

Práctica empresarial como auxiliar de ingeniería civil en el área de gestión y supervisión de obras, en la empresa CONSTRUCCIONES Y URBANIZACIONES LG S.A.S.

Deiver Antuan Amaya Forgionny

Trabajo de Grado para Optar al Título de Ingeniero Civil

Director

Vladimir Ernesto Merchán Jaimes

Ph. D. en Ingeniería del Terreno, Cartográfica y Geofísica

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas

Escuela de Ingeniería Civil

Bucaramanga

2023

## Tabla de Contenido

	<b>Pág.</b>
Introducción .....	11
1. Objetivos .....	13
1.1. Objetivo General .....	13
1.2. Objetivos específicos .....	13
2. Enfoques Referenciales .....	14
2.1. Marco Teórico .....	14
2.1.1. Presupuesto .....	14
2.1.2. Cronograma .....	14
2.1.3. Rendimiento .....	14
3. Descripción breve de la empresa .....	15
3.1. Misión .....	16
3.2. Visión .....	16
3.3. Descripción de la estructura organizacional .....	16
3.4. Proyectos .....	17
3.4.1. Proyecto Torre BE .....	17
3.4.1.1. Ubicación .....	19
3.4.1.2. Descripción de los entresijos .....	19
3.4.2. Proyecto Montelago III .....	23
3.4.2.1. Ubicación .....	24
3.4.2.2. Descripción de los lotes .....	24
4. Metodología .....	25

5.	Resultados .....	27
5.1.	Actividades de control y revisión de presupuestos, programaciones y análisis de precios unitarios .....	27
5.1.1.	Presupuestos.....	27
5.1.2.	Programaciones.....	30
5.1.3.	Informes de avance de obra .....	33
5.2.	Actividades de apoyo en la revisión y control de actividades de obra .....	34
5.2.1.	Sistema de alcantarillado sanitario - Proyecto Montelago III.....	34
5.2.1.1.	Especificaciones de diseño y normatividad vigente .....	34
5.2.1.2.	Ejecución de la actividad .....	35
5.2.2.	Sistema de acueducto del proyecto Montelago III.....	40
5.2.2.1.	Especificaciones de diseño y normatividad vigente .....	40
5.2.2.2.	Ejecución de la actividad .....	41
5.2.3.	Armado y fundición de elementos estructurales del Torre BE.....	44
5.2.3.1.	Especificaciones de diseño y normatividad vigente .....	44
5.2.3.2.	Ejecución de la actividad .....	46
5.2.4.	Mampostería .....	49
5.2.4.1.	Especificaciones de diseño y normatividad vigente .....	49
5.2.4.2.	Ejecución de la actividad .....	50
5.3.	Actividades de apoyo en la revisión y actualización de los listados de los materiales utilizados en obra .....	51
5.4.	Actividades adicionales realizadas para la empresa .....	51
5.4.1.	Plantilla de estimación de cantidades y costos de placa huella por metro lineal .....	51

5.4.2.	Revisión constructiva huellas y cunetas de placa huella .....	54
5.4.3.	Business Model Canvas .....	56
6.	Conclusiones .....	57
	Bibliografía .....	58
	Apéndices.....	60

## Lista de Tablas

	<b>Pág.</b>
Tabla 1 Descripción de entrepisos - Proyecto Torre BE.....	20
Tabla 2. Resumen del presupuesto - Proyecto Torre BE .....	28
Tabla 3. Resumen del presupuesto - Proyecto Montelago III.....	29
Tabla 4. Lineamientos del RAS sobre instalación Alcantarillado Sanitario.....	35
Tabla 5. Cuadro comparativo de aspectos de la excavación mecánica y excavación manual .....	39
Tabla 6. Análisis de precios unitarios Excavación manual vs Excavación mecánica .....	40
Tabla 7. Lineamientos del RAS de instalación de red de agua potable .....	41
Tabla 8. Requisitos de control de materiales y construcción del concreto estructural .....	45
Tabla 9. Requisitos de control de materiales y ejecución de la construcción de mampostería ....	49
Tabla 10. Estimación cantidades y costos para placa huella por metro lineal .....	53

## Lista de Figuras

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Logo de la empresa Construcciones y Urbanizaciones LG S.A.S. ....	15
Figura 2. Estructura Organizacional de la empresa .....	17
Figura 3. Fachada principal de edificación - Proyecto Torre BE .....	18
Figura 4. Ubicación de edificación - Proyecto Torre BE.....	19
Figura 5. Plantas arquitectónicas del nivel sótano al tercer nivel - Proyecto Torre BE .....	21
Figura 6. Plantas arquitectónicas del cuarto nivel al séptimo nivel - Proyecto Torre BE .....	22
Figura 7. Plano Urbanístico en planta - Proyecto Montelago III.....	23
Figura 8. Ubicación - Proyecto Montelago III.....	24
Figura 9. Curva S - Proyecto Torre BE.....	30
Figura 10. Actividades programadas vs actividades ejecutadas - Proyecto Torre BE.....	31
Figura 11. Curva S - Proyecto Montelago III .....	32
Figura 12. Actividades programadas vs actividades ejecutadas del proyecto Montelago III.....	32
Figura 13. Formato de informes de avance de obra.....	33
Figura 14. Tubería de alcantarillado sanitario Novafort.....	36
Figura 15. Actividades necesarias para el suministro e instalación de alcantarillado sanitario ...	38
Figura 16. Tubería biaxial Pavco de red de Acueducto .....	42
Figura 17. Zanja Tipo para tubería de Acueducto .....	42
Figura 18. Actividades necesarias para el suministro e Instalación de red de Acueducto.....	43
Figura 19. Diagrama de flujo para el control de la instalación del acero de refuerzo .....	47
Figura 20. Actividades para la construcción y armado de elementos estructurales.....	48

Figura 21. Preparación del mortero y construcción de muros divisorios no estructurales .....	50
Figura 22. Placa huella de proyecto aledaño .....	52
Figura 23. Vista en sección de un tramo recto de placa huella.....	53
Figura 24. Actividades de la construcción de huellas y cunetas de placa huella.....	55
Figura 25. Business Model Canvas.....	56

**Lista de Apéndices**

	<b>pág.</b>
Apéndice A. Presupuesto Torre BE .....	60
Apéndice B. Presupuesto Montelago III.....	60
Apéndice C. Programación Torre BE .....	60
Apéndice D. Programación Montelago III.....	60
Apéndice E. Informes de avance .....	60
Apéndice F. Listado de Materiales .....	60
Apéndice G. Ordenes de pedido de materiales .....	60
Apéndice H. Plantilla estimación cantidades y costos de placa huella por metro lineal .....	60
Apéndice I. Bussines Model Canva .....	60

## Resumen

**Título:** Práctica empresarial como auxiliar de ingeniería civil en el área de gestión y supervisión de obras, en la empresa CONSTRUCCIONES Y URBANIZACIONES LG S.A.S.\*

**Autor:** Deiver Antuan Amaya Forgionny\*\*

**Palabras Clave:** Planificación, supervisión, obra, procesos, presupuesto, programación.

**Descripción:** El presente documento presenta las actividades realizadas en el departamento de ingeniería de la empresa Construcciones y Urbanizaciones LG, en el municipio de Ocaña, como auxiliar de ingeniería civil, apoyando dos de los proyectos que tiene la empresa en ejecución. El primero de estos fue un proyecto de edificación y el segundo un proyecto urbanístico. La práctica empresarial se desarrolló con el fin de supervisar y comprender los procesos constructivos de las diferentes fases ejecutadas en cada uno de los proyectos. Asimismo, se enfocó en la ejecución de actividades de redes de alcantarillado sanitario, redes de acueducto, armado y fundición de elementos estructurales y mampostería. Además, labores como la supervisión de obras, y actividades administrativas como creación de informes de avance de obra, revisión de presupuestos y programación de obra, formaron parte de la ejecución de la práctica empresarial.

---

\* Trabajo de Grado

\*\* Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director: Vladimir Ernesto Merchán Jaimes. PhD. en Ingeniería del Terreno Cartográfica y Geofísica.

## **Abstract**

**Title:** Business internship as a civil engineering assistant in the area of management and supervision of works, at the company CONSTRUCCIONES Y URBANIZACIONES LG S.A. S\*

**Author(s):** Deiver Antuan Amaya Forgionny\*\*

**Key Words:** Planning, supervision, construction, processes, budget, scheduling.

**Description:** This document presents the activities carried out in the engineering department of the company Construcciones y Urbanizaciones LG in the municipality of Ocaña, as a civil engineering assistant supporting two of the projects that the company has in execution. The first of these, was a building project and the second an urban planning project. The business practice was developed in order to supervise and understand the construction processes of the different phases carried out in each of the projects. Likewise, it focused on the execution of activities on sanitary sewage networks, aqueduct networks, assembly and casting of structural elements and masonry. In addition, tasks such as supervision of works, and administrative activities such as creation of work progress reports, budget review and work scheduling, were part of the execution of the business practice.

---

\* Degree Work

\*\*Faculty of Physicomechanical Engineering. School of Civil Engineering. Director: Vladimir Ernesto Merchan Jaimes. Ph.D. in Cartographic and Geophysical Land Engineering

## **Introducción**

La ingeniería civil, con el transcurrir del tiempo, ha tomado gran importancia en la sociedad debido al gran papel que desempeña en el desarrollo de infraestructura, siendo una profesión de evolución constante con la construcción de proyectos innovadores, seguros y de calidad. En busca de garantizar el cumplimiento de estos factores, la gestión y supervisión de obras toma un papel muy importante, pues permite asegurar que los proyectos se ejecuten de forma eficiente y se cumplan los objetivos trazados para estos.

En Ocaña - Norte de Santander, al igual que en otras ciudades colombianas, la construcción es un sector importante para la economía. Existen en ella, diversas empresas dedicadas a la construcción de viviendas, edificaciones y urbanizaciones de predios, lo que permite contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de la zona y el fortalecimiento del sector. A nivel nacional, el sector de la construcción es uno de los principales motores de la economía colombiana. De acuerdo con el DANE “los resultados en el valor agregado en el sector edificador presentaron un incremento destacado de 11.6% en 2021” (Camara Colombiana De La Construcción, 2022), lo que evidencia que la construcción de vivienda impulsó, no solo el crecimiento de la economía, si no el valor agregado en muchos otros sectores. Además, el Plan Nacional de Desarrollo del Sector Vivienda 2022-2026, promovido por el gobierno actual, establece metas ambiciosas con una gran inversión para mejorar la calidad de vida de la población, mediante la convergencia regional con la construcción de viviendas y la ampliación de los servicios públicos básicos, generando mayor demanda de profesionales en el área de la construcción.

A nivel internacional, la construcción es un sector en constante crecimiento debido al aumento de la población y la urbanización. Según la Organización Internacional del Trabajo (OIT), “el sector de la construcción antes de la pandemia representaba cerca del 7,7 por ciento del empleo y las proyecciones para 2020 aportarían el 13,4 por ciento del PIB mundial” (Organización Internacional Del Trabajo, 2021). Además, existen diversos acuerdos y tratados internacionales que promueven el desarrollo sostenible y la mejora de la calidad de vida de las personas, lo cual exige proyectos de construcción que cumplan con estándares ambientales, técnicos y sociales.

La práctica empresarial realizada como auxiliar de ingeniería civil en el área de gestión y supervisión de obras de la empresa Construcciones y Urbanizaciones LG S.A.S., brindó apoyo a la empresa verificando la correcta ejecución de las actividades a realizar de sus proyectos en ejecución. Para las actividades realizadas durante la práctica empresarial, se tuvo en cuenta estándares de calidad, especificaciones y normas técnicas establecidas para diferentes aspectos constructivos, tales como el Reglamento Colombiano De Construcción Sismo Resistente (NSR – 10), y el Reglamento Técnico Sector Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS).

Las labores realizadas se enfocaron en brindar apoyo en la gestión y supervisión de obras, la toma de decisiones técnicas, el seguimiento y control de la calidad de los procesos constructivos y presupuestos, y en la revisión de documentación técnica, así como el desarrollo de informes y reportes de avance de obra. Asimismo, permitió al practicante consolidar todos los conocimientos adquiridos en la etapa de formación universitaria, permitiendo la aplicación de estos a situaciones reales en el ámbito laboral y mejor preparación en experiencia para afrontar los retos del futuro profesional.

## **1. Objetivos**

### **1.1. Objetivo General**

Apoyar como auxiliar de ingeniería civil en los proyectos en desarrollo de la empresa CONSTRUCCIONES Y URBANIZACIONES LG S.A.S.

