

ASISTENCIA TÉCNICA, COORDINACIÓN Y SUPERVISIÓN DE PROYECTOS DE  
INFRAESTRUCTURAS DE REDES DE TRANSMISIÓN DE SEÑAL Y  
COMUNICACIONES INALÁMBRICAS DE LA EMPRESA DE TELECOMUNICACIONES  
MANKCO S.A.S.

Yureima Carolina Ardila Rodríguez

ID: 000306099

Universidad Pontificia Bolivariana – Seccional Bucaramanga

Escuela de Ingeniería

Bucaramanga

2021

ASISTENCIA TÉCNICA, COORDINACIÓN Y SUPERVISIÓN DE PROYECTOS DE  
INFRAESTRUCTURAS DE REDES DE TRANSMISIÓN DE SEÑAL Y  
COMUNICACIONES INALÁMBRICAS DE LA EMPRESA DE TELECOMUNICACIONES  
MANKCO S.A.S.

Yureima Carolina Ardila Rodríguez

ID: 000306099

Proyecto de grado presentado como requisito para optar al título de:

INGENIERA CIVIL

Director del proyecto:

Ing. Luis Carlos Caicedo Barrera

Supervisora de la práctica:

Arq. Korina Araujo Krizmanic

Universidad Pontificia Bolivariana – Seccional Bucaramanga

Escuela de ingeniería

Bucaramanga

2021

Nota de aceptación:

---

---

---

---

---

---

---

Firma presidente del Jurado

---

Firma Jurado N°1

---

Firma Jurado N°2

Bucaramanga, enero de 2021

## **Agradecimientos**

*A Miguel, Irma, Mariam y Maria del Carmen, mi familia. Por ser mi apoyo a diario, por confiar en mí, por enseñarme a trabajar por mis sueños y por motivarme a creer que sí se hacen realidad. Por sus esfuerzos, por su compañía, por impulsarme a querer más y sobre todo, por su amor incondicional.*

*A Juan Diego, mi compañero de estudio, mi colega, mi mejor amigo y mi amor, por ser parte de este logro, por confiar en mis capacidades, por estar en los buenos y los malos ratos, por su lealtad, por darme la mano, por caminar a mi lado, por soñar junto a mí.*

*A mis amigos, por ser mi equipo de estudio, mis cómplices y por hacer de la universidad una etapa feliz e inolvidable.*

*A Mankco S.A.S. por abrirme las puertas en tiempos difíciles para el mundo, por ver y valorar mis capacidades, por su acogimiento, por brindarme la oportunidad de aprender, de crecer profesionalmente y de continuar.*

*A la Universidad Pontificia Bolivariana por las herramientas brindadas para entrar al campo laboral, por permitirme desarrollar mis habilidades y por ser el escenario de momentos memorables.*

## Contenido

<b>1.</b>	<b><i>Introducción</i></b> .....	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b><i>Objetivos</i></b> .....	<b>2</b>
2.1.	<b>Objetivo General</b> .....	<b>2</b>
2.2.	<b>Objetivos Específicos</b> .....	<b>2</b>
<b>3.</b>	<b><i>Generalidades de la empresa Mankco S.A.S</i></b> .....	<b>3</b>
3.1.	<b>Información General</b> .....	<b>3</b>
3.2.	<b>Misión de la empresa</b> .....	<b>5</b>
3.3.	<b>Visión de la empresa</b> .....	<b>5</b>
3.4.	<b>Comité Paritario de Seguridad y Salud en el trabajo</b> .....	<b>5</b>
3.5.	<b>Comité de Convivencia Laboral</b> .....	<b>6</b>
<b>4.</b>	<b><i>Marco teórico</i></b> .....	<b>7</b>
<b>5.</b>	<b><i>Actividades ejecutadas</i></b> .....	<b>14</b>
5.1.	<b>Coordinación de búsquedas de sitios</b> .....	<b>16</b>
5.2.	<b>Supervisión de obra civil y manejo de personal</b> .....	<b>20</b>
5.2.1	Greenfield “Jungle site” – JSAN Charta, Santander .....	<b>20</b>
5.2.2	Greenfield “Jungle site” – JCES Gamarra y JCES Puerto Mosquito, Cesar .....	<b>23</b>
5.2.3	Greenfield Monopolo – BUC Comuneros B, Bucaramanga, Santander .....	<b>26</b>
5.2.4	“Rooftop” – Estación Radioeléctrica CBUC El Bosque, Floridablanca, Santander .....	<b>30</b>
5.2.5	“Co-site” – CBUC Girardot, Bucaramanga, Santander .....	<b>34</b>
5.3	<b>Pedido de material, herramientas o equipo</b> .....	<b>36</b>
5.4	<b>Diligenciamiento de actas de inicio y fin</b> .....	<b>37</b>
5.5	<b>Presentación de informes finales</b> .....	<b>37</b>
5.6	<b>Dibujo de planos “Tower Mapping”</b> .....	<b>37</b>
5.7	<b>Visita técnica para estudio de edificaciones existentes</b> .....	<b>38</b>
<b>6.</b>	<b><i>Aporte al conocimiento</i></b> .....	<b>42</b>
<b>7.</b>	<b><i>Recomendaciones y conclusiones</i></b> .....	<b>43</b>
<b>8.</b>	<b><i>Bibliografía</i></b> .....	<b>48</b>

**RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO**

<b>TITULO:</b>	Asistencia técnica, coordinación y supervisión de proyectos de infraestructuras de redes de transmisión de señal y comunicaciones inalámbricas de la empresa de telecomunicaciones Mankco S.A.S.
<b>AUTOR(ES):</b>	Yureima Carolina Ardila Rodriguez
<b>PROGRAMA:</b>	Facultad de Ingeniería Civil
<b>DIRECTOR(A):</b>	Ing. Luis Carlos Caicedo

**RESUMEN**

El siguiente informe expone el desarrollo de la práctica empresarial llevada a cabo en la empresa Mankco S.A.S. Donde se ejerció el cargo de coordinadora y supervisora de obra civil, para los principales proyectos de infraestructura de telecomunicaciones en el país, desempeñando labores administrativas, como programación de obras, realización de presupuestos, pedidos de material y manejo de personal; además, asistiendo a campo para velar por la correcta ejecución de los procesos constructivos, basados en los diseños y especificaciones; contribuyendo de esta manera a la entrega de resultados satisfactorios a los clientes en los tiempos acordados. Estos proyectos constan principalmente de la creación de cobertura para la compañía multinacional "WOM", a través de la construcción y montaje de estructuras, como: torres, monopolos y mástiles, donde se ubican los equipos y antenas, que emiten señal del nuevo operador, a las diferentes regiones del territorio nacional. De igual manera, se ejecutan obras para la ampliación de la cobertura de los operadores existentes (Movistar, Claro, Tigo), y se ejecuta el mantenimiento y las adecuaciones de la estaciones radioeléctricas propias de dichos operadores. Todas las actividades mencionadas anteriormente, se describen en el presente documento, resaltando el papel de la practicante en cada uno de ellas, anexando evidencia fotográfica, detallando los procesos y dejando al lector, las recomendaciones y conclusiones basadas en los conocimientos adquiridos durante esta experiencia laboral.

**PALABRAS CLAVE:**

Infraestructura, telecomunicaciones, torre, monopolo, antena, estación radioeléctrica.

Vº Bº DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

**GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE**

**TITLE:** Technical assistance, coordination and supervision of infrastructure projects for wireless communications and signal transmission networks of the telecommunications company Mankco S.A.S.

