquitectura Sostenible Conexión Verde SAS toma la decisión de vincularme por un periodo adicional en el cargo de auxiliar de ingeniería para continuar en el mismo proyecto.

10 GLOSARIO

Acero: Aleación de hierro y carbono para la fabricación de elementos estructurales para construcción de viviendas y edificaciones.

Alineadores: Son elementos que se utilizan para asegurar el alineamiento recto de placas, muros, columnas, vigas, entre otros. Estos son complementos de las formaletas y tableros metálicos.

Agregados: Compuestos de materiales geológicos tales como, la piedra, la arena y la grava, se utilizan virtualmente en todas las formas de construcción.

Chapetas: Son usadas para unir los módulos entre sí, garantizando la perfecta unión de los mismos y ofreciéndole también rigidez al sistema.

Concreto: Es una mezcla de cemento, grava, arena, aditivos y agua. Maleable en su forma líquida y de gran resistencia en su estado sólido.

Columnas: Estructuras verticales que se encargan de transmitir esfuerzos y cargas de una edificación hacia la tierra.

Desencofrar: Es la acción mediante la cual se retiran las formaletas para dar forma a una estructura de hormigón.

Excavación: Movimiento de tierras, ejecutado para la nivelación de terreno o conformación de la cimentación de una construcción. Se pueden clasificar las excavaciones de acuerdo al suelo en el que se realizan (excavación en suelo común y en suelo rocoso).

Formaleta: Es un elemento vital en la construcción de edificaciones ya que sirve como encofrado para dar forma al concreto, para la conformación de una estructura específica como columnas y vigas. Las formaletas pueden ser de diferentes materiales: madera, metálicas y acero o aluminio.

Figurado de acero: Elemento que se obtiene a partir de barras corrugadas de acero, las cuales se doblan para obtener dimensiones, formas y ángulos requeridos por el diseño estructural y plasmados en los planos de obra.

Mampostería: Es el proceso constructivo mediante el cual se unen piezas de ladrillo o bloque con una mezcla de cemento, arena y agua conocida como mortero para la conformación de muros.

Muros de Concreto Reforzado: Son elementos estructurales conformados por un refuerzo con barras de acero y fundidos en concreto. Este sistema hace parte de los sistemas industrializados. Este sistema permite obtener edificios con gran rigidez lateral y gran resistencia sísmica.

Refuerzo: Material en acero usado para el refuerzo estructural de elementos como cimentaciones, vigas y columnas.

Parar telescópico: Es un elemento metálico extensible, usado para aplomar encofrados de muros de concreto, placas y columnas, soportando cargas de tensión y compresión.

Perno: Pieza de hierro con cabeza redonda, asegurada con una chaveta en su otro extremo, usado para asegurar formaleas metálicas.

Perforación: Ejecución de un agujero en el terreno para la construcción de pilas estructurales de gran profundidad.

Pilotes: Elementos constructivos de gran profundidad, usados para cimentaciones cuyo objetivo es el de trasladar las cargas hasta un estrato resistente del suelo.

Placa de entepiso: Elementos rígidos usualmente usados para la separación de pisos, las cuales van soportadas sobre muros estructurales o sistemas de pórticos.

Sistema constructivo: Conjunto de materiales, componentes y elementos constructivos, los cuales tienen procedimientos y/o técnicas específicas. Algunos de estos sistemas constructivos es el sistema de túnel.

Subsidio de Vivienda: Programa del Gobierno Nacional que facilita la adquisición de una vivienda nueva en zona urbana de cualquier municipio del país a través de un subsidio.

Tensores: Los tensores son mecanismos que permiten introducir tracciones en la estructura por accionamiento de determinadas piezas. Fundamentalmente introducen acortamientos entre los puntos que unen.

Vibrado de concreto: Procedimiento de construcción que busca eliminar el aire o vacíos existentes dentro de la mezcla de cemento para lograr una mayor compactación de la misma.