### **1.2. Objetivos específicos**

Realizar labores de apoyo en la empresa CONSTRUCCIONES Y URBANIZACIONES LG S.A.S., en control y revisión de las programaciones, de los precios unitarios y presupuesto en general de las obras en desarrollo.

Realizar labores de apoyo en el departamento de ingeniería de la empresa CONSTRUCCIONES Y URBANIZACIONES LG S.A.S., en revisión y control de actividades de construcción respecto a especificaciones y normas de calidad en el seguimiento de las obras.

Realizar labores de apoyo en el departamento de ingeniería de la empresa CONSTRUCCIONES Y URBANIZACIONES LG S.A.S., en revisión y actualización de los listados de materiales utilizados en obra, elaboración de formatos, informes y/o actas de materiales.

## **2. Enfoques Referenciales**

### **2.1. Marco Teórico**

#### **2.1.1. Presupuesto**

Estimación de valor económico de recursos aprobada para el proyecto o cualquier componente de la Estructura de Desglose del Trabajo (EDT) o cualquier actividad del cronograma (Project Management Institute, 2021). Para la práctica empresarial, todos los valores fueron manejados en la moneda peso colombiano (COP \$).

#### **2.1.2. Cronograma**

Modelo para ejecutar las actividades del proyecto que incluye duraciones, dependencias y demás información de planificación. La planificación del cronograma puede utilizar enfoques predictivos o adaptativos (Project Management Institute, 2021).

#### **2.1.3. Rendimiento**

Es el tiempo que se tarda un trabajador o una cuadrilla de trabajadores en hacer un determinado concepto o actividad. El rendimiento es un factor determinante para constituir o armar un presupuesto y un análisis de precios unitario correcto. Existen muchos factores que pueden afectar los rendimientos en una obra, algunos son internos y otros externos (García, 2020).

### 3. Descripción breve de la empresa

Empresa dedicada al desarrollo de proyectos urbanísticos y de construcción, con una experiencia de más de 30 años en el sector. En un principio, CONSTRUCCIONES Y URBANIZACIONES LTDA en cabeza del señor JOAQUIN EMILIO GARCIA JACOME. Más adelante, en el año 2011, se formó CONSTRUCCIONES Y URBANIZACIONES L.G S.A.S, liderada por LIBARDO GARCÍA ANGARITA Y ALONSO GARCÍA. La empresa desarrolla proyectos de infraestructura que sobresalen por sus excelentes materiales, diseño, acabados, zonas verdes y el cumplimiento en los tiempos de entrega, asegurando a los clientes el beneficio de su inversión (Construcciones y Urbanizaciones LG SAS, 2021).

#### Figura 1.

Logo de la empresa Construcciones y Urbanizaciones LG S.A.S.



*Nota. La figura muestra el logo de la empresa. Tomado de: (Construcciones y Urbanizaciones LG SAS, 2021).*

### **3.1. Misión**

Desarrollamos proyectos urbanísticos y de construcción con altos niveles de calidad. Trabajamos para que nuestros proyectos sobresalgan por sus excelentes materiales, diseño, acabados y el cumplimiento en los tiempos de entrega.

Debemos enfrentar nuevos retos, ofrecer productos de vanguardia para familias y empresas, buscando relaciones de largo plazo con nuestros clientes y el desarrollo de nuestros colaboradores (Construcciones y Urbanizaciones LG SAS, 2021).

### **3.2. Visión**

Ser una empresa líder en el sector de la construcción en el municipio, liderando el mercado por medio de la calidad de nuestras obras, precios competitivos y cumplimiento en tiempos de entrega de nuestros proyectos.

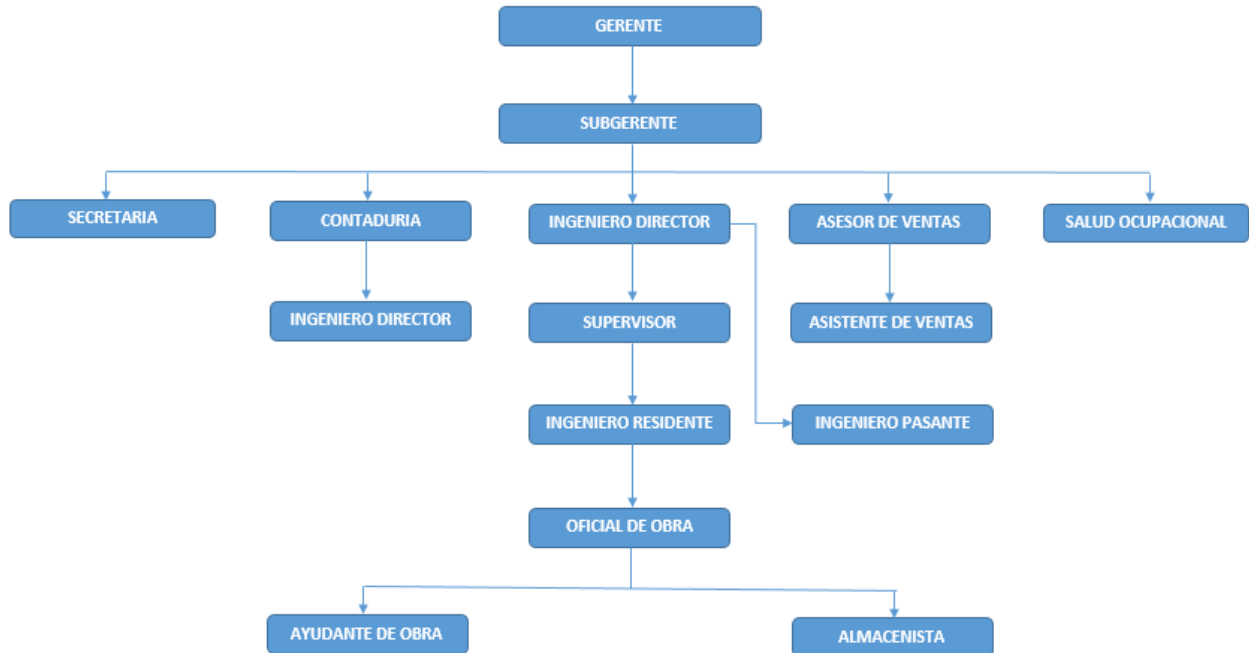
Queremos ser uno de los protagonistas de la actividad empresarial, manteniendo siempre nuestro serio compromiso con el desarrollo del municipio, la comunidad, y el respeto al medioambiente. Lograr que todo nuestro personal se sienta motivado y orgulloso de pertenecer a nuestra organización, así como alcanzar la satisfacción de nuestros clientes (Construcciones y Urbanizaciones LG SAS, 2021).

### **3.3. Descripción de la estructura organizacional**

En la empresa Construcciones y Urbanizaciones LG se aprecia un modelo estructural lineal basado en la jerarquía y autoridad (Figura 2).

**Figura 2.**

Estructura Organizacional de la empresa



*Nota.* La figura muestra la estructura organizacional de la empresa. (Construcciones y Urbanizaciones LG, 2011). Tomado de: Estatutos de la empresa.

### 3.4. Proyectos

La práctica empresarial se enfocó en dos proyectos específicamente, un proyecto de edificación (Torre BE) y un proyecto urbanístico (Montelago III).

#### 3.4.1. Proyecto Torre BE

Es una edificación en el corazón de Ocaña, en la principal zona comercial de la ciudad. Su destino ocupacional es mixto, ya que además de apartamentos de 1, 2 y 3 habitaciones, contará también con locales comerciales y oficinas (Figura 3).

**Figura 3.**

Fachada principal de edificación - Proyecto Torre BE



*Nota.* La figura muestra la fachada principal del proyecto Torre BE (Construcciones y Urbanizaciones LG SAS,

2021) Tomado de: <https://construccionesyurbanizaciones.com/proyectos/proyectos-actuales/torre-be/>

### 3.4.1.1. Ubicación

La edificación Torre BE, se encuentra ubicado en el centro de la capital del municipio, específicamente en la calle 10 # 13-18, cerca del parque principal de Ocaña (Figura 4).

#### Figura 4.

Ubicación de edificación - Proyecto Torre BE



*Nota.* La figura muestra la ubicación del proyecto Torre BE. (Google, 2022) Tomado de:

<https://earth.google.com/web/@8.23591646,-73.35368409,1204.15703491a,324.85440496d,35y,0h,0t,0r>

### 3.4.1.2. Descripción de los entrepisos

En la Tabla 1, se describe la distribución de los 8 niveles con los que cuenta la edificación proyectada.

**Tabla 1**

Descripción de entrepisos - Proyecto Torre BE

<b>Nivel</b>	<b>Descripción</b>
Sótano	Con un área de 304 m <sup>2</sup> , contiene: 11 parqueaderos (9 para automóviles de los residentes y 2 para motocicletas), 2 bodegas, 1 cuarto eléctrico, 1 cuarto de maquinaria y otro donde se encuentra el tanque de almacenamiento de agua potable. Detalles se muestran en la Figura 5.
1	Con un área de 263 m <sup>2</sup> contiene: el acceso principal, 7 locales comerciales con baño privado, de los cuales 1 es una cafetería. Detalles se muestran en la Figura 5.
2	Con un área de 279.63 m, contiene: 8 oficinas, cada una con baño privado. Detalles se muestran en la Figura 5.
3	Con un área de 272.35 m <sup>2</sup> , contiene: dos apartamentos y el primer piso de un apartamento tipo dúplex. Detalles se muestran en la Figura 5.
4	Con un área de 256.70 m <sup>2</sup> , contiene: dos apartamentos y la segunda planta del apartamento tipo dúplex. Detalles se muestran en la Figura 6.
5	Con un área de 268 m <sup>2</sup> , contiene: dos apartamentos y el primer piso de un apartamento tipo dúplex. Detalles se muestran en la Figura 6.
6	Con un área en total de 264 m <sup>2</sup> , contiene: dos apartamentos y la segunda planta del apartamento tipo dúplex. Detalles se muestran en la Figura 6.
7	Este es la terraza del edificio, el cual con un área de 264 m <sup>2</sup> , contiene: la zona social. Detalles se muestran en la Figura 6.

*Nota.* La tabla muestra el resumen del costo total, el ejecutado y lo que falta por ejecutar de las actividades del

proyecto Torre BE. Tomado de: Elaboración propia del Autor.

Figura 5.

Plantas arquitectónicas del nivel sótano al tercer nivel - Proyecto Torre BE



Nota. La figura muestra la planta del sótano, y pisos 1, 2 y 3 del proyecto Torre BE. (Construcciones y Urbanizaciones LG S.A.S., 2021) Tomado de: Diseño arquitectónico del proyecto Torre BE.

**Figura 6.**

Plantas arquitectónicas del cuarto nivel al séptimo nivel - Proyecto Torre BE



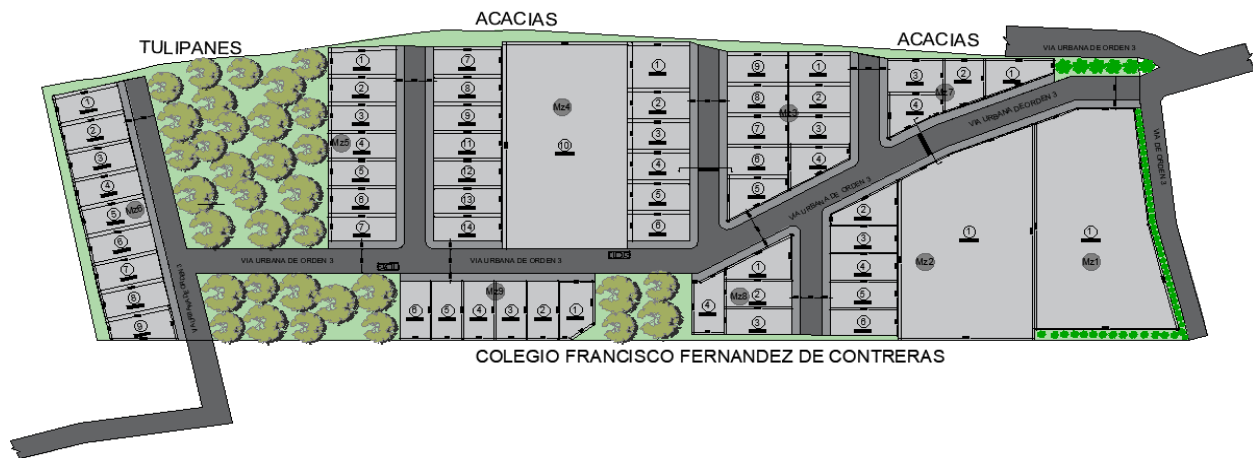
*Nota.* La figura muestra la planta de los pisos 4, 5, 6 y 7 (terrace) del proyecto Torre BE. (Construcciones y Urbanizaciones LG S.A.S., 2021) Tomado de: Diseño arquitectónico del proyecto Torre BE.