**AUTHOR(S):** Yureima Carolina Ardila Rodriguez

**FACULTY:** Facultad de Ingeniería Civil

**DIRECTOR:** Ing. Luis Carlos Caicedo

**ABSTRACT**

The following report exposes the development of the business practice carried out in the company Mankco S.A.S. Where the intern held the position of coordinator and supervisor of civil works, for the main telecommunications infrastructure projects in the country, performing administrative tasks, such as works scheduling, budgeting, material orders and personnel management; in addition, assisting in the field to ensure the correct execution of the construction processes, based on the designs and specifications; thus contributing to the delivery of satisfactory results to clients in the agreed times. These projects mainly consist of the creation of coverage for the multinational company "WOM", through the construction and assembly of structures, such as: towers, monopoles and masts, where the equipment and antennas are located, which emit a signal from the new operator, to the different regions of the national territory. Similarly, works are carried out to expand the coverage of the existing operators (Movistar, Claro, Tigo), and the maintenance and adjustments of the radio stations of these operators are carried out. All the activities mentioned above are described in this document, highlighting the role of the intern in each one of them, attaching photographic evidence, detailing the processes and leaving the reader with recommendations and conclusions based on the knowledge acquired during this work experience.

**KEYWORDS:**

Infrastructure, telecommunications, tower, monopole, antenna, radio station.

Vº Bº DIRECTOR OF GRADUATE WORK

## **1. Introducción**

A continuación, se tratarán los temas relacionados con la práctica ejecutada en la empresa Mankco S.A.S. Desempeñando el cargo de coordinadora y supervisora de obras. De igual manera, se dará a conocer la historia de la empresa, el lugar que ocupa actualmente en el campo de las telecomunicaciones y sus proyectos con las principales torreras y multinacionales de telefonía que operan el territorio colombiano.

Por otra parte, se presenta el desarrollo de la práctica, en la cual se realizaron actividades pertenecientes al área administrativa de la empresa, como la elaboración y actualización de planos, pedidos de material, programación y manejo de personal, informes de avance de obra e informes finales para la presentación de resultados. Y a su vez, el papel que se ha cumplido en la parte operativa de la empresa, en donde las labores realizadas han girado en torno a la coordinación de búsquedas de puntos viables para construcción e instalación de torres en zonas del país que carecen de señal; la supervisión técnica de los procesos constructivos de cada obra. Teniendo siempre presente los requerimientos del cliente y el cumplimiento de las especificaciones técnicas y normas establecidas, para garantizar estructuras estables, confiables y con una larga vida útil.



## **2. Objetivos**

### **2.1. Objetivo General**

Apoyar las actividades correspondientes a la coordinación de búsquedas de candidatos para construcción, a la gestión administrativa y supervisión de los proyectos de telecomunicaciones, a través de la organización, planeación, ejecución y seguimiento de las actividades en la empresa Mankco S.A.S.

### **2.2. Objetivos Específicos**

- Supervisar el proceso constructivo y los resultados de las obras ejecutadas (torres, terrazas, monopolos, entre otros) para los diferentes proyectos de telecomunicaciones.
- Coordinar el personal encargado de la búsqueda de sitios viables y factibles para la instalación de infraestructura de redes de transmisión en aquellos sitios que no cuentan con señal de ningún operador.
- Elaborar planos arquitectónicos y estructurales de infraestructuras y estaciones de telecomunicaciones, además actualizar los planos record de los sitios.
- Desarrollar actividades del área administrativa, tales como presupuestos, pedidos de material, liquidaciones, informes de avance de obra y actas.

### 3. Generalidades de la empresa Mankco S.A.S

#### 3.1. Información General

Mankco S.A.S. es una empresa dedicada a la fabricación, montaje y mantenimiento de estructuras para estaciones de telecomunicación y las obras civiles pertinentes, abarcando los campos de ingeniería civil, ingeniería eléctrica y mantenimiento industrial desde el 01 de abril del 2015, buscando satisfacer los requerimientos de sus contratantes, tanto en obra civil como en instalaciones, en la región nororiente del país. Hoy en día, trabaja de la mano en los proyectos de compañías torreras como Andean Tower Partners (ATP), ARBO, American Tower Colombia (ATC), Phoenix e Ingemec y brinda sus servicios a multinacionales de telecomunicaciones como Telefónica y WOM.



*Figura 1.* Ubicación de oficina principal de Mankco S.A.S. Fuente: (Mankco S.A.S., 2021)

Cuenta con 80 operarios, quienes son los encargados de la construcción, instalación y mantenimiento de las infraestructuras. Por otro lado, el área administrativa, está compuesta por

20 profesionales que coordinan la logística de las actividades, el personal, cronogramas, presupuestos y supervisión técnica de cada obra. Su estructura organizacional se presenta en el anexo A.

Mankco S.A.S tiene su oficina y bodega ubicadas en la dirección Transversal Porvenir No. 5-70 diagonal a parque industrial Provincia de Soto I, con número de contacto 317 438 00 20 e identificada con el NIT. 900.819.470-1.



**Figura 2.** Ubicación de oficina principal de Mankco S.A.S. Fuente: (Mankco S.A.S., 2021)

### **3.2. Misión de la empresa**

“Ofrecemos soluciones integrales en los campos de ingeniería civil, ingeniería eléctrica, ingeniería de telecomunicaciones y mantenimiento industrial. Cumplimos a satisfacción las exigencias de nuestros clientes, ejecutando los trabajos con tiempos oportunos y con los más altos estándares de calidad, siendo nuestra finalidad brindar un excelente servicio; igualmente mitigamos los factores de riesgo, protegemos el medio ambiente, creando así un entorno laboral, seguro, saludable y sostenible.”

### **3.3. Visión de la empresa**

“Para el 2020 nos proyectamos como una de las principales contratistas en el mercado regional y nacional, siendo líderes en la oferta de soluciones en el sector industrial. Con un equipo humano técnicamente competente, capacitado, motivado y comprometido; contribuyendo al desarrollo del país, prestando servicios de excelente calidad a nuestros clientes.”

### **3.4. Comité Paritario de Seguridad y Salud en el trabajo**

“El COPASST constituye un medio importante para promocionar la Salud laboral en todos los niveles de la empresa, buscar acuerdos con las directivas y responsables del Programa de Seguridad y Salud en el Trabajo en función del logro de metas y objetivos concretos, divulgar y sustentar prácticas saludables y motivar la adquisición de hábitos seguros.

Tiene como alcance la promoción y vigilancia de las normas y reglamentos de seguridad y salud en el trabajo dentro de la institución y sus funciones principales son: proponer

actividades de impacto en seguridad y salud en el trabajo, recomendar medidas preventivas y/o correctivas, auditar el desarrollo de las mismas.”

### **3.5. Comité de Convivencia Laboral**

“El Comité de Convivencia Laboral es un conjunto de personas que laboran en una entidad pública o una empresa privada y que se encargan recibir y dar trámite a las quejas presentadas en las que se describan situaciones que puedan constituir acoso laboral de acuerdo con lo definido en la Ley 1010 de 2006.

Se crea con el objetivo de solucionar los diferentes tipos de conflictos relacionados con el contexto laboral, que se puedan presentar con las personas que trabajan en la Empresa.

De este modo, sus funciones son: Recibir y dar trámite a las quejas presentadas en las que se describan situaciones que puedan constituir acoso laboral, examinar de manera confidencial dichas situaciones, escuchar individualmente las partes involucradas, crear espacios de diálogos y planes de mejora entre las partes para promover una convivencia laboral sana; teniendo en cuenta que en caso tal de que no se logre un acuerdo o el incumplimiento de los compromisos pactados, se debe remitir el caso a la Procuraduría General de la Nación o a la alta dirección de la empresa según sea el sector (público o privado, respectivamente).