11 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] “Vivienda VIS y NO VIS”, Gov.co. [En línea]. Disponible en: https://www.dane.gov.co/daneweb_V09/index.php?option=com_content&view=article&id=76&Itemid= [Consultado: 02-feb-2023].
- [2] “Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial”, Com.co. [En línea]. Disponible en: https://www.andi.com.co/Uploads/Reglamento_colombiano_construccion_sismo_resistente_636536179523160220.pdf. [Consultado: 03-feb-2023].
- [3] “ACUERDO MUNICIPAL No 12 diciembre 19 de 2007 Municipio De Sopetrán Revision Y Ajustes Del Esquema De Ordenamiento Territorial 2”, Docplayer.es. [En línea]. Disponible en: <https://docplayer.es/96659710-Acuerdo-municipal-no-12-diciembre-19-de-2007-municipio-de-sopetran-revision-y-ajustes-del-esquema-de-ordenamiento-territorial-2.html>. [Consultado: 06-feb-2023].
- [4] N. G. E. Jose y F. A. Fernando, Fundamentos de Teoría de Estructuras. Editorial Académica Española, 2011.
- [5] J. N. Carrillo, Propiedades Dinámicas de Viviendas Con Muros de Concreto. Eae Editorial Académica Española, 2012.
- [6] C. Julian, G. Giovanni, y R. Astrid, Parámetros Para Diseño Sismo-Resistente de Muros de Concreto. Eae Editorial Académica Española, 2012.
- [7] J. C. McCormac, Análisis de Estructuras. Alfaomega Grupo Editor, 2006.
- [8] L. M. Plata, “Técnicas de construcción industrializada”, 2000.
- [9] G. A. Hool, Reinforced concrete construction, vol. 2: Retaining walls and buildings (classic reprint). Londres, Inglaterra: Forgotten Books, 2022.

- [10] J. P. Mallorca, Diseño de estructuras de concreto armado - encuadernado. Pontificia Universidad Católica del Perú, Dirección Académica de Investigación, 2001.
- [11] “NTC 454. Concretos: concreto fresco, toma de muestras. Norma técnica colombiana /”, Oducal.com. [En línea]. Disponible en: <https://bibliotecadigital.oducal.com/Record/KOHA-UCATOLICA:56621>. [Consultado: 03-feb-2023].
- [12] “NTC 396 Concretos. Ensayo de Asentamiento”, Icontec.org. [En línea]. Disponible en: https://www.academia.edu/35232281/NORMA_T%C3%89CNICA_NTC_COLOMBIANA_396 [Consultado: 08-feb-2023].
- [13] “NTC 550 Concretos. elaboración y curado de especímenes de concreto en el sitio de trabajo”, Icontec.org. [En línea]. Disponible en: <https://tienda.icontec.org/gp-concretos-elaboracion-y-curado-de-especimenes-de-concreto-en-el-sitio-de-trabajo-ntc550-2017.html>. [Consultado: 06-feb-2023].
- [14] B. S. Choo y T. J. MacGinley, Reinforced Concrete: Design theory and examples, 2a ed. Londres, Inglaterra: CRC Press, 2002.
- [15] J. M. Benjumea Royero, F. S. Sotelo Monroy, C. E. Celis Melo, y G. Chio Cho, “Efecto del grado de capacidad de disipación de energía sísmica seleccionado en las cantidades de obra de muros de concreto reforzado”, Tecnura, vol. 20, núm. 50, p. 15, 2017.

12 APÉNDICES Y ANEXOS

12.1 ANEXO A

Convenio entre la universidad y la empresa A.S. Conexión Verde SAS.

12.2 ANEXO B

Acta de inicio de la práctica de pasantía.

12.3 ANEXO C

Bitácoras semanales.

12.4 ANEXO D

Actas de reuniones con el tutor.

12.5 ANEXO E

Acta de evaluación parcial.

12.6 ANEXO F

Acta de evaluación final.

12.7 ANEXO G

Certificado de terminación de la práctica de pasantía.

12.8 ANEXO H

Planos de diseño arquitectónico y estructural.