### 3.4.2. Proyecto Montelago III

Es un proyecto que consta de 57 lotes en un sector de alta valorización del municipio de Ocaña. Contará con dos puntos de acceso, e interconectará al sector de Las Acacias con el sector de Los Lagos. Está sobre el trazado de la vía en proyección de los 450 años conmemorativos de la Fundación del Municipio, estipulada en el Plan de Ordenamiento Territorial (POT). Como se evidencia en la Figura 7, cuenta con unas amplias zonas verdes que pueden ser destinadas para parques, zonas de recreación y zonas de protección ambiental.

**Figura 7.**

Plano Urbanístico en planta - Proyecto Montelago III



*Nota.* La figura muestra el plano urbanístico del proyecto Montelago III. (Construcciones y Urbanizaciones LG S.A.S., 2021) Tomado de: Diseño arquitectónico del proyecto Montelago III.

### 3.4.2.1. Ubicación

Es un proyecto ubicado en el sector urbano de la ciudad de Ocaña, cerca del Condominio Campestre Torres Del Cable y del Condominio Campestre Las Acacias, un área de crecimiento y desarrollo reciente (Figura 8).

#### Figura 8.

Ubicación - Proyecto Montelago III



*Nota.* La figura muestra la ubicación del proyecto Montelago III. (Google, 2022) Tomado de: <https://earth.google.com/web/@8.25741402,-73.36272541,1172.14719725a,24.99843736d,35y,-0h,0t,0r>

### 3.4.2.2. Descripción de los lotes

Este proyecto urbanístico, ubicado en una zona de estratificación tipo 3, ofrece lotes con un área desde 113 m<sup>2</sup> con servicios de agua potable, alcantarillado, luz eléctrica y todas las vías pavimentadas.

#### **4. Metodología**

La metodología realizada en el desarrollo de esta práctica empresarial como auxiliar de ingeniería civil en el área de gestión y supervisión de obras, en la empresa Construcciones y Urbanizaciones LG S.A.S., se centró en labores de apoyo al departamento de ingeniería. Principalmente, se revisaron y se ajustaron análisis de precios unitarios y presupuestos, y se hizo seguimiento y control de los materiales utilizados en obra, así como informes de avances de obra.

La inducción se llevó a cabo por parte del área de seguridad y salud ocupacional junto con el tutor, dando a conocer las políticas y el funcionamiento de la empresa. Adicionalmente, y de manera general, se hizo revisión de los proyectos en ejecución, teniendo así una idea de la planeación, diseño y construcción de los mismos. La práctica empresarial se realizó de manera presencial y se usaron herramientas de almacenamiento en la nube para la entrega de insumos. Cuando lo consideró necesario, el tutor asignó las tareas a realizar de los proyectos en ejecución.

La revisión de los presupuestos, consistió en cuantificar lo ejecutado hasta la fecha de finalización de la práctica empresarial y actualizar los análisis de precios unitarios según los costos vigentes de las actividades que no se han ejecutado, con el fin de que el presupuesto se ajuste a los precios del mercado actual. La revisión de los presupuestos se referenció en el PLAN ESTRATÉGICO TORRE BE (Amaya, 2020), el PRESUPUESTO DETALLADO TORRE BE (Construcciones y Urbanizaciones LG S.A.S., 2022) y el PLAN ESTRATÉGICO MONTELAGO III (Construcciones y Urbanizaciones LG S.A.S., 2022). Se verificó y organizó la EDT, respetando la secuencia de las actividades. Con el formato de los análisis unitarios propuestos en el Plan

Estratégico Torre BE, se realizó la actualización de precios unitarios de materiales, herramientas y mano de obra, los cuales fueron consultados en la revista Construprecios, edición abril 2023, la cual registra los precios de los proveedores de la región. Una vez actualizados los análisis de precios unitarios y realizado el ajuste al presupuesto general, se comparó la información ejecutada suministrado por la empresa y el valor por ejecutar con la finalidad de obtener la ejecución del proyecto a la fecha.

En la programación de obra, se tomó como base los rendimientos del PLAN ESTRATEGICO TORRE BE (Amaya, 2020), y se compararon con los rendimientos establecidos en la revista Construprecios. Se realizó la programación en Microsoft Project, registrando la información del proyecto, la EDT, los tiempos en días y los recursos de mano de obra, ajustándolos a la cantidad de personal necesario para cada actividad, las actividades predecesoras y los costos. Con esto, se estableció una línea base del proyecto para calcular el Costo Presupuestado del Trabajo Programado (CPTP), y así en una gráfica mes vs CPTP, analizar el valor que, según los rendimientos establecidos, se debería ejecutar.

Adicionalmente, se llevó seguimiento de los proyectos, donde se registró información de las cantidades ejecutadas, materiales utilizados, cuadrillas implementadas, observaciones y fotografías para registro, que a su vez aportó a los informes que fueron presentados al ingeniero encargado.

## **5. Resultados**

### **5.1. Actividades de control y revisión de presupuestos, programaciones y análisis de precios unitarios**

En el desarrollo de la presente práctica empresarial, como apoyo al departamento de ingeniería, se realizaron actividades administrativas de revisión de presupuestos, revisión de programaciones de obra y elaboración de informes de avance de obra.

#### **5.1.1. Presupuestos**

Para los presupuestos de los proyectos, el porcentaje utilizado en el costo indirecto, tanto para Torre BE como Montelago III, solo corresponde a la administración y a los imprevistos, debido a que la empresa no gana por la utilidad de la construcción si no por la venta de los bienes inmuebles.

En el presupuesto del proyecto Torre BE, se cuantificó un 25.3 % del proyecto ejecutado con respecto a un 36 % que se tenía programado hasta la fecha de culminación de la presente práctica empresarial. Se actualizaron los análisis de precios unitarios (APU), de las actividades no ejecutadas con el fin de poner al día el valor de cada una de estas según los precios del mercado. Como resultado, en él se obtuvo un aumento del 14.3% con respecto al 2022 y 29.3% al 2023 en el costo total del proyecto. En la Tabla 2, se puede ver el resumen del presupuesto de esta edificación, con el valor ejecutado hasta la fecha de culminación de la práctica y el valor por ejecutar. Para ver el presupuesto con sus análisis de precios unitarios, ver el Apéndice A.

**Tabla 2.**

Resumen del presupuesto - Proyecto Torre BE

<b>RESUMEN PROYECTO TORRE BE</b>				
<b>ITEM</b>	<b>ACTIVIDADES</b>	<b>TOTAL</b>	<b>V. EJECUTADO</b>	<b>V. POR EJECUTAR</b>
1	PRELIMINARES	\$68,493,934.00	\$ 68,493,934.00	\$-
2	CIMENTACION Y EXCAVACIONES	\$489,963,329.00	\$489,963,329.00	\$-
3	DES. E INSTALACION SUBTERRANEA	\$4,031,875.00	\$4,031,875.00	\$-
4	ESTRUCTURA	\$1,293,731,694.90	\$489,069,865.65	\$804,661,829.25
5	MAMPOSTERIA	\$46,563,147.50	\$41,466,060.00	\$105,097,087.50
6	INSTALACION RED HIDRAULICA	\$103,051,927.00	\$ -	\$103,051,927.00
7	INSTALACION RED SANITARIA	\$ 40,410,874.00	\$ -	\$40,410,874.00
8	INSTALACION RED GAS	\$62,419,433.00	\$-	\$62,419,433.00
9	INSTALACION RED ELECTRICA	\$375,668,694.00	\$ -	\$375,668,694.00
10	PAÑETE	\$134,935,925.00	\$ -	\$134,935,925.00
11	CARPINTERIA EN MADERA	\$263,748,868.00	\$ -	\$263,748,868.00
12	CARPINTERIA ALUMINIO/METAL	\$444,203,063.00	\$-	\$444,203,063.00
13	CERRAJERIA	\$9,720,724.00	\$ -	\$9,720,724.00
14	CIELORASO	\$115,692,058.00	\$ -	\$115,692,058.00
15	ESTUCO Y PINTURA	\$73,865,986.00	\$ -	\$73,865,986.00
16	PISOS Y ENCHAPES	\$392,289,311.00	\$-	\$392,289,311.00
17	MOBILIARIO DE OBRA	\$292,460,310.00	\$ -	\$292,460,310.00
18	ANDENES Y SARDINELES	\$2,153,691.00	\$ -	\$2,153,691.00
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>		<b>\$ 4,313,404,844.40</b>	<b>\$ 1,093,025,063.65</b>	<b>\$3,220,379,780.75</b>
<b>COSTO INDIRECTO - 15%</b>		<b>\$647,010,727</b>	<b>\$163,953,760</b>	<b>\$483,056,967</b>
<b>TOTAL</b>		<b>\$4,960,415,571</b>	<b>\$1,256,978,823</b>	<b>\$3,703,436,748</b>
<b>PORCENTAJE</b>		<b>100%</b>	<b>25.3%</b>	<b>74.7%</b>

*Nota.* La tabla muestra el resumen del costo total, el ejecutado y lo que falta por ejecutar de las actividades del

proyecto Torre BE. Tomado de: Elaboración propia del Autor.

En el presupuesto del proyecto Montelago III, se cuantificó un 49.6 % ejecutado hasta la fecha de culminación de la práctica empresarial, respecto al 100 % que se tenía programado culminar en diciembre de 2022. Se actualizaron los APU de las actividades de suministro e instalación de acueducto y pavimentación de la vía, las cuales no se han ejecutado, con el fin de actualizar el valor de cada una de estas con los precios actuales del mercado. En la Tabla 3 se presenta un resumen del presupuesto, y para más información ver Apéndice B.

**Tabla 3.**

## Resumen del presupuesto - Proyecto Montelago III

RESUMEN MONTELAGO III					
ITEM	ACTIVIDADES	V. TOTAL	V. EJECUTADO	V. POR EJECUTAR	% PROGRAMADO A FECHA DE CORTE
1	PRELIMINARES	\$ 34,179,312	\$ 27,582,039	\$ 6,597,273	100%
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS	\$ 138,388,633	\$ 138,388,633	\$ 0	100%
3	ALCANTARILLADO SANITARIO	\$ 159,037,240	\$ 143,416,020	\$ 15,621,220	100%
4	ACUEDUCTO	\$ 60,731,559	\$ 21,125,041	\$ 39,606,518	100%
6	SISTEMA ELECTRICO Y ALUMBRADO	\$ 135,400,000	\$ 67,700,000	\$ 67,700,000	100%
7	BORDILLOS	\$ 39,084,077	\$ 39,084,077	\$ 0	100%
8	PAVIMENTACION DE LA VIA	\$ 314,973,571	0	\$ 314,973,571	100%
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>		\$ 881,794,392	\$ 437,295,810	\$ 444,498,582	100%
<b>TOTAL COSTO INDIRECTO - 15%</b>		\$ 132,269,159	\$ 65,594,371	\$ 66,674,787	100%
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 1,014,063,550</b>	<b>\$ 502,890,181</b>	<b>\$ 511,173,369</b>	100%
<b>PORCENTAJE</b>		<b>100%</b>	<b>49.6%</b>	<b>50.4%</b>	<b>100.0%</b>

*Nota.* La figura muestra el resumen del costo total, el ejecutado y lo que falta por ejecutar de las actividades del

proyecto Montelago III. Tomado de: Elaboración propia del Autor.