## 4. Marco teórico

Las definiciones a continuación serán utilizadas a lo largo de este informe o poseen relación directa con las labores ejecutadas:

- **Acometida**

Es la tubería que lleva un cableado en específico. En telecomunicaciones, la acometida se usa para la fibra óptica, el aterrizaje a tierra y la energía, el recorrido de esta última va desde el medidor del sitio hasta el Tablero General de Distribución, el cual se denomina TGD, para dotar de suministro eléctrico a la estación.

- **“Co-site”**

La obra consiste en adecuar una estación, perteneciente a un torrero u operador, que posee antenas y demás equipos de telecomunicaciones; para ubicar un nuevo operador y satisfacer los requerimientos de este. Se instala una placa de equipos, los respectivos recorridos de energía y fibra óptica, soportes en la torre existente para ubicar las antenas y un tablero o gabinete de distribución.

- **Estructuras de soporte de redes de telecomunicación**

Las estructuras de soporte de redes de telecomunicación son elementos que se ubican sobre edificaciones o diferentes partes del mobiliario urbano y tienen como función soportar los múltiples equipos relacionados con la estación radioeléctrica. (Arias & González, 2019)

- **Estación radioeléctrica**

La estación radioeléctrica está conformada por todos los elementos físicos que soportan y sostienen las redes de telecomunicaciones inalámbricas. Se les llama por un código que le da cada operador y el nombre del sector o barrio donde se encuentra. Algunos ejemplos de estos elementos son: equipos transmisores, receptores de telecomunicaciones, equipos de soporte de energía, equipos de soporte climáticos, mástiles, antenas, torres, azoteas, entre otros.

Además, a causa de lo mencionado anteriormente y de la alarma y gestión social que este tipo de estaciones generan, es de suma importancia que su ubicación sea perfectamente estudiada y gestionada. (Ontiveros, 2018)

- **Fibra Óptica**

Es un hilo muy fino de material dieléctrico, en vidrio o materiales plásticos. La fibra óptica es un medio de transmisión o conductor de ondas utilizado en telecomunicaciones para enviar gran cantidad de datos en grandes distancias a mayor velocidad sin interferencias electromagnéticas.

- **“Jungle site”**

Son aquellos proyectos ubicados en zonas rurales de difícil acceso y sin cobertura de señal telefónica, donde por lo general a su alrededor se encuentran únicamente veredas o fincas y el acceso son carreteras sin pavimentar o caminos de herradura. En esos sitios, los operadores se encargan del montaje de infraestructura apta para aportarle señal al sector.

- **Levantamiento arquitectónico**

Para hacer un reconocimiento de lo existente, se realiza un levantamiento arquitectónico, este se conforma por las diferentes operaciones y medidas necesarias para configurar un bien arquitectónico de la mejor manera, es decir, no se basa únicamente en los aspectos constructivos, sino que también se interesa en los detalles y el debido proceso. (Almagro, 2004)

- **Levantamiento estructural**

El levantamiento estructural permite verificar el estado de la edificación, conocer con detalle sus características, los posibles patrones o causas de deterioro, las características de cada material, los elementos estructurales que la conforman, entre otros rasgos importantes.

- **Mástil**

El mástil es un elemento cilíndrico o tubular y alargado, su función es la de soportar una cantidad moderada de antenas. Es una estructura de fácil instalación y bajo costo, su altura está entre los 3 y 18 metros. Son utilizados en plantas bajas, pero se convierten en una excelente opción para ser ubicados en terrazas. (Preidikman, Massa, & Roccia, 2006)

- **Mimetización**

La mimetización es la propiedad de ocultar un objeto, se logra al asemejarse en forma, color y textura con aquello que le rodea, es decir, es hacer algo al estilo del existente. Para la correcta mimetización de una estación radioeléctrica de telecomunicaciones es necesario llevar a cabo el siguiente procedimiento: (Secretaría de planeación de Bogotá, 2017)



- Identificar el tipo de infraestructura a implementar, ya que, para localizar el tipo de proyecto, evaluar sus necesidades y realizar el debido procedimiento, es necesario tener en cuenta la cobertura y el despliegue.
- Revisar la normatividad y analizar el contexto para asegurar que la mimetización sea acorde al entorno.
- Realizar los estudios estructurales de la infraestructura de soporte de la estación, para así validar la capacidad portante frente a la nueva infraestructura,
- Evaluar la matriz de impacto visual de acuerdo a las características correspondientes, esto con el fin de mitigar el impacto visual que pueda causar la realización del proyecto.
- Una vez presentados para revisión y evaluación ante la Secretaría Distrital de Planeación los requerimientos necesarios para este trámite, se implementará la mimetización de la estación radioeléctrica.

- **Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones**

Entidad del gobierno de Colombia que se encarga de diseñar, adoptar y promover las políticas, programas y proyectos del sector de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. Buscando incrementar y facilitar el acceso de todos los habitantes del territorio nacional a las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. (Ministerio de tecnologías de la información y las comunicaciones, 2020)

- **Monopolo**

El monopolo es un tipo de estructura conformada por un sólo poste auto portante, su altura es entre 18 y 36 metros, cuenta con continuidad visual y carece de elementos que provean

equilibrio adicional, como los tensores o las riostras. En elevación puede ser de sección constante o cónica, su base se ancla y asegura con pernos sobre una cimentación adecuada, para que pueda soportar su propio peso junto con el de las antenas que se requieran. (PROMTEL, 2017)

- **Placa de equipos**

Elemento rectangular o cuadrado en concreto, donde se ubican los equipos de un operador, el tablero eléctrico, las busbar de aterrizaje que se necesiten y los respectivos ductos.

- **Planos “As-Built” o planos “record”**

Los planos As-Built son los planos definitivos, es decir, son el registro final de un proyecto culminado, pues muestran a detalle el resultado de la obra o los cambios realizados respecto al plano diseñado previo a construir.

- **Proyecto “Greenfield”**

Hace referencia a los proyectos que inician desde cero en campo abierto, donde no existe ningún tipo de estructura que deba ser demolida, adaptada o requiera de mantenimiento previo. En las telecomunicaciones se ejecutan como “greenfield” torres de celosía y monopolos.

- **“Rooftop”**

Estas obras hacen referencia a aquellas estaciones de telecomunicaciones que se ubican sobre terrazas o azoteas de edificaciones, con el fin de cumplir la altura necesaria para transmitirle señal a otra antena. Se pueden montar mástiles o torrecillas y estos deben

posicionarse sobre los elementos estructurales del edificio para que las infraestructuras puedan ser soportadas.

- **Sistema de antena**

El sistema de antena hace referencia a la estructura encargada de soportar las diferentes antenas, sin importar si son torres, monopolos o mástiles.

- **Sistema de cableado**

El sistema de cableado es aquel que va desde la antena hacia los equipos, depende de las condiciones del sitio donde están ubicados los diferentes equipos, cuenta con varias presentaciones, como la tubería de PVC, las corazas plásticas, tubería IMC o EMT; también puede ser acomodado sobre rejillas o bandejas.

- **Telecomunicación**

Una telecomunicación es una infraestructura básica que representa todo tipo de transmisiones, emisiones y recepciones de señales provenientes de cualquier naturaleza o información con signos, sonidos o imágenes. (Pérez, Zamanillo, & Casanueva, 2007)

Algunos ejemplos de telecomunicaciones son: el teléfono, la radio, la televisión y el Internet.