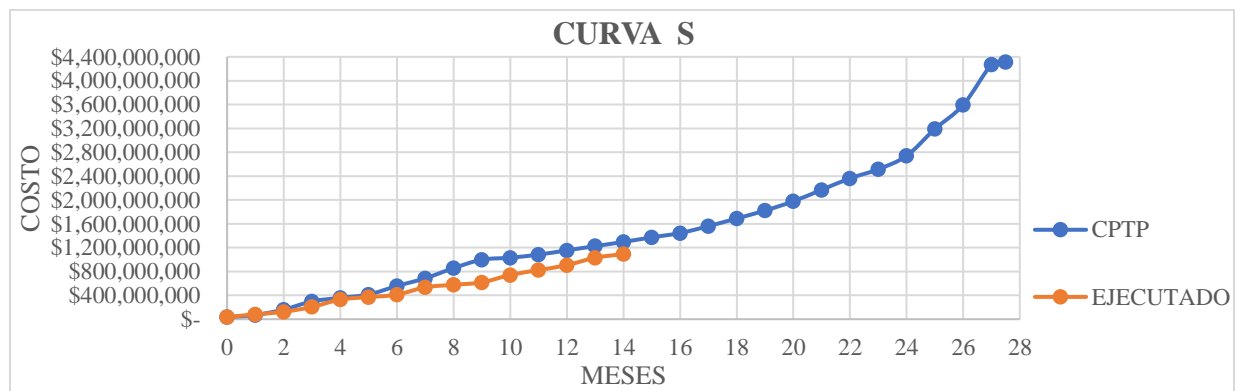
Según la cámara colombiana de la construcción (CAMACOL), este aumento en los costos es debido a que este año, los analistas económicos han advertido sobre una desaceleración económica. La pandemia del virus Covid-19 en el 2020, provocó que muchas fábricas y plantas de producción cerraran o disminuyeran su capacidad de operación para cumplir con las restricciones y medidas de salud. Esto condujo a la escasez de materiales de construcción como madera, acero, cemento y productos químicos, lo que a su vez aumentó los precios de adquisición de los mismos. También, el conflicto bélico entre Rusia y Ucrania ha contribuido en un aumento de los precios de la energía y los costos de producción de varios bienes (Cámara Colombiana de la Construcción - CAMACOL, 2023).

### 5.1.2. Programaciones

Como resultado, para el proyecto Torre BE, teniendo en cuenta que la fecha de inicio fue el 7 de febrero de 2022, en la Figura 9 se observa que a la actualidad se obtuvo retraso en la ejecución del presupuesto aproximadamente del 10%.

**Figura 9.**

Curva S - Proyecto Torre BE

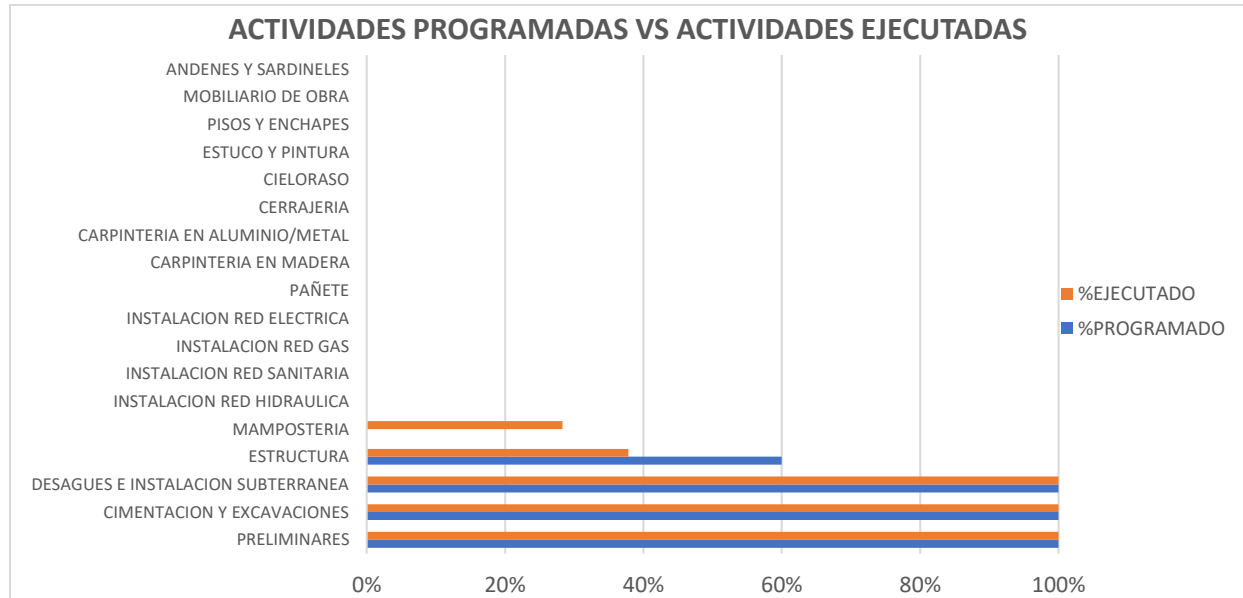


*Nota.* La figura muestra la proyección del costo presupuestado del trabajo programado según la programación que se realizó en Project vs el costo ejecutado del proyecto Torre BE. Tomado de: Elaboración propia del Autor.

En la Figura 10, se muestra la comparación entre los porcentajes programados y ejecutados de las actividades del proyecto Torre BE, donde se evidencia retrasos en la estructura al igual que en la curva S. Esto es debido a factores internos de la empresa, ya que los proyectos se financian y se invierten en ellos acorde a las ventas, lo que puede generar demoras en las compras y llegada de materiales. Adicionalmente, como en este proyecto en particular la mano de obra se ejecuta con un contratista al cual se le paga por actividad realizada, más no por tiempo trabajado, no se tiene control sobre el rendimiento en las actividades.

**Figura 10.**

Actividades programadas vs actividades ejecutadas - Proyecto Torre BE



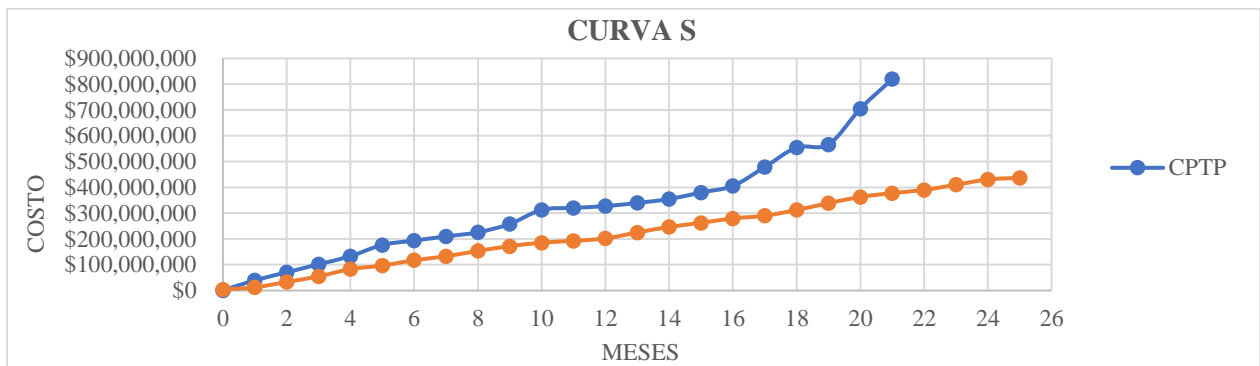
*Nota.* La figura muestra la comparación del porcentaje programado vs el porcentaje ejecutado de las actividades del proyecto Torre BE. Tomado de: Elaboración propia del Autor.

El proyecto Montelago III, fue iniciado el 1 de marzo de 2021, y en la Figura 11 se observa que debería estar terminado en diciembre de 2022. Sin embargo, al igual que en el proyecto Torre BE, las actividades se financian acorde a las ventas, de modo que los retrasos se deben en parte a factores externos relacionados con el aspecto mercantil, el cual fue afectado por circunstancias como la pandemia, conflictos bélicos y la incertidumbre de inversión la región y el país. Las demoras principales se deben a la llegada de materiales debido a la falta de capital, y adicionalmente en el proyecto Montelago III, se tuvo problemas con maquinaria de obra. Específicamente, la antigüedad de la maquinaria destinada a la excavación para redes de alcantarillado y acueducto, ocasionó la necesidad de constantes de reparaciones, lo que llevó a realizar la mayor parte de la excavación de forma manual, la cual tiene rendimiento mucho menor.

La Figura 12 confirma lo anteriormente mencionado, y se puede ver el contraste de las dos curvas, donde según CPTP todas las actividades deberían estar a un 100% ejecutadas para 4 meses antes de la fecha de finalización de la práctica empresarial.

**Figura 11.**

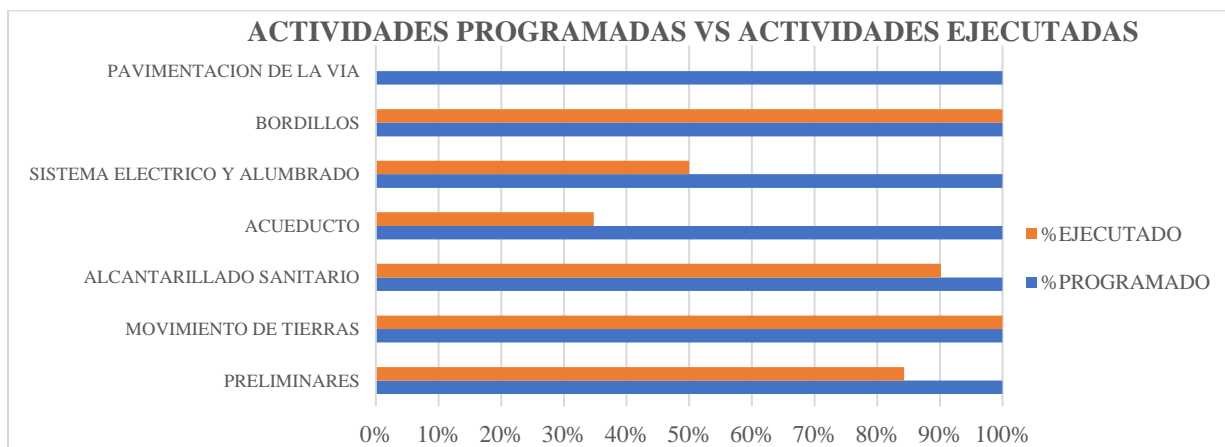
Curva S - Proyecto Montelago III



*Nota.* La figura muestra la proyección del costo presupuestado del trabajo programado según la programación que se realizó en Project vs el costo ejecutado del proyecto Montelago III. Tomado de: Elaboración propia del Autor.

**Figura 12**

Actividades programadas vs actividades ejecutadas del proyecto Montelago III




*Nota.* La figura muestra la comparación de los porcentajes ejecutado y programado de las actividades del proyecto Montelago III. Tomado de: Elaboración propia del Autor.

5.1.3. Informes de avance de obra

Se presentaron informes de avance durante la permanencia en cada uno de los proyectos al ingeniero tutor de la práctica. En la Figura 13 se muestra el formato de informes, los cuales tienen el fin de registrar el avance y detallar el progreso de las actividades constructivas. Sin embargo, en el proyecto Torre BE, no se llevó el control de las cantidades de actividades debido a que el contratista de mano de obra es el responsable de esta componente, por tener acuerdo de responsabilidad por actividad realizada (Ver Apéndice C).

Figura 13.

Formato de informes de avance de obra

		CONSTRUCCIONES Y URBANIZACIONES LG NIT: 900450388-7				
INFORME QUINCENAL DE OBRA						
NOMBRE DEL PROYECTO:						
SEMANAS:				FECHA DE INFORME:		
PRESENTADO A:		DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA				
		INGENIERO: ALVARO QUINTERO ROJAS			ARQUITECTO:	
REALIZADO POR:		CARGO:				
ACTIVIDADES REALIZADAS DURANTE LA SEMANA:						
•						
•						
RELACION DE PERSONAL, EQUIPOS Y MATERIALES						
DESCRIPCION	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO
Personal						
Materiales						
Equipo						
Herramienta						
CONTROL DE CANTIDADES DE OBRA						
ACTIVIDAD	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO
•						
•						
OBSERVACIONES:						
LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	
REGISTRO FOTOGRAFICO						
Fotografía 1.			Fotografía 2.			

Nota. La figura muestra el formato de avance de obra presentado quincenalmente al tutor. (Construcciones y Urbanizaciones LG S.A.S., 2018). Tomado de: Formato de documentos de la empresa.

## **5.2. Actividades de apoyo en la revisión y control de actividades de obra**

Con el fin de garantizar la correcta ejecución de cada una de las actividades de los proyectos donde se realizó la presente práctica empresarial, se verificó que se cumpliera con las especificaciones dadas en los diseños y con la normatividad vigente en cada una de estas.

### **5.2.1. Sistema de alcantarillado sanitario - Proyecto Montelago III**

En esta actividad, se verificó la correcta ejecución de todas las obras de instalación del sistema de alcantarillado sanitario del proyecto Montelago III, y a su vez el cumplimiento de las especificaciones de diseño y de la normatividad vigente.