- **Torre auto-soportada**

Una torre auto-soportada es una estructura portante que no presenta ningún tipo de elementos que provean equilibrio adicional (como los tensores o las riostras), el soporte de su

peso se crea a partir de la profunda cimentación de diversas piezas independientes. (Arias & González, 2019)

- **Torre de telecomunicaciones**

Una torre de telecomunicaciones se conforma por múltiples antenas y operadores que reciben y transmiten comunicación electrónica. (Arias & González, 2019)

- **Torre riendada o arriostrada**

Una torre riendada se conforma a partir del ensamble de diferentes piezas independientes, las cuales forman una retícula que requiere de tensores para su debido equilibrio.

- **“Tower mapping”**

Se define como “Tower Mapping” al estudio realizado a las estaciones de telecomunicaciones existentes, a partir del levantamiento la planta y la torre a detalle: dimensiones y ubicación de los equipos, dimensiones de la estructura y el cerramiento, el tipo de cimentación, ubicación de las antenas, entre otros. Dicho levantamiento se presenta en un plano de AutoCAD 2D para que sea evaluado estructuralmente.

## 5. Actividades ejecutadas

El área operativa y administrativa es la encargada de organizar y programar las cuadrillas de trabajo en cada obra y zona del país, a su vez, se encarga de la supervisión de los procesos constructivos, ajustándolos de acuerdo con las necesidades del cliente; de la revisión de los resultados finales, que todo se logre en los tiempos establecidos y del mantenimiento de dichas infraestructuras.

Son numerosas las obras civiles que se realizan durante el año en telecomunicaciones, ya que este campo se mueve constante y rápidamente. Cada vez las infraestructuras para telecomunicaciones (torres, mástiles, monopolos, entre otras...) aumentan su grado de importancia debido a que la comunicación a través de una llamada o un mensaje, por ende, la tecnología, se ha convertido en prioridad para la sociedad. A partir de dicha prioridad, nace el fin de cada operador: abarcar o cubrir todas las regiones con su señal telefónica.

Actualmente el principal proyecto de Mankco S.A.S. son las obras civiles y eléctricas que ha traído consigo WOM Colombia, una marca comercial de la firma islandesa Novator Partners.

WOM actualmente está muy bien posicionada en Chile y pretende lograr lo mismo en Colombia. Como primer paso, compró la compañía Avantel y hoy se encuentra en construcción y arrendamiento masivo de infraestructura de telecomunicaciones, para lanzarse al mercado colombiano en el año 2021, con la mejor señal, precios muy asequibles para los usuarios, publicidad juvenil y retadora; buscando competir fuertemente con los operadores actuales (Movistar, Claro y Tigo).



*Figura 3.* Logo WOM. Fuente: (Mankco S.A.S., 2021)

Durante estos meses Mankco S.A.S. ha venido estudiando, profundizando y trabajando en los requisitos que tiene WOM tanto constructivos como eléctricos, y a su vez, apoyando a otras torreras del país en algunas actividades.

Es importante mencionar que cada punto donde se construye o arrienda una infraestructura, previamente es buscado y estudiado en cuanto a su viabilidad, factibilidad y cobertura que va a generar en la zona. En el anexo B se puede apreciar a grandes rasgos, el proceso que se sigue antes, durante y después de la construcción.

A continuación, se describen las actividades realizadas durante la práctica empresarial, relacionándolas con las áreas de trabajo de la empresa:

### **5.1. Coordinación de búsquedas de sitios**

Paralelo a las obras civiles que Mankco S.A.S. tiene con WOM Colombia, se hizo acompañamiento en la coordinación de las actividades referentes a las pruebas de cobertura y búsquedas de sitios, que se llevaron a cabo en Santander y Norte de Santander, para las empresas Phoenix y Tower One en sus proyectos con el nuevo operador.

Cabe mencionar que a partir de una queja o reclamo que hayan realizado acerca de que en determinada zona del país no hay señal telefónica, el Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones (MinTIC) emite dicha información a los operadores, llevándolos a confirmar que no hay cobertura y en un radio determinado, buscar un candidato (predio) para construir la infraestructura de telecomunicaciones que se adapte a las necesidades de cobertura y, por lo tanto, solucione el problema.

Las pruebas y búsquedas son realizadas por los operarios, a ellos se les comparte un informe con los datos principales, coordenadas de la zona a abarcar, el radio máximo en que pueden extenderse en caso tal de que no puedan acceder al punto nominal, definirles el registro fotográfico que deben realizar para el levantamiento del informe, denominado SAR, que se presenta al operador como propuesta del candidato y un “check list” de documentos básicos que deben solicitarle al dueño del predio, quien debe estar interesado en negociar el área que la torrera requiere para construir.

La intención es desempeñar el papel de ser la conexión entre las actividades que realiza el personal en campo, velando por cumplir cada uno de los requerimientos para presentar una

opción completamente viable; el *hunter* o negociante, quien es el encargado de mediar y comunicarse directamente con los dueños de los predios y llegar a un acuerdo económico que sea beneficioso para ambas partes, y la empresa torrera contratante. Lo anterior es presentado mediante informes constantes y detallados con los avances de las actividades en sitio, novedades o imprevistos que se presenten, los datos de cada punto de posible ubicación y las manifestaciones de los dueños. Cabe aclarar que, si no se llega a un acuerdo económico con el dueño del predio o no es conveniente la opción presentada, ya sea por dificultad para acceder o porque se encuentra muy lejana del punto nominal inicial, debe seguirse con la búsqueda, ya que estos puntos se convierten en exigencia por parte del MinTIC, para aportarle señal telefónica al sector.



**Figura 4.** Coordenadas de sitios para ubicación de torre en Sardinata, Norte de Santander. Fuente: (Mankco S.A.S., 2021)



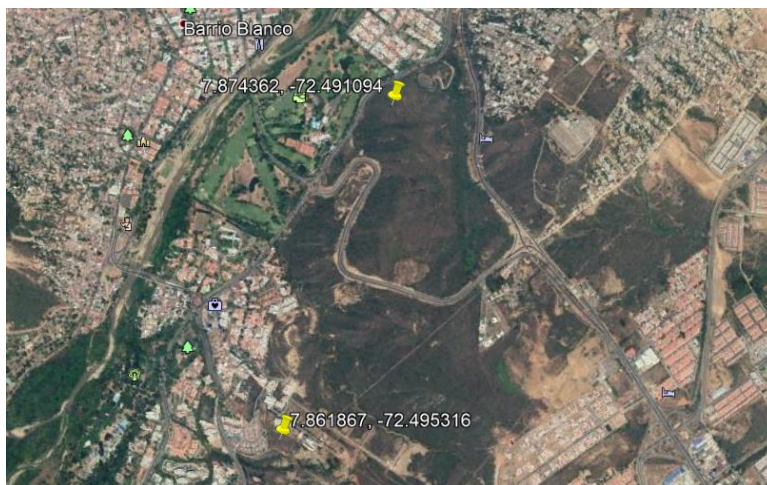
La figura 4 representa las coordenadas geográficas ubicadas en Google Earth de los cuatro sitios que se visitaron en el municipio de Sardinata, Norte de Santander, en el mes de septiembre, para obtener las opciones a presentar al cliente, lo cual se logró, pero debido a la existencia de grupos armados, los operarios no lograron transitar con normalidad, por lo tanto, las actividades relacionadas con las pruebas de cobertura tuvieron que detenerse sin ser culminadas.

A partir del mes de octubre se inició con el apoyo en las búsquedas de tres puntos para la empresa Phoenix. El proceso de cada uno de ellos va de la siguiente manera:

- HIC y FLORESTA II: De ambos sitios se presentó el informe SAR siguiendo las especificaciones del cliente, donde se indicaron los datos básicos del predio como localidad, accesos, existencia de suministro de agua y energía, de igual manera se hizo un bosquejo de la estructura a ubicar y área a ocupar para así visualizar mejor el espacio. Posteriormente se compartió una carta con las condiciones de los propietarios de los edificios respecto al canon de arrendamiento, esa propuesta fue aceptada por el cliente y actualmente se está en la recolección de los documentos necesarios para el trámite legal y cerrar el contrato.

- RF244\_RIVER COUNTRY II: Se presentó el informe SAR de los dos posibles candidatos situados en el punto nominal porque los propietarios manifestaron estar interesados, pero a medida que avanzó el proceso prefirieron rechazar la propuesta. A raíz de la situación presentada, se envió a la empresa contratante el informe denominado Exhaust Report, donde se

reportan los acercamientos que se tuvieron y las razones por las que no se logró culminar el trabajo.



**Figura 5.** Puntos Floresta II y River Country II - Cúcuta, Norte de Santander. Fuente: (Mankco S.A.S., 2021)



**Figura 6.** Punto HIC – vía Piedecuesta, Santander. Fuente: (Mankco S.A.S., 2021)

## **5.2. Supervisión de obra civil y manejo de personal**

Como contratista directo de WOM Colombia y único en la región oriente, Mankco S.A.S. ha ejecutado y tiene en ejecución más de 150 obras para este gran proyecto, en los departamentos de Cesar, Magdalena, Nariño, Norte de Santander, Santander y Valle del Cauca; durante el transcurso de los últimos seis meses.

En el medio de las telecomunicaciones, se puede dividir las obras en tres tipologías: “Greenfield”, “Rooftop” y “Co-site”. A continuación, se definirá cada una de las tipologías y se enseñarán algunas de las obras ejecutadas:

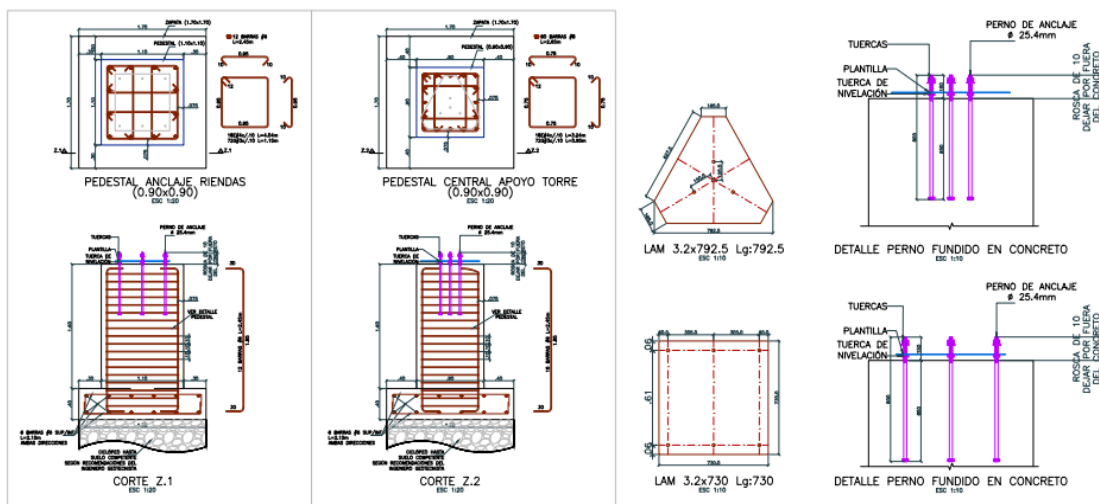
### **5.2.1 Greenfield “Jungle site” – JSAN Charta, Santander**

Una obra tipo “Jungle site” se refiere a la construcción de una torre riendada metálica ubicada en zona rural. Después de haber pasado por el proceso de búsqueda mencionado, se procede a construir; para ello previamente se realiza una visita inicial con los interventores de WOM, en la cual se recibe el sitio y se tratan los siguientes aspectos:

- Ubicación de la parte central de la torre, distancia horizontal de las riendas y su posición, teniendo en cuenta que van a 0°, 120° y 240°, tomando el Norte como 0° y girando en sentido de las manecillas del reloj.
- Área arrendada para demarcar el cerramiento de la radio base.
- Identificación de los puntos de energía cercanos (postes, transformadores, medidores).

- Levantamiento del sitio para realización de los planos.
- Realización del ensayo de Penetración Estándar SPT.

Luego de la visita inicial, el dibujante realiza el plano del sitio y se entregan los resultados del ensayo de SPT al laboratorio, para que este haga entrega del estudio de suelos y el ingeniero encargado proceda a realizar el diseño de la cimentación de la torre.



**Figura 7.** Plano de cimentación estación JSAN Charta, Santander. Fuente: (Mankco S.A.S., 2021)

La obra JSAN Charta, está ubicada en el kilómetro 20 vía Charta, consiste en una torre riendada de 42 metros ubicada en una estación de 5x3 metros cuadrados de área. Fue la primera torre construida para WOM, iniciando su ejecución el 27 de agosto de 2020 y finalizando el 23 de septiembre.

Se supervisaron las actividades de obra durante su ejecución, comenzando por la excavación para la cimentación de las riendas y de la torre, la fundida del concreto ciclópeo, el armado del figurado (hierro) de acuerdo a los diseños de la cimentación, la ubicación de las plantillas para la base de la torre. También supervisión de la fundida de las zapatas y el pedestal según diseños, la viga de cerramiento y montaje de la torre.



**Figura 8.** “Jungle site” JSAN\_00001 Charta, Santander. Fuente: (Mankco S.A.S., 2021)



**Figura 9.** Cerramiento en malla eslabonada. Fuente: (Mankco S.A.S., 2021)

De igual manera, se supervisaron las actividades relacionadas a la instalación de los soportes en la torre, la pintura de la misma, la distribución de las partes que componen la estación y el montaje del cerramiento en malla eslabonada galvanizada.

Es preciso mencionar que a la fecha se han finalizado dos torres más, JSAN Bolivar B, Santander y JBOY Caldas, Boyacá; las cuales también cuentan con el mismo procedimiento constructivo, siendo.

### **5.2.2 Greenfield “Jungle site” – JCES Gamarra y JCES Puerto Mosquito, Cesar**

El 12 de diciembre de 2020 se inició con la supervisión de obra de las actividades en dos torres riendadas, también de 42 metros de altura cada una: JCES Gamarra y JCES Puerto Mosquito, ubicadas en el municipio de Gamarra, departamento del Cesar.

En primer lugar, se dieron las indicaciones en cuanto al diseño de la cimentación de las riendas y las bases centrales de las torres, ya que, debido al alto nivel freático en la zona, este varió notablemente.

Para darle un suelo seguro a las torres, se incluyó la fabricación e hincado de cuatro postes de concreto de 3 metros de largo y 0.20 metro de diámetro para sostener una placa de 0.40 metros de espesor sobre la cual se fundiría el concreto ciclópeo de 1 metro de profundidad, luego

la zapata y el pedestal de la base. Por lo tanto, era una excavación de 6 metros para las riendas que tensionan la estructura.