#### **5.2.1.1. Especificaciones de diseño y normatividad vigente**

El proyecto cuenta con los parámetros de diseño del alcantarillado sanitario donde se evidencian los tramos entre pozos de inspección y adicionalmente longitudes, diámetros, pendientes y velocidades de las tuberías de alcantarillado Novafort de Pavco Wavin. Durante la estancia en el proyecto Montelago III, se realizó el tramo PS10-PS11 con una longitud de 49.3 metros lineales, y con 14 acometidas domiciliarias.

La norma que rige dicha actividad actualmente en Colombia, es la resolución 0330 de 08 de junio de 2017 "Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS y se derogan las resoluciones 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005 y 2320 de 2009" (Tabla 4).

**Tabla 4.**

## Lineamientos del RAS sobre instalación Alcantarillado Sanitario

<b>Localización</b>	Las tuberías de alcantarillado deben estar a una distancia mínima de 0.5m de la acera y 1.5m del paramento, medida entre las superficies externas del conducto. No pueden estar ubicadas en la misma zanja de una tubería de acueducto, y su cota clave siempre debe estar por debajo de la cota de batea de la tubería de acueducto. Las distancias mínimas libres entre los colectores de la red del sistema de recolección y evacuación de aguas residuales y/o lluvias, y las tuberías de otras redes de servicios públicos deben ser 1.0 m en la dirección horizontal y 0.3m en la dirección vertical, medidas entre las superficies externas de los dos conductos.
<b>Conexión domiciliaria a la red de alcantarillado sanitario</b>	El diámetro interno real mínimo de la tubería es 140 mm. La pendiente de la tubería mínima es de 2%. La entrega a la red de alcantarillado debe ser por gravedad y por la parte media superior del colector de alcantarillado, como mínimo las cotas claves de las tuberías deben quedar al mismo nivel. En el empate a la tubería de la red de alcantarillado se deben usar accesorios como silla tee, silla yee, tee y/o yee o cajas de empalme en el caso de tuberías en concreto.
<b>Estructuras de conexión.</b>	Las estructuras de conexión deben ubicarse como mínimo al inicio de la red; en los cambios de dirección del flujo; en los cambios de diámetro, material y pendiente del colector; en la confluencia de más de dos tuberías; y a distancia máxima de 120 m para tramos con aportes de caudal. Debido a que el diámetro de las tuberías conectadas es de 200 a 500 mm el diámetro interno de la estructura es 1.2 metros y diámetro mínimo de acceso es de 0.60 metros y debe contar con tapa, adicionalmente se deberá proveer escalera de acceso anticorrosiva, que puede ser permanente o móvil. Todas las estructuras de conexión deben tener cañuelas en el fondo, con el fin de disminuir las pérdidas de energía, el ancho de la cañuela debe como mínimo el ancho del diámetro interno de la tubería de menor tamaño que se conecte a la estructura y crecer en forma gradual hacia la tubería de salida. Para velocidades superiores a 5m/s se deben diseñar estructuras de disipación.
<b>Diámetro</b>	El diámetro interno mínimo permitido en redes de alcantarillado sanitario es 170 mm, para poblaciones menores de 2500 habitantes, el diámetro interno permitido es 140 mm.

*Nota.* La tabla muestra algunos lineamientos sobre la instalación de alcantarillado sanitario. Tomado de: (Ministerio de Vivienda, 2017).

**5.2.1.2. Ejecución de la actividad**

La excavación de una zanja, consiste en remover el suelo para crear una cavidad, en este caso de aproximadamente 80 a 90 centímetros de ancho, donde se pueda instalar la tubería, y puede llevarse a cabo tanto de forma mecánica como manual. La excavación mecánica implica el uso de maquinaria pesada, mientras que la excavación manual se realiza utilizando herramientas como palas, picos y carretillas. De forma manual, suele ser más lenta y requiere un mayor esfuerzo físico.

Las estructuras de conexión se utilizan para acceder al sistema de alcantarillado, realizar inspecciones o mantenimiento y permitir el flujo de las aguas negras (Ministerio de Vivienda, 2017). En el proyecto se realizaron estas estructuras con mampostería en ladrillo macizo y mortero de pega de dosificación 1:4. Cumpliendo con la normativa, cuenta con una escalera de acceso realizada con varilla corrugada #5, con tapa metálica de tráfico liviano para las estructuras que se ubican en las vías, y en el fondo cuenta con cañuelas realizadas en concreto con una resistencia de 21 MPa.

El suministro e instalación de tubería PVC implicó la colocación y conexión de tubería de PVC (policloruro de vinilo) alcantarillado – Novafort (Figura 14), la cual es una tubería de pared estructural, fabricada en un proceso de doble extrusión, pared interior lisa y exterior corrugada. Cuenta con un sistema de unión mecánico, campana espigo con hidrosello de caucho. Estas tuberías son diseñadas específicamente para transportar aguas residuales y aguas negras (Pavco Wavin, 2023). Las tuberías de PVC de alcantarillado sanitario se colocan cuidadosamente en las zanjas y se unen mediante conexiones herméticas para garantizar que no haya fuga.

**Figura 14.**

Tubería de alcantarillado sanitario Novafort



*Nota.* La figura muestra tubería de alcantarillado sanitario. Tomado de: (Pavco Wavin, 2023).

Para el suministro e instalación de la acometida domiciliaria en el proyecto, se utilizó la acometida de 6" utilizando como accesorio una silla yee de 8" a 6". Según el proveedor (Pavco), la correcta instalación debe ser con un kit de silla yee, que consta de dos abrazaderas fabricadas en acero inoxidable para evitar la corrosión, las cuales van sobre el lomo de la silla yee, y un hidrosello de caucho que evita las fugas entre la silla yee y el colector (Pavco Wavin, 2023). Sin embargo, el proceso de instalación en el proyecto fue el siguiente: primero se identificó el punto de la acometida, que se instala en la zona más baja dependiendo de la topografía del lote; luego, una vez excavado, se procede hacer la incisión con una segueta en la parte media superior del colector; después se verificó que este limpio el accesorio (Silla yee) y se instala con silicona; finalmente se asegura la conexión en cada uno de los lomos de la silla yee con 25 vueltas de alambre galvanizado calibre #12.

Por último, se realiza el relleno y compactación de la zanja de forma manual, lo que involucra la colocación y compactación del material proveniente de excavación para crear una superficie estable. Se colocó el material granular en capas sobre la superficie a rellenar, las cuales suelen tener un espesor de 20 a 40 cm, y se extendieron de manera uniforme con palas. Después de colocar cada capa de material, se realizó la compactación con una rana compactadora para comprimir el material y eliminar cualquier espacio vacío o huecos, ayudando a mejorar la densidad y estabilidad del relleno. La colocación y compactación del material se repiten en capas sucesivas hasta alcanzar la altura o el nivel de relleno requerido. En la Figura 15 se observan registros fotograficos de las actividades anteriormente mencionadas.

**Figura 15.**

Actividades necesarias para el suministro e instalación de alcantarillado sanitario



*Nota.* La figura muestra las actividades del suministro e instalación de alcantarillado sanitario. Tomado de:

Elaboración propia del Autor.

Siendo la actividad de excavación un ítem muy importante en esta actividad por su gran esfuerzo en tiempo, se realizó una comparación en la Tabla 5 de los dos tipos de excavación.

**Tabla 5.**

Cuadro comparativo de aspectos de la excavación mecánica y excavación manual

<i>Aspecto</i>	<i>Excavación Mecánica</i>	<i>Excavación Manual</i>
<i>Velocidad</i>	Alta	Baja
<i>Rendimiento</i>	60 m <sup>3</sup> por día*	9 m <sup>3</sup> por día, 1 cuadrilla AA*
<i>Esfuerzo físico</i>	Bajo	Alto
<i>Requerimientos de mano de obra</i>	Menos personal requerido	Mayor personal requerido
<i>Costos</i>	Mayor inversión en combustible y maquinaria	Mayor inversión en el personal y las herramientas
<i>Flexibilidad</i>	Mayor capacidad para adaptarse a diferentes condiciones del suelo y tamaños de zanja	Menor capacidad para adaptarse a condiciones del suelo y tamaños variables
<i>Seguridad</i>	Menor riesgo de lesiones debido a la utilización de maquinaria pesada	Mayor riesgo de lesiones debido al trabajo manual y manejo de herramientas

*Nota.* La figura muestra la comparación de los aspectos más importantes de la excavación mecánica y manual; \*Los valores de rendimiento fueron consultados en Construdata. Tomado de: Elaboración propia del Autor.

La revista Construdata evidencia en sus bases de datos que la excavación mecánica general es más costosa, dando como resultado un valor para la excavación manual general por m<sup>2</sup> de \$ 18.920,37 (Construdata, 2023) y la excavación mecánica por m<sup>2</sup> \$ 36.925,58 (Construdata, 2023), ambos valores para la ciudad de Bogotá. Estos datos varían con respecto a los valores de precios y rendimientos de Construprecios, los cuales, según la experiencia obtenida en campo, se puede decir que son más fieles a la realidad de los proyectos.

No obstante, al realizar APU de excavación manual y mecánica, como se puede observar en la Tabla 6, aun utilizando el rendimiento de la excavación mecánica en Construdata, se puede concluir que, en términos de costos para la empresa, es más económica la excavación mecánica.

**Tabla 6.**

Análisis de precios unitarios Excavación manual vs Excavación mecánica

SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO				
ITEM				UND
EXCAVACION MANUAL SIN CLASIFICAR				m <sup>3</sup>
<b>1. EQUIPO</b>				
DESCRIPCIÓN	TIPO	V/DIA	RDTO	V/PARCIAL
Herramienta menor			5%	\$2,664.15
<b>COSTO DIRECTO</b>				\$2,664.15
<b>3. MANO DE OBRA</b>				
CUADRILLA		V/DIA + PRESTACIONES	RDTO	V/PARCIAL
Ayudante	1	\$65,579.23	1.23	\$53,283.00
<b>COSTO DIRECTO</b>				\$53,283
<b>COSTO DIRECTO TOTAL</b>				<b>\$55,947</b>

SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO				
ITEM				UND
EXCAVACION MECÁNICA SIN CLASIFICAR				m <sup>3</sup>
<b>1. EQUIPO</b>				
DESCRIPCIÓN	TIPO	V/HORA	RDTO	V/PARCIAL
Retroexcavadora	CAT	\$139,685.38	0.15	\$20,952.81
Herramienta menor			5%	\$61.50
<b>COSTO DIRECTO</b>				\$ 21,014.31
<b>3. MANO DE OBRA</b>				
CUADRILLA		V/DIA + PRESTACIONES	RDTO	V/PARCIAL
Ayudante	1	\$65,579.23	53.33	\$1,230.00
<b>COSTO DIRECTO</b>				\$1,230
<b>COSTO DIRECTO TOTAL</b>				<b>\$ 22,244</b>

Nota. La tabla muestra la comparación del análisis de precios de excavación mecánica y excavación manual.

Tomado de: Elaboración propia del autor y valores tomados de (Camargo, 2023).

### 5.2.2. Sistema de acueducto del proyecto Montelago III

En esta actividad, se verificó la correcta ejecución de todas las obras necesarias para la instalación de sistema de acueducto del proyecto Montelago III, y a su vez el cumplimiento de las especificaciones de diseño y de la normatividad vigente.

#### 5.2.2.1. Especificaciones de diseño y normatividad vigente

El proyecto cuenta con los parámetros de diseño de acueducto, donde se evidencia la ubicación de los nodos y las válvulas necesarias, longitudes, diámetros y pendientes de las tuberías de acueducto y adicionalmente los detalles del hidrante de la red contra incendios. Durante la estancia en el proyecto, se realizó instalación del tramo desde Sg1 hasta NC6. La norma que rige

dicha actividad actualmente en Colombia es la resolución 0330 de 08 de junio de 2017, "Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS y se derogan las resoluciones 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005 y 2320 de 2009". (Ministerio de Vivienda de Colombia, 2020). En la Tabla 7 se describen algunos lineamientos tenidos en cuenta en esta actividad.