**Figura 10.** Excavación a 3 metros de profundidad en Gamarra, Cesar. Fuente: (Mankco S.A.S., 2021)



**Figura 11.** Proceso de hincado de los postes Gamarra, Cesar. Fuente: (Mankco S.A.S., 2021)



**Figura 12.** Base central para torre, Gamarra, Cesar. Fuente: (Mankco S.A.S., 2021)



**Figura 13.** Montaje de la torre Puerto Mosquito, Cesar. Fuente: (Mankco S.A.S., 2021)

Posteriormente, se hizo seguimiento al montaje de la primera torre, ubicada en Puerto Mosquito, Cesar; teniendo en cuenta los planos de fabricación al momento del encaje de las piezas y altura de las guayas.

Además de supervisar la obra como tal, se realizó el acta de inicio para que fuera firmada



por las partes, se gestiona el envío de material y herramientas y se reporta a diario el estado actual de la obra.



*Figura 14.* Obra JCES Puerto Mosquito a la fecha. Fuente: (Mankco S.A.S., 2021)

### **5.2.3 Greenfield Monopolo – BUC Comuneros B, Bucaramanga, Santander**

Un monopolo es una estructura similar a un poste de luz, su cimentación consta generalmente de concreto ciclópeo, zapata y pedestal en concreto, donde descansa todo el peso de la estructura. Las dimensiones de cada uno de estos elementos son dadas por el especialista estructural, a partir del estudio de suelos recibido.

En el año 2020, en la ciudad de Bucaramanga, Mankco S.A.S. finalizó dos obras tipo “greenfield” – monopolo, una de ellas es BUC Comuneros B y se encuentra ubicada en la calle 9 con carrera 17-59, en la estación radio eléctrica USTA. Esta obra consta de un monopolo de 18

metros de altura, con un peso de 3 toneladas, seccionado en 6 partes de 3 metros cada una para su transporte y montaje.

La obra inició el 19 de noviembre del 2020 y su ejecución duró 25 días, durante los cuales se realizaron las respectivas visitas para supervisar la ejecución de las actividades en base a los planos arquitectónicos y estructurales, actividades como: excavación de 2,20m x 2,20m x 3,50m de profundidad para la cimentación, fundida de concreto ciclópeo de 2,20m x 2,20m x 1m de profundidad, armado del hierro que conforman la zapata y el pedestal, colocación de las formaletas, teniendo presente verificar que tengan la cantidad completa de chapetas, adecuado retranque para que el concreto no deforme la verticalidad de las formaletas y que no queden espacios entre sí.



**Figura 15.** Armado de acero y colocación de plantillas. Fuente: (Mankco S.A.S., 2021)



*Figura 16.* Armado de las formaletas y fundida de concreto. Fuente: (Mankco S.A.S., 2021)



*Figura 17.* Izado del monopolo 18 metros. Fuente: (Mankco S.A.S., 2021)

Se realizan las respectivas visitas a campo para supervisar el momento del izado del monopolo, la instalación de los soportes en el monopolo, verificando la verticalidad de los mástiles, el ajuste a la estructura y que se ubiquen en la altura y los azimut definidos por el operador. Importante exigir el uso de los Elementos de Protección Personal para trabajo en alturas y que sigan las instrucciones del coordinador de alturas.



*Figura 18.* Instalación de soporte tipo anillo en Monopolo. Fuente: (Mankco S.A.S., 2021)

También, la supervisión de la ejecución de las obras en piso como la construcción de la placa para la ubicación de equipos del nuevo operador, instalación del Tablero General de Distribución (TGD), de la respectiva acometida (para energía y fibra óptica) y del aterrizaje de los elementos metálicos al anillo de tierras.



*Figura 19.* Placa para equipos y Tablero General de Distribución. Fuente: (Mankco S.A.S., 2021)

#### **5.2.4 “Rooftop” – Estación Radioeléctrica CBUC El Bosque, Floridablanca, Santander**

Las obras tipo “Rooftop” se refieren a las estructuras ubicadas en terrazas de casas o edificios. En la azotea del supermercado Metro, ubicado sobre la autopista Floridablanca, se encuentra el proyecto llamado Estación Radioeléctrica CBUC El Bosque, el cual consiste en el montaje de un mástil de 6 metros de alto dentro de un mimetizado armado en policarbonato y tubos rectangulares. Ese mimetizado se monta con el fin de camuflar el mástil en la estructura y a petición del propietario del sitio.

Para llevar a cabo la obra, se realizó la visita inicial al sitio con el fin de conocer la terraza, identificar algunos aspectos como acceso al punto, altura del edificio, tipo de construcción; a su vez, definir los siguientes puntos:

- Ubicación del mástil, buscando que este se posicione sobre los ejes/vigas de la infraestructura.
- Recorrido de la energía, fibra óptica y el sistema de puesta a tierra, junto con la ubicación del anillo de tierras.
- Área a ocupar en la terraza y la distribución de la placa de equipos, el pole de 2 metros de altura, el mástil y el Tablero General de Distribución dentro del mimetizado.



**Figura 20.** Estructuras existentes en estación CUBC El Bosque. Fuente: (Mankco S.A.S., 2021)



**Figura 21.** Futura ubicación del mástil. Fuente: (Mankco S.A.S., 2021)

Luego de definidos los ítems anteriores se procedieron a realizar las modificaciones sobre el plano compartido por Cencosud (anexo C), para validar con el propietario y planeación, de igual manera, se compartió al ingeniero estructural para que evaluara la estructura y diera a conocer el estado actual de la misma, si es apta o no para el elemento nuevo o si requiere de algún tipo de reforzamiento.

Antes de iniciar la obra, se calculan las cantidades de material: tubería IMC y EMT para el recorrido de energía y tierras, láminas de policarbonato, juntas y tubos rectangulares para el mimetizado, cemento, arena y triturado para los dados de concreto.

La obra dio inicio el 21 de diciembre, presentando en sitio los respectivos permisos de trabajo. En primer lugar se supervisó que la instalación de la tubería externa e interna siguiera el recorrido definido la visita inicial e igualmente, que los demás elementos quedaran distribuidos de la manera indicada. Posteriormente se indicó la manera de realizar los anclajes del mástil a la viga y la construcción del dado de concreto para dejar embebidos los pernos, según los planos. Además, se dieron las respectivas instrucciones sobre cómo debía montarse “el esqueleto” del mimetizado para que no hiciera interferencia a las futuras antenas. Una vez terminadas las actividades anteriores, se procedió con el montaje del mástil.



**Figura 22.** Montaje estructura del mimetizado. Fuente: (Mankco S.A.S., 2021)





*Figura 23.* Distribución dentro del mimetizado. Fuente: (Mankco S.A.S., 2021)

Es importante tener presente siempre que después de anclar los pernos del mástil y del mimetizado, debe impermeabilizarse el área para proteger la terraza y evitar futuras filtraciones.

### **5.2.5 “Co-site” – CBUC Girardot, Bucaramanga, Santander**

Un “co-site” es aquella tipología que se refiere a realizar adecuaciones en una estación existente para el nuevo operador que se ubicará allí, se puede entender como un tipo de arrendamiento. En primer lugar, se visita el sitio para identificar lo que se encuentra allí: tipo de estructura, espacios disponibles para los equipos, recorridos de fibra óptica y/o energía y ubicación de los medidores.