**Tabla 7.**

Lineamientos del RAS de instalación de red de agua potable

<b>Localización</b>	En redes nuevas y cuando la persona prestadora del servicio público de acueducto en el municipio no tenga normas que especifiquen la localización de las redes de distribución de agua potable, las tuberías se deben ubicar en los costados norte y oriente de las calles y carrera, exceptuando aquellas vías que lleven doble tubería. Las tuberías de acueducto menores a 12” deben estar separadas de los paramentos a una distancia horizontal mínima de 0.5 m. Las tuberías de acueducto no pueden estar ubicadas en la misma zanja de una tubería de alcantarillado de aguas residuales, lluvias o combinadas, y su cota inferior debe estar siempre por encima de la cota clave de alcantarillado. Las distancias mínimas entre las tuberías que conforman la red de distribución de agua potable y las tuberías de otras redes de servicios públicos es 1.0 m en la dirección horizontal y 0.3 m en la dirección vertical, medidos entre las superficies externas de los dos conductos. La profundidad de instalación de las tuberías que conforman la red no debe exceder de 1.5 m medidos desde la cota clave hasta la superficie del terreno y las profundidades mínimas a la clave de la tubería, en vías peatonales o zonas verdes o agrícolas 0.60 m zona urbana y 1.00 m zona rural, en vías vehiculares 1.00 m zona urbana y 1.00 m zona rural.
<b>Diámetro</b>	El diámetro mínimo de las redes de distribución no deberá ser inferior a 75 mm para sectores urbanos, mientras que sectores rurales 50 mm.

*Nota.* La tabla muestra algunos lineamientos sobre la instalación de red de agua potable. Tomado de: (Ministerio de Vivienda, 2017).

### 5.2.2.2. Ejecución de la actividad

Al igual que en la actividad de suministro e instalación de alcantarillado, la excavación se puede realizar manual o de forma mecánica, y en este caso el tamaño de la zanja es de 50 a 60 cm de ancho. La tubería utilizada en la instalación del acueducto, es la tubería biaxial de Pavco Wavin que es fabricada de acuerdo con la Norma ASTM F 1483 (Figura 16).

**Figura 16.**

Tubería biaxial Pavco de red de Acueducto

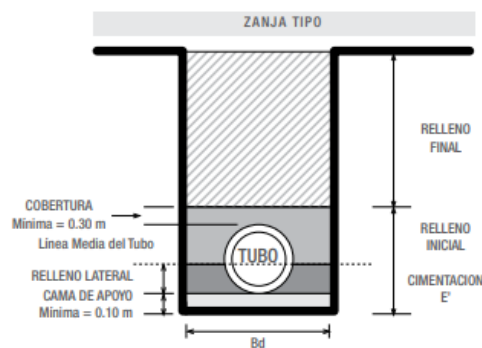


*Nota.* La figura muestra tubería de alcantarillado sanitario. Tomado de: (Pavco Wavin, 2023).

Para la instalación de la tubería, se preparó el fondo de la zanja de modo que quedara firme y libre de piedras. En casos de suelo rocoso, se acondicionó el fondo con una capa de 10 cm de espesor de recebo fino y se compactó, como lo estipula la norma NTC 3742 (Figura 17).

**Figura 17.**

Zanja Tipo para tubería de Acueducto



*Nota.* La figura muestra la zanja tipo para tubería de Acueducto. Tomado de: (Pavco Wavin, 2023).

Se instaló la tubería usando uniones mecánicas con hidrosello, a las cuales se le aplicó un lubricante para que entrara con facilidad el tubo realizando un poco de presión. En cuanto a los accesorios, se recomienda que los codos sean de gran radio. Para el caso de las acometidas, se utilizaron collarines en los cuales se perfora la tubería principal, permitiendo así el flujo de agua hacia la acometida que, utilizando ciertos accesorios (adaptador macho de 1/2“, codo de 90°, llave de paso de 1/2” y tubos de 1/2”), hacen llegar el servicio a cada predio. Luego de hacer la instalación, se realizó el relleno con material proveniente de excavación en capas no mayores a 25 cm y se compactó de manera manual con pisón debido al ancho limitado de la zanja. En la Figura 18 se observa el registro fotográfico de las actividades anteriormente mencionadas.

**Figura 18.**

Actividades necesarias para el suministro e Instalación de red de Acueducto



*Nota.* La figura muestra las actividades del suministro e instalación de red de distribución de acueducto. Tomado de:

Elaboración propia del Autor.

### **5.2.3. Armado y fundición de elementos estructurales del Torre BE**

En esta actividad se verificó la correcta ejecución de todas las obras necesarias para completar el armado de acero y la fundición de todos los elementos estructurales del proyecto Torre BE, y a su vez el cumplimiento de las especificaciones de diseño y normatividad vigente.

#### **5.2.3.1. Especificaciones de diseño y normatividad vigente**

El proyecto cuenta con planos estructurales detallados, donde se establecen indicaciones del armado de acero como traslapos, separaciones y cantidades, para vigas, viguetas y columnas. Adicionalmente el concreto cuenta con un diseño de mezcla para los elementos estructurales de 1.25:2:2. y pruebas de resistencia.

La norma que rige dicha actividad es el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10, la cual presenta requisitos mínimos que garantizan que se cumpla el fin primordial de salvaguardar las vidas humanas ante la ocurrencia de un sismo. Dentro de este reglamento, se encuentra el Título I de Supervisión Técnica, en el que se estipula que “de acuerdo con lo requerido por el Título V de la Ley 400 de 1997 en su Artículo 18, la construcción de la estructura de edificaciones cuya área construida, independientemente de su uso, sea mayor de 3000 m<sup>2</sup>, debe someterse a una supervisión técnica, realizada de acuerdo con los requisitos del Título V de la Ley 400 de 1997 y del Título I del presente Reglamento” (Comision Asesora Permanente de Ingenieria Sismica, 2010). Pero en este caso, según la tabla I.4.3-1, en el que se clasifica el grado de supervisión técnica recomendado, teniendo en cuenta que la edificación cuenta con un área de 2078.58 m<sup>2</sup> (Construcciones y Urbanizaciones LG S.A.S., 2021), y de acuerdo con su grupo de uso I, la supervisión puede ser realizada por el constructor. En la Tabla 8 se presentan regulaciones del reglamento colombiano sismo resistente NSR-10, tenidas en consideración para el proyecto.

**Tabla 8.**

Requisitos de control de materiales y construcción del concreto estructural

Requisitos de control de concreto estructural		
Tema	Título	Especificación
Materiales cementantes	C.3.2	Cemento fabricado bajo las normas NTC 121 y NTC 321
Agregados	C.3.3	Los agregados deben cumplir con las siguientes normas; Agregado peso normal: NTC 174. Agregado liviano: NTC 4045.
		El tamaño máximo nominal del agregado grueso no debe ser superior a: 1/5 de la menor separación entre los lados del encofrado, ni a 1/3 de la altura de la losa, ni a 3/4 del espaciamiento mínimo libre entre las barras o alambres individuales de refuerzo o paquetes de barras.
Agua	C.3.4	El agua empleada en el mezclado del concreto debe cumplir con las disposiciones de la norma NTC 3459.
Acero de refuerzo	C.3.5	El refuerzo debe ser corrugado, deben ser de acero de baja aleación que cumplan con la norma NTC 2289.
	C.21.5	Refuerzo en estructuras con capacidad de disipación de energía moderada (DMO) y especial (DES).
Aditivos	C.3.6	Los aditivos para reducción de agua y modificación del tiempo de fraguado deben cumplir con la norma NTC 1299 (ASTM C494M).
Aceptación del concreto	C.5.6	El concreto debe ensayarse de acuerdo con los requisitos de C.5.6.2 a C.5.6.5.
Almacenamiento de materiales	C.3.7	El material cementante y los agregados deben almacenarse de tal manera que se prevenga su deterioro o la introducción de materia extraña
Dosificación de las mezclas de concreto	C.5.2.	Adecuada trabajabilidad y consistencia permitiendo su fácil colocación dentro del encofrado y alrededor del refuerzo, sin problemas de segregación o exudación excesiva durante el proceso de colocación.
		La dosificación del concreto debe establecerse de acuerdo con C.5.3, o alternativamente con C.5.4, y debe cumplir con los requisitos correspondientes del Capítulo C.4.
Mezclado del concreto	C.5.8	Todo concreto debe mezclarse hasta lograr una distribución uniforme de los materiales y la mezcladora debe descargarse completamente antes de que se vuelva a cargar.
Transporte del concreto	C.5.9	El concreto debe transportarse desde la mezcladora al sitio final de colocación empleando métodos que eviten la segregación o la pérdida de material.
Colocación del concreto	C.5.10	La colocación del concreto debe ser a una velocidad adecuada para conservar su estado plástico y fluya fácilmente en los espacios entre el refuerzo. No debe colocarse concreto que haya endurecido parcialmente o que esté contaminado con materiales extraños. Una vez que comience la colocación del concreto, debe hacerse de manera continua hasta completar el llenado del panel o sección.
Curado del concreto	C.5.11	A menos que el curado se realice de acuerdo con C.5.11.3, el concreto debe mantenerse a una temperatura por encima de 10° C y en condiciones de humedad por lo menos durante los primeros 7 días después de la colocación.
Diseño cimbras y encofrado	C.6.1	El fin de las cimbras y encofrados es obtener una estructura que cumpla con la forma, los niveles y las dimensiones de los elementos según lo indicado en los planos de diseño y en las especificaciones.
Descimbrado	C.6.2	La cimbra debe retirarse de tal manera que no se afecte negativamente la seguridad o funcionamiento de la estructura. El concreto expuesto por el descimbrado debe tener suficiente resistencia para no ser dañado por las operaciones de descimbrado.
Ganchos estándar	C.7.1 y	Doble de 180° más una extensión de b 4d, pero no menor de 65 mm en el extremo libre de la barra. Doble de 90° más una extensión de b 12d en el extremo libre de la barra. Para
	C.7.2	

Requisitos de control de concreto estructural		
Tema	Título	Especificación
		estribos y ganchos de estribo: Barra No. 5 (5/8") o 16M (16 mm) y menores, dobléz de 90° más b 6d de extensión en el extremo libre de la barra, o Barra No. 6 (3/4") o 20M (20 mm), No. 7 (7/8") o 22M (22 mm), y No. 8 (1") o 25M (25 mm), dobléz de 90° más extensión de b 12d en el extremo libre de la barra, o Barra No. 8 (1") o 25M (25 mm) y menor, dobléz de 135° más extensión de b 6d en el extremo libre de la barra.
Doblado	C.7.3	Todo refuerzo debe doblarse en frío, a menos que el profesional facultado para diseñar permita otra cosa.
Condiciones de la superficie del refuerzo	C.7.4	En el momento que es colocado el concreto, el refuerzo debe estar libre de barro, aceite u otros recubrimientos no metálicos que reduzcan la adherencia. El refuerzo con óxido, escamas o una combinación de ambos, debe considerarse satisfactorio si las dimensiones mínimas (incluyendo la altura de los resaltes del corrugado) y el peso de una muestra limpiada utilizando un cepillo de alambre de acero, cumple con las especificaciones.
Colocación del refuerzo	C.7.5	El refuerzo, debe colocarse con precisión y estar adecuadamente asegurado antes de colocar el concreto, y debe fijarse para evitar su desplazamiento dentro de las tolerancias aceptables dadas en C.7.5.2.
Límites de espaciamiento del refuerzo	C.7.6	La distancia libre mínima entre barras paralelas de una capa debe ser db, pero no menor de 25 mm. Cuando el refuerzo paralelo se coloque en dos o más capas, las barras de las capas superiores deben colocarse exactamente sobre las de las capas inferiores, con una distancia libre entre capas no menor de 25 mm. Los grupos de barras paralelas dispuestas en un paquete para trabajar como una unidad deben limitarse a 4 barras para cada paquete.
Protección de concreto para el refuerzo	C.7.7	El recubrimiento especificado para el refuerzo no debe ser menor que lo siguiente: Concreto expuesto a suelo o a la intemperie: Barras No. 6 (3/4") o 20M (20 mm) a No. 18 (2-1/4") o 55M (55 mm) 50 mm, Barras No. 5 (5/8") o 16M (16 mm), alambre MW200 o MD200 (16 mm de diámetro) y menores 40 mm. Losas, muros, viguetas: Barras No. 14 (1-3/4") o 45M (45 mm) y No. 18 (2-1/4") ó 55M (55 mm) 40 mm, Barras No. 11 (1-3/8") o 36M (36 mm) y menores 20 mm. Vigas, columnas: Armadura principal, estribos, espirales 40 mm.
Longitudes de desarrollo y empalmes	C.12	La longitud de desarrollo para barras y alambre corrugados en tracción, Ld, debe determinarse a partir de C.12.2.2 o C.12.2.3, con los factores de modificación de C.12.2.4 y C.12.2.5, pero Ld no debe ser menor que 300 mm.