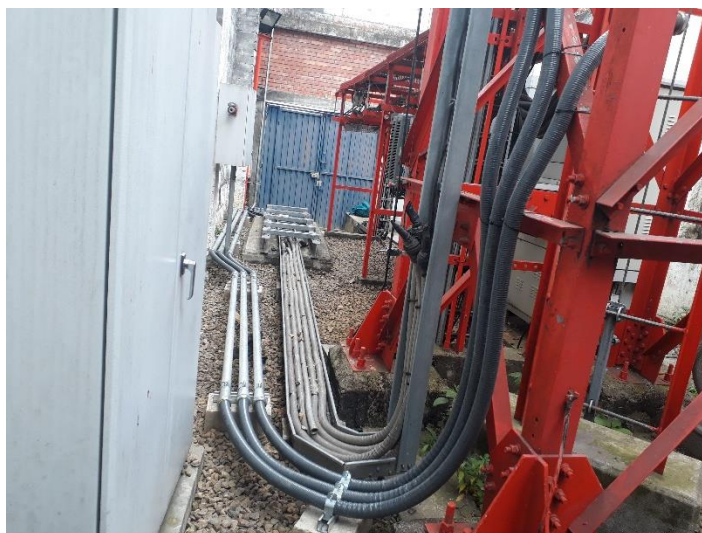
A partir de esa visita inicial, se comparte el registro fotográfico donde se muestran las posibles ubicaciones tanto en piso como en la torre o monopolo. Después de definir los espacios

de trabajo, se solicita el material y comienza la ejecución de las actividades, teniendo presente el plazo de obra, que son máximo cinco días calendario y al finalizar actividades, debe quedar energía en el sitio para el momento en que lleguen los equipos y antenas, puede ser conexión provisional (desde un tablero existente en la estación) o definitiva, verificando con el ingeniero electricista.

Al terminar el sitio, se realizan los planos “as-built” del sitio, donde se dibujan las respectivas adecuaciones para que así tanto el cliente como el propietario de la estación puedan identificar los cambios que se hicieron. En el anexo F se enseña el plano “as-built” de este sitio.



**Figura 24.** Adecuaciones finales CBUC Girardot, Girón, Santander. Fuente: (Mankco S.A.S., 2021)



*Figura 25.* Tubería instalada en sitio CBUC Girardot, Girón, Santander. Fuente: (Mankco S.A.S., 2021)

### **5.3 Pedido de material, herramientas o equipo**

Respecto a los planos realizados, las obras a ejecutar y los espacios a ocupar, deben realizarse los pedidos de material y herramientas para las cuadrillas de trabajo, para eso, se utiliza un documento utilizado por la empresa, denominado Solicitud de Servicio (anexo D). Es preciso incluir que se trabajó en la modificación de dicho documento ya que se tenía control sobre las cantidades de materiales que debía entregársele al líder de cuadrilla pero no al momento de recibir lo que les sobraba después de culminada la obra, por lo tanto se añadieron casillas para hacer más ameno el formato. Ya que este se le comparte al coordinador de logística para que él se encargue de comprar y/o entregar a los líderes de cada cuadrilla los recursos que necesitan para laborar. La solicitud debe ir firmada por la persona que solicita, quien suministra y quien recibe.

#### **5.4 Diligenciamiento de actas de inicio y fin**

Después de recibir la orden de compra de cada sitio y previo a comenzar la construcción, se realiza el acta de inicio donde se especifica los datos generales del sitio, las actividades a ejecutar y la fecha de inicio. De igual manera, al culminarse, se hace el acta de fin para así proceder a liquidar la obra. La ejecución y por ende las actas, deben llevarse a cabo en los días establecidos para cada tipo de obra: “Jungle site” 21 días hábiles, “Rooftop” 15 días hábiles y “Co-site” 5 días hábiles para su construcción, desde la fecha de inicio.

#### **5.5 Presentación de informes finales**

Al terminar la obra, se realiza el registro fotográfico final para presentar los informes finales de cada sitio, en el formato creado (Anexo E) Este se le presenta al cliente para que pueda identificar lo construido y/o instalado, que se encuentre en excelente estado y de acuerdo a las especificaciones y diseños.

#### **5.6 Dibujo de planos “Tower Mapping”**

Por otro lado, como se mencionó al principio, Mankco S.A.S trabaja de la mano con la compañía torrera Andean Tower Partners (ATP), con quienes se han ido desarrollando mantenimientos correctivos y preventivos en las estaciones existentes en diferentes zonas del país. Para verificar que las estructuras ubicadas en tales sitios estén en óptimas condiciones, se realizan los planos denominados “Tower Mapping” en Autocad 2D, donde se señala

detalladamente todas las dimensiones y secciones de la estructura; a partir de este el ingeniero estructural evalúa estructuralmente las torres o los monopolos existentes, para conocer si soportan la carga de nuevas antenas.

### 5.7 Visita técnica para estudio de edificaciones existentes

Igualmente, con ATP se trabajó en una actividad denominada Estudio de Edificaciones, esta actividad consistió en visitar dos edificaciones que años atrás fueron puntos de Telefónica (Movistar) pero hoy en día se encuentran abandonas. Una está ubicada en Aquitania, Boyacá y la otra en Charalá, Santander.



**Figura 26.** Edificación en Aquitania, Boyacá. Fuente: (Mankco S.A.S., 2021)



*Figura 27.* Edificación en Charalá, Santander. Fuente: (Mankco S.A.S., 2021)

La visita se hizo con el fin de observar el estado actual de las edificaciones y hacer un levantamiento estructural y arquitectónico para conocer si se les había hecho algún tipo de remodelación respecto a los planos iniciales, para identificar los ejes (columnas y vigas), el tipo de sistema estructural que las componen y hacer un reconocimiento estructural por medio de las pruebas de esclerómetro, ensayo no destructivo para evaluar la resistencia y homogeneidad del concreto de la estructura, y de “ferroscan”, ensayo para determinar la localización y características geométricas del refuerzo dentro de los elementos de concreto identificados en el inmueble.



*Figura 28.* Prueba de esclerómetro, edificación Charalá, Santander. Fuente: (Mankco S.A.S., 2021)



*Figura 29.* Prueba de ferroskan, edificación Charalá, Santander. Fuente: (Mankco S.A.S., 2021)

Después de realizar el levantamiento de los sitios a mano alzada, se dibujaron los planos en Autocad 2D, los cuales se pueden apreciar en los anexos I y J, para compartirlos al ingeniero estructural y que pudiera correr la estructura en el programa ETABS, en base a los ejes identificados. Dicho análisis estructural, permitió conocer los elementos que debían ser reforzados tanto para cumplir con el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 como para darle larga vida útil a la edificación. El presupuesto de obra (anexo K) y el informe final del estado de los sitios para compartirlo a la empresa contratante, se realizó con las áreas calculadas, las cantidades de acero obtenidas y el registro fotográfico señalando los elementos afectados.



## **6. Aporte al conocimiento**

La práctica realizada aporta al conocimiento el detalle de los procesos constructivos ejecutados para las obras de telecomunicaciones en el país, los pasos previos a la construcción y los resultados obtenidos; esto con el fin de ofrecer las propuestas, técnicas, herramientas y diseños empleados. Los formatos, planos de diseño y planos “as built” creados y/o modificados durante el desarrollo de la práctica, quedan en la base de datos de la empresa para su consulta en futuras adecuaciones o cambios que se presenten. También, quedan como evidencia del trabajo realizado en cada proyecto y para el llevar el control de lo que se aporta a cada cliente.