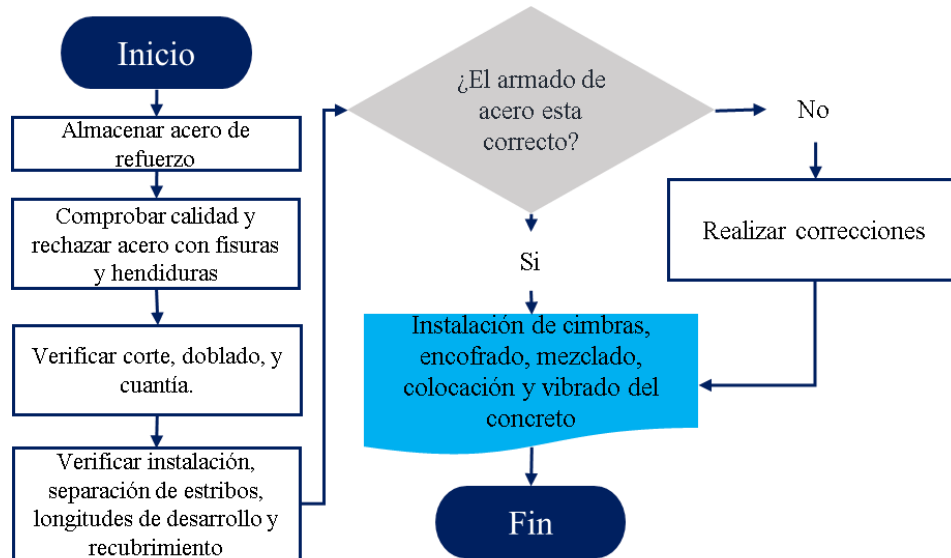
*Nota.* La tabla muestra algunos requisitos del control de materiales y la ejecución de la construcción del concreto estructural según la NSR-10. Tomado de: (Comision Asesora Permanente de Ingenieria Sismica, 2010).

### 5.2.3.2. Ejecución de la actividad

En la Figura 19, se presenta un diagrama de flujo del control del suministro e instalación del acero que es el material utilizado en el refuerzo de los elementos estructurales. Cabe destacar, que se siguieron a cabalidad los diseños y detalles mostrados en los planos y especificaciones.

**Figura 19.**

Diagrama de flujo para el control de la instalación del acero de refuerzo



*Nota.* La figura muestra un diagrama de flujo que detalla el control de suministro e instalación del acero de refuerzo.

Tomado de: Elaboración propia del Autor.

Para el armado de formaletas, se utilizaron tableros metálicos que se aseguraron entre sí con ganchos llamados popularmente como “cucarachas” y con alambre donde fuere necesario. Se utilizaron paraleles y cerchas para realizar oposición a la fuerza vertical ejercida por el concreto una vez vertida dentro del tablero. Para la fundición de los elementos estructurales, se verificó que la estructura a fundir estuviera liberada, y se recubrieron las caras de la formaleta con una sustancia antiadherente (ACPM) para facilitar el desencofrado. Se realizó verificación de la alineación de las formaletas, niveles, espesores y cotas, así como inspección visual del acero de la estructura a fundir para evitar que tuviese elementos o sustancia que impidieran la adherencia con el concreto. Se supervisó el vaciado del concreto, transporte, vibrado y enrase de este, asegurando una superficie final libre de irregularidades. En el proyecto se utilizó pluma grúa como elevador para

transportar el concreto desde el nivel del sótano hacia el nivel donde se utilizó. Finalmente se vigiló el retiro de las formaletas cuidando que durante la ejecución no se afectasen los elementos de las estructuras o desportillaran los bordes, Por último, se examinó el acabado y el curado del concreto durante mínimo 7 días. En la Figura 20 se muestra registro fotográfico de las actividades anteriormente mencionadas.

**Figura 20.**

Actividades para la construcción y armado de elementos estructurales



*Nota.* La figura muestra las actividades de armado y fundición de elementos estructurales. Tomado de: Elaboración propia del Autor.

#### 5.2.4. Mampostería

En esta actividad se verificó la correcta ejecución de todas las obras necesarias para la realización de elementos no estructurales tipo muros divisorios del proyecto Torre BE, y a su vez el cumplimiento de las especificaciones de diseño y de la normatividad vigente.

##### 5.2.4.1. Especificaciones de diseño y normatividad vigente

En esta actividad se siguieron las especificaciones según los planos arquitectónicos, donde se plantea la ubicación de los muros, sus longitudes y material, siendo los muros divisorios exteriores en ladrillo macizo y los demás con bloque H10.

Al igual que los elementos estructurales, los muros divisorios y los elementos no estructurales cuentan con requisitos de supervisión en el Título I de la NSR-10 (Tabla 9).

#### Tabla 9.

Requisitos de control de materiales y ejecución de la construcción de mampostería

Requisitos de control de materiales y ejecución de la construcción de muros divisorios		
Tema	Referencia	Especificación
Peso	B.3.4	Los muros se consideran elementos no estructurales verticales por lo que se debe tener en cuenta los valores de las cargas muertas establecidas en la Tabla B.3.4.2-4.
Desempeño sísmico	Capítulo A.9	El presente Capítulo cubre las previsiones sísmicas que deben tenerse en el diseño de los elementos no estructurales y de sus anclajes a la estructura, Como mínimo debe cumplirse el grado de desempeño indicado en la tabla A.9.2-1

*Nota.* La tabla muestra los requisitos de control de materiales y ejecución de la construcción de mampostería.

Tomado de: Elaboración propia del Autor.

#### 5.2.4.2. Ejecución de la actividad

Lo primero, fue preparar el sitio adecuadamente, nivelando el terreno y limpiando las estructuras de soporte. Segundo, se seleccionó ladrillos de buena calidad para asegurar la estabilidad y durabilidad de la estructura, y se humedeció el ladrillo para que tenga una mejor adherencia con el mortero. Tercero, se hizo la mezcla del mortero de pega (arena, cemento y agua) dosificación 1:4. Cuarto, en algunas ocasiones se cortaron los ladrillos para que encajaran en lugares específicos. Quinto, se verificó regularmente el nivel de las filas de ladrillos para asegurarse de que estuviesen niveladas mediante calandros guiándose por un hilo y la verticalidad de las paredes con una plomada. Y por último se limpió el exceso de mortero de los ladrillos con una espátula antes de que se endureciera. En la Figura 21 se presenta registro fotográfico de la actividad de preparación del mortero de pega y mampostería con ladrillo macizo.

#### Figura 21.

Preparación del mortero y construcción de muros divisorios no estructurales



*Nota.* La figura muestra las actividades de la ejecución de mampostería no estructural. Tomado de: Elaboración propia del Autor.

### **5.3. Actividades de apoyo en la revisión y actualización de los listados de los materiales utilizados en obra**

Se realizó un listado automatizado de entradas y salidas de los materiales y herramientas utilizadas en obra (ver Apéndice F). Adicionalmente, se propuso la utilización de órdenes de pedidos para tener más control de los insumos, con las cuales el ingeniero director de cada obra tiene que dar la autorización firmada, y la persona que reclama debe entregarle una copia al almacenista y firmarle la copia en la casilla “Reclama”, con el fin de crear un control descentralizado donde quede constancia (Ver Apéndice G).

### **5.4. Actividades adicionales realizadas para la empresa**

En el desarrollo de la práctica empresarial como apoyo al departamento de ingeniería de la empresa, se realizaron actividades de apoyo adicionales, como la creación de una plantilla de estimación de cantidades y costos de la ejecución de una placa huella por metro lineal.

#### ***5.4.1. Plantilla de estimación de cantidades y costos de placa huella por metro lineal***

Para el diseño se debe tener en cuenta algunos de los requisitos estipulados en la Guía de Diseño de Pavimentos con Placa-huella del Instituto Nacional de Vías, donde su periodo de diseño es no menor a 20 años y su vehículo de diseño es un camión C-3. Sin embargo, en el proyecto Montelago Condominio Campestre, por ser un proyecto privado, para la disminución de costos no se siguieron en su mayoría las especificaciones relacionadas con las solicitudes mencionadas en dicha guía. No obstante, para garantizar la durabilidad del diseño, se tuvieron en cuenta y adoptaron restricciones de una urbanización campestre aledaña (Figura 22), donde solo se permiten el ingreso de vehículos de bajo peso como automóviles, camperos, microbuses y los vehículos de

carga se limitan a ingresar solo a la mitad de su capacidad, por ejemplo, limitando a que las volquetas de 7 m<sup>3</sup> solo entren con 3.5m<sup>3</sup> de material para construcción.

**Figura 22.**

Placa huella de proyecto aledaño

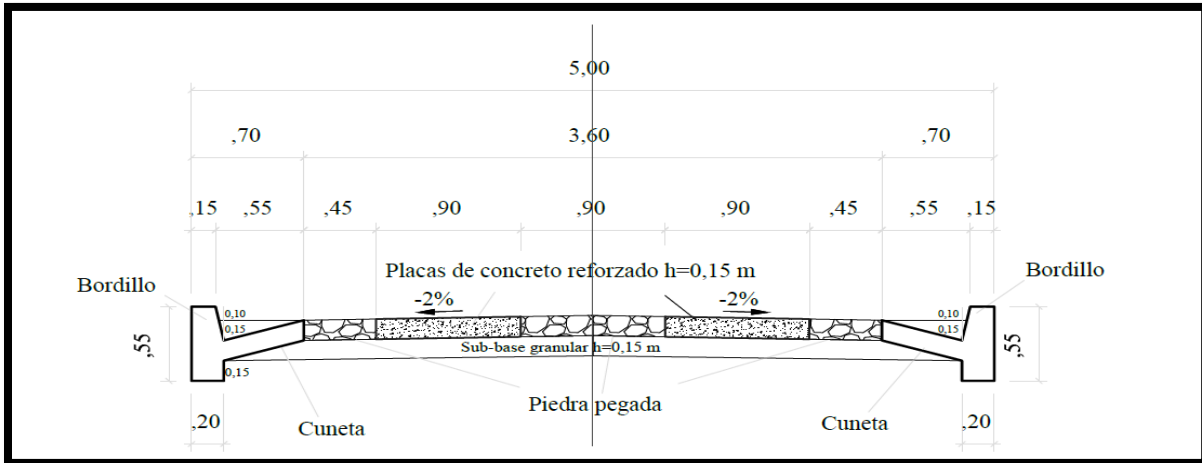


*Nota.* La figura muestra la placa huella de un condominio aledaño. Tomado de: Elaboración propia del Autor.

En la Figura 23 se puede observar la vista de una sección en tramo recto de la placa huella utilizada, sin embargo, para el diseño de la placa huella se omitieron los bordillos y se realizó una cuneta triangular como lo muestra la Figura 22.

**Figura 23.**

Vista en sección de un tramo recto de placa huella



*Nota.* La figura muestra la sección de un tramo recto de la placa huella, tener en cuenta que en la plantilla no se estimaron los costos de bordillos si no solamente de cuneta de sección triangular. Tomado de: (INVIAS, 2017).

Teniendo en cuenta las especificaciones anteriores, se realizó la plantilla de estimación de cantidades para una placa huella tomando como base el formato de plantilla estimación y análisis de cantidades de placa v2.0. (Mocondino, 2021) con un ancho de calzada de 5 metros y con riostras de confinamiento cada 10 metros. Se realizó una estimación de costos utilizando APU suministrados por el tutor, los cuales se revisaron y actualizaron (Ver Apéndice H).

**Tabla 10.**

Estimación cantidades y costos para placa huella por metro lineal

ITEM	ACTIVIDADES	UND	CANT	VLR UNITARIO	VLR PARCIAL
<b>1</b>	PRELIMINARES				
<b>1.1</b>	LOCALIZACION Y REPLANTEO	m <sup>2</sup>	5.40	\$2,208	\$11,923
<b>2</b>	CONSTRUCCION DE PLACA HUELLA				
<b>2.1</b>	EXCAVACIONES VARIAS	m <sup>3</sup>	0.17	\$33,800	\$5,799

ITEM	ACTIVIDADES	UND	CANT	VLR UNITARIO	VLR PARCIAL
2.2	SUBBASE	m <sup>3</sup>	0.78	\$31,759	\$24,772
2.3	ACERO DE REFUERZO RIOSTRAS 42 MPa	kg	1.54	\$4,851	\$7,471
2.4	MALLA ELECTROSOLDADA 4mm PARA HUELLAS	und	0.02	\$369,738	\$7,685
2.5	CONCRETO 21 MPA CLASE D HUELLAS	m <sup>3</sup>	0.26	\$485,861	\$128,559
2.6	CONCRETO 21 MPA CLASE D RIOSTRAS	m <sup>3</sup>	0.02	\$419,181	\$7,964
2.7	CONCRETO 21 MPA CLASE D CUNETAS	m <sup>3</sup>	0.16	\$419,181	\$67,782
2.8	CONCRETO CICLOPEO 60/40	m <sup>3</sup>	0.26	\$369,024	\$97,644
COSTOS DIRECTOS DEL PROYECTO					\$359,599
ADMINISTRACION 10%					\$35,960
IMPREVISTOS 1%					\$3,596
UTILIDAD 4%					\$14,384
<b>COSTO TOTAL PROYECTO</b>					<b>\$413,539</b>

*Nota.* La tabla muestra la estimación de cantidades de materiales y costos para una placa huella. Tomado de:

Elaboración propia del Autor.

#### 5.4.2. *Revisión constructiva huellas y cunetas de placa huella*

La construcción de placa-huellas y cunetas, se realizó por tramos de 10 metros y utilizando afirmado en receba común proveniente de la zona, se replanteó verificando que los niveles fuesen los correctos y se compactó con una rana compactadora. Se realizó la excavación manual de la riostra de confinamiento, luego se instalaron los listones de madera de 0.15 m x 3 m, que son sostenidos por unos pines de aproximadamente 40 o 50 cm de largo hincados el suelo. Terminado el encofrado de huellas y cunetas se realizó el armado y colocación del refuerzo. En este caso, para la riostra en el acero longitudinal, se utilizaron 4 barras #3 acompañado de estribos #2 con separación cada 0.2 m y recubrimiento de las barras longitudinales #3 de 5 cm en la parte inferior y de 4 cm en la parte superior. Para las placas de concreto, se utilizó malla electrosoldada de espesor 4 mm. Finalizado el armado y colocación del refuerzo, se procedió a realizar el mezclado y colocación del concreto apoyados de una mezcladora de 1 bulto. Se utilizó dosificación 1:2:3 con el fin de alcanzar una resistencia de 21 MPa. Se utilizaron herramientas como palas y carretilla para transportar el concreto y colocarlo al sitio final. Adicionalmente se realizaron dilataciones

cada metro, y para mejorar la fricción en las huellas se le dio textura con una escoba de cerda suave. Por último, al día siguiente se realizó el desencofrado, y se mantuvo el curado del concreto por mínimo 7 días después de su colocación. En la Figura 24 se evidencia el registro fotográfico de las actividades anteriormente mencionadas.

**Figura 24.**

Actividades de la construcción de huellas y cunetas de placa huella



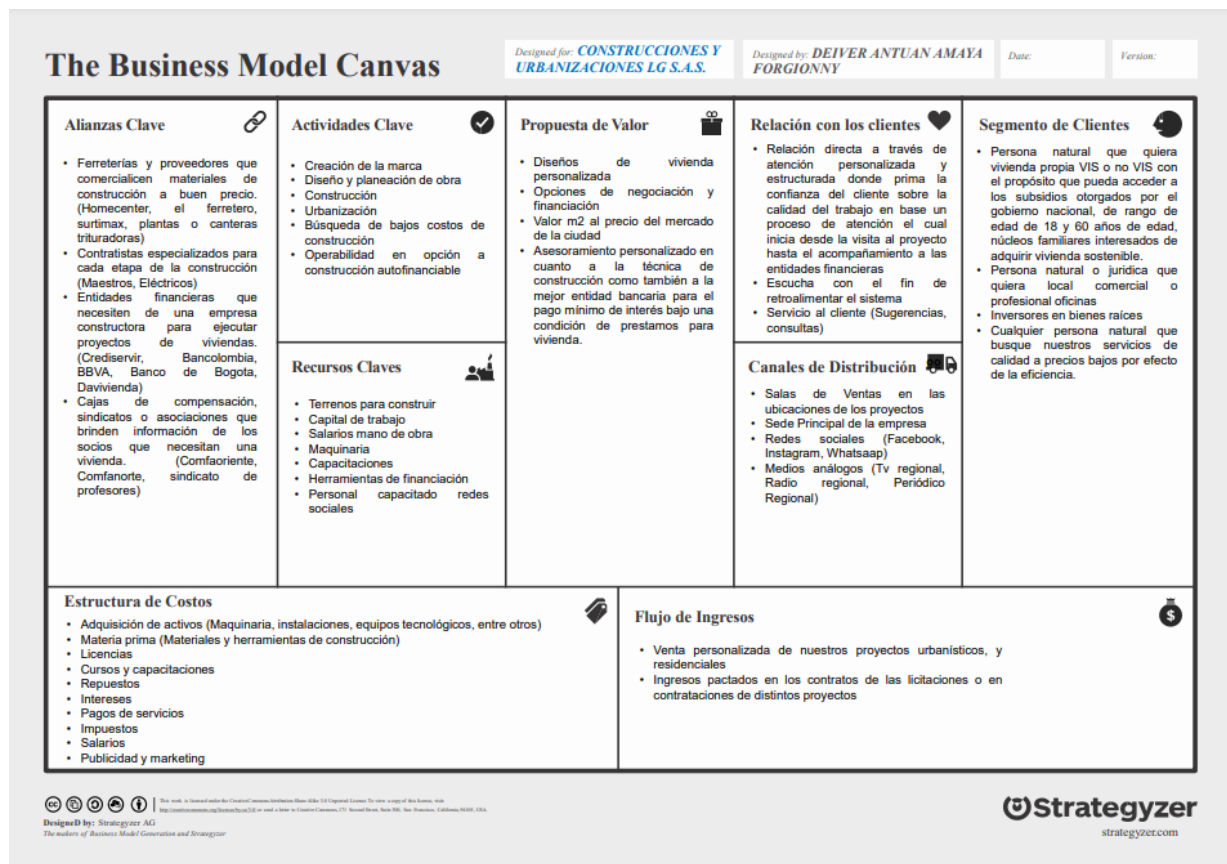
*Nota.* La figura muestra las actividades de la ejecución de construcción de huellas y cunetas de la placa huella en revisión. Tomado de: Elaboración propia del Autor.

### 5.4.3. Business Model Canvas

Como apoyo a gerencia se elaboró esta herramienta de estrategia empresarial, aportando la metodología para la estructuración del modelo de negocios de la empresa como lo muestra la Figura 25. El modelo de negocios Canvas fue creado por Alexander Osterwalder, quien la define como una herramienta de gestión para describir cómo una organización crea, entrega y captura valor mediante 9 componentes elementales.

Figura 25.

Business Model Canvas



Nota. La figura muestra la herramienta de modelo de negocios Canvas. Tomado de: Elaboración propia del

Autor.

## **6. Conclusiones**

Realizar la revisión y el control sobre costos de insumos, mano de obra y los proveedores del sector, ayuda a tener una mejor visión sobre el mercado y tomar mejores decisiones para la obra, reflejándose en el ahorro de tiempos y/o costos.

Revistas como Construprecios y Construdata, son herramientas útiles para el estudio de los precios y rendimientos del sector constructivo. Sin embargo, a la hora de ejecutar, la mayoría de los precios están sobrevalorados en comparación a la realidad de la mano de obra local, por lo cual planificar con estas herramientas puede significar estar por arriba del costo real.

Un adecuado seguimiento y control de las obras ayuda a identificar posibles problemas del proceso de construcción, lo que permite tomar medidas correctivas y evitar costosos retrasos en el futuro. Además, el seguimiento de las obras en relación con las especificaciones y normas de calidad es esencial para cumplir con los requisitos legales, así como para satisfacer las expectativas de los usuarios finales.

Contar con una plantilla de entradas, salidas y registros detallados de los materiales utilizados en la obra, contribuye a la transparencia del proceso de construcción, ya que se pueden compartir con los diferentes actores involucrados en el proyecto. La actualización periódica de los listados de materiales garantiza que se estén utilizando los insumos correctamente, evitando desperdicios innecesarios.

Llevar a cabo esta práctica empresarial fue una experiencia interesante de la cual se obtuvo crecimiento profesional. Se actualizaron los precios unitarios de los presupuestos, y se implementó la programación de obra en el software Microsoft Project. Se tuvo la oportunidad de ganar experiencia de campo en construcción, poniendo a prueba y reforzando los conocimientos adquiridos durante la formación académica.

### Bibliografía

- Amaya, W. B. (2020). *Apoyo tecnico al departamento de ingenieria y propuesta de plan estrategico para el proceso constructivo del proyecto "Torre BE" de la empresa Construcciones y Urbanizaciones LG S.A.S.* Ocaña.
- Cámara Colombiana de la Construcción - CAMACOL. (2023). *Análisis de los indicadores del mercado de vivienda: retos y oportunidades de recuperación.* Bogotá: CAMACOL.
- Camara Colombiana De La Construcción. (15 de Febrero de 2022). *CAMACOL.* Obtenido de <https://camacol.co/actualidad/noticias/valor-agregado-en-la-construccion-de-edificaciones-crecio-116-durante-2021>
- Camargo, A. F. (2023). *Construprecios.* Cúcuta.
- Comision Asesora Permanente de Ingenieria Sismica. (2010). *Reglamento Colombiano de Construccion Sismo Resistente.* Bogota: Asociación Colombiana de Ingenieria Sismica.
- Construcciones y Urbanizaciones LG. (2011). *Estatutos de la empresa.* Ocaña: S.E.
- Construcciones y Urbanizaciones LG S.A.S. (2018). *Formatos de documentos de la empresa.* Ocaña, Norte De Santander, Colombia: S.E.
- Construcciones y Urbanizaciones LG S.A.S. (Agosto de 2021). *Planos arquitectonicos. Planos arquitectonicos del proyecto Torre Be.* Ocaña, Norte de Santander, Colombia: S.E.
- Construcciones y Urbanizaciones LG S.A.S. (2022). *Presupuesto Detallado Torre BE.* Ocaña.
- Construcciones y Urbanizaciones LG SAS. (2021). *Construcciones y Urbanizaciones LG.* Obtenido de Construcciones y Urbanizaciones LG: <https://construccionesyurbanizaciones.com/quienes-somos/>
- Construdata. (22 de 04 de 2023). *Construdata.com.* Obtenido de <https://www-construdata-com.bibliotecavirtual.uis.edu.co/>

García, D. R. (08 de Febrero de 2020). *Ing. Daniel RG*. Obtenido de Ingeniero Daniel RG:

<https://ingdanielrg.com/rendimientos-y-mano-de-obra-2020/>

Google. (julio de 2022). *Google earth*. Obtenido de Google earth:

<https://earth.google.com/web/@8.23591646,->

[73.35368409,1204.15703491a,324.85440496d,35y,0h,0t,0r](https://earth.google.com/web/@8.23591646,-73.35368409,1204.15703491a,324.85440496d,35y,0h,0t,0r)

INVIAS. (2017). *Guia de diseño de pavimentos con Placa-Huella*. Bogota.

Ministerio de Vivienda de Colombia. (2020). *Minvivienda*. Obtenido de Minvivienda:

[https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/documentos/titulo-k\\_18-septiembre-2020.pdf](https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/documentos/titulo-k_18-septiembre-2020.pdf)

Ministerio de Vivienda, C. y. (2017). *Resolución No. 0330 de 08 de junio de 2017*. Republica de Colombia.

Mocondino, I. J. (08 de Junio de 2021). *ING. VIAS*.

Organización Internacional Del Trabajo. (2021). *NOTA INFORMATIVA SECTORIAL DE LA OIT*. Suiza.

Pavco Wavin. (2023). *pavcowavim.com*. Obtenido de <https://pavcowavin.com.co/tuberia-pvc-alcantarillado-novafort-pavco>

Project Management Institute. (2021). *Guia del PMBOK*. Newtown Square, Pennsylvania: Project Management Institute.

## Apéndices

Apéndice A. [Presupuesto Torre BE](#)

Apéndice B. [Presupuesto Montelago III](#)

Apéndice C. [Programación Torre BE](#)

Apéndice D. [Programación Montelago III](#)

Apéndice E. [Informes de avance](#)

Apéndice F. [Listado de Materiales](#)

Apéndice G. [Ordenes de pedido de materiales](#)

Apéndice H. [Plantilla estimación cantidades y costos de placa huella por metro lineal](#)

Apéndice I. [Bussines Model Canva](#)