## 7. Recomendaciones y conclusiones

- El resultado de esta primera experiencia laboral de la practicante, es indudablemente satisfactorio, debido a que se pudo aplicar las herramientas adquiridas en la universidad, en un área poco explorada y de poca demanda por parte del ingeniero civil, como lo es el área de las telecomunicaciones. Esto significó abrir una gran posibilidad en el camino del nuevo profesional.
- Al tratarse de construcción de estructuras de telecomunicaciones a lo largo y ancho del territorio nacional, es imposible garantizar una supervisión técnica continua, por lo tanto, se pudo realizar una supervisión itinerante (NSR-10, título I., 2010), ejerciendo control a planos, especificaciones, materiales, ensayos de control de calidad y a la ejecución en sí, alternando entre visitas a los sitios de construcción y un seguimiento remoto a los procesos.
- Mantener el constante seguimiento a las actividades de búsqueda de sitios, permitió encontrar los candidatos interesados en la negociación y con espacios completamente viables para arrendamiento, cercanos a los puntos nominales asignados en Cúcuta y Sardinata, Norte de Santander.
- Es de vital importancia elaborar y entregar los planos “as built” de cada una de las estaciones radioeléctricas a su propietario, que en este caso es la compañía WOM; para dejar el registro de la ubicación de las estructuras, acometidas y equipos, permitiendo una mayor eficiencia al momento de hacer algún ajuste o mantenimiento.

- Debido a la gran cantidad de obras en ejecución al mismo tiempo y en diferentes zonas del país, se recomienda la creación de un cronograma donde se planteen las actividades a realizar desde el día No. 1 y se indique la duración de cada una. Lo anterior permite visualizar mejor el trabajo de la semana e impulsar la organización al momento de programar las cuadrillas de trabajo.
- Es importante que cada una de las personas encargadas del área operativa, realicen un comité al final del día laboral para socializar los avances, comentar las decisiones tomadas, retrasos que se hayan presentado, pendientes existentes y aquellas situaciones que impidan completamente la terminación de las obras que se encuentran en ejecución en el momento; esto lleva a que cada área logre conocer el estado actual de la obra e identificar cuál es su alcance en los puntos mencionados.
- Programar un comité al finalizar cada semana donde se asignen compromisos tanto a corto como largo plazo a las áreas existentes, para así trazar el enfoque de cada proyecto. Además, en dicho comité se debe mencionar las obras nuevas que se aproximan.
- Crear un listado de los pasos a seguir y los documentos necesarios para presentar previamente a construir, con las respectivas especificaciones dadas por el cliente; para que haya claridad en los coordinadores de obra y puedan entregarlos en conjunto al cliente y así hacer más efectiva la radicación del sitio.
- Es muy importante cumplir con el correcto diligenciamiento de las casillas en el formato de Solicitud de Servicio de cada obra: debe ponerse la fecha del día en que se solicita, la

fecha de entrega del material sobrante, la firma de la que persona que entrega y de la persona que recibe, la cantidad real que se está entregando, la localización exacta del sitio y la actividad detallada a ejecutar con dichos materiales y/o herramientas; con el fin de llevar un seguimiento real de la compra y suministro de material. Es aconsejable que el formato se comparta al almacén en un horario determinado para no generar desorden en las compras y que se incluya en la carpeta del Dropbox de cada sitio para que esté al alcance de todos los interesados. También, hacer la relación entre el material que se entregó y la cantidad que quedó después de terminado el sitio, para llevar el control de lo que realmente se gasta en cada obra y del inventario.

- Al momento de enviar material a otras ciudades o municipios, compartir una copia de la Solicitud de Servicio del material y/o herramienta que se está transportando, al conductor y a la persona que recibe en la otra localidad, que esté firmada por los partícipes; para representar su consentimiento con lo que se está enviando el acarreo y lo que queda pendiente, si es el caso. Esto con el fin de tener orden tanto en el despacho de la solicitud como al momento de descargar en sitio y que se disminuyan los inconvenientes en cuanto a faltantes o pérdidas.

Igualmente, sería importante hacer registro fotográfico antes de despachar para tener evidencia del estado en que se envían los materiales de más cuidado.

- Exigir el manejo del formato de la Solicitud de Servicio es de suma importancia, ya que, al momento de liquidar un sitio, a partir de esta se puede conocer lo que cuesta el sitio en

cuanto a materia prima y obtener un valor real las utilidades que deja cada trabajo. También ayuda a analizar en qué materiales se puede buscar economía al momento de comprar y a crear un listado general de lo que se utiliza aproximadamente en cada sitio.

- Se recomienda a los coordinadores de obra tener claridad en las fechas de inicio y fin de cada obra civil, para conocer el tiempo que cada sitio invierte y si se está cumpliendo en los plazos exigidos por el cliente.
- Se considera importante hacer una visita cercana a la fecha de terminación de cada obra, con el cliente/interventor; para así poder identificar las instalaciones nuevas o adecuaciones realizadas y el modo en que se hicieron, escuchar recomendaciones o conocer los cambios que deben realizarse y poder ejercerlos en un tiempo considerable.
- Fortalecer la comunicación entre las personas encargadas para conocer con seguridad si hay permisos vigentes para iniciar la construcción de un sitio nuevo o no o si están actualizados los permisos para ingresar a determinada estación, con el fin de evitar programar personal, vehículo y material.
- Crear una matriz con los valores actualizados de los materiales que manejan los proveedores de la empresa, para tener el precio exacto al revisar las cantidades de material por sitio y también, daría facilidad al momento de presentar previamente un presupuesto de obra para tener un estimado de la inversión a realizar. Dicha matriz también podría ser útil para manejar los costos de los fletes que se realicen.



## 8. Bibliografía

- Almagro, A. (2004). *Levantamiento Arquitectónico*. (U. d. Granada, Ed.) Granada, España.  
Obtenido de <https://digital.csic.es/handle/10261/19802>
- Arias, A., & González, N. (2019). *Guía de diseño estructural de torres de telecomunicaciones autosoportadas en Colombia para alturas de 20, 30 y 40 metros*. Universidad Católica de Colombia, Bogotá. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/24353/1/GUIA%20DE%20DISE%C3%91O%20ESTRUCTURAL%20DE%20TORRES%20DE%20TELECOMUNICACIONES.pdf>
- Mankco S.A.S. (2021). Bucaramanga, Santander, Colombia. Obtenido de <http://www.mankco.com.co/>
- Ministerio de tecnologías de la información y las comunicaciones. (2020). *Resolución N° 001519 de 24 de agosto de 2020*. Obtenido de [https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-349495\\_recurso\\_138.pdf](https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-349495_recurso_138.pdf)
- Ontiveros, M. (2018). *Metodología para la detección de interferencias producidas por estaciones radioeléctricas, mediante el uso de equipos de monitoreo portátiles del MTC*. Universidad Tecnológica del Perú, Lima. Obtenido de [http://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/UTP/1771/1/Miguel%20Ontiveros\\_Trabajo%20de%20Investigacion\\_Maestria\\_2018.pdf](http://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/UTP/1771/1/Miguel%20Ontiveros_Trabajo%20de%20Investigacion_Maestria_2018.pdf)
- Pérez, C., Zamanillo, J., & Casanueva, A. (2007). *Sistemas de telecomunicación*. Universidad de Cantabria. Obtenido de <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=y5s3XIaE46UC&oi=fnd&pg=IA7&dq=Tel>

ecomunicaci%C3%B3n&ots=7OqFqjvSZ5&sig=OvPPiV1uI3Lu3\_AFNPEhUe0W9CE#  
v=onepage&q=Telecomunicaci%C3%B3n&f=false

Preidikman, S., Massa, J., & Roccia, B. (2006). *Análisis dinámico de mástiles arriostrados*. Rev. Int. de Desastres Naturales, Accidentes e Infraestructura Civil. Obtenido de [https://www.scipedia.com/public/Preidikman\\_et\\_al\\_2006a](https://www.scipedia.com/public/Preidikman_et_al_2006a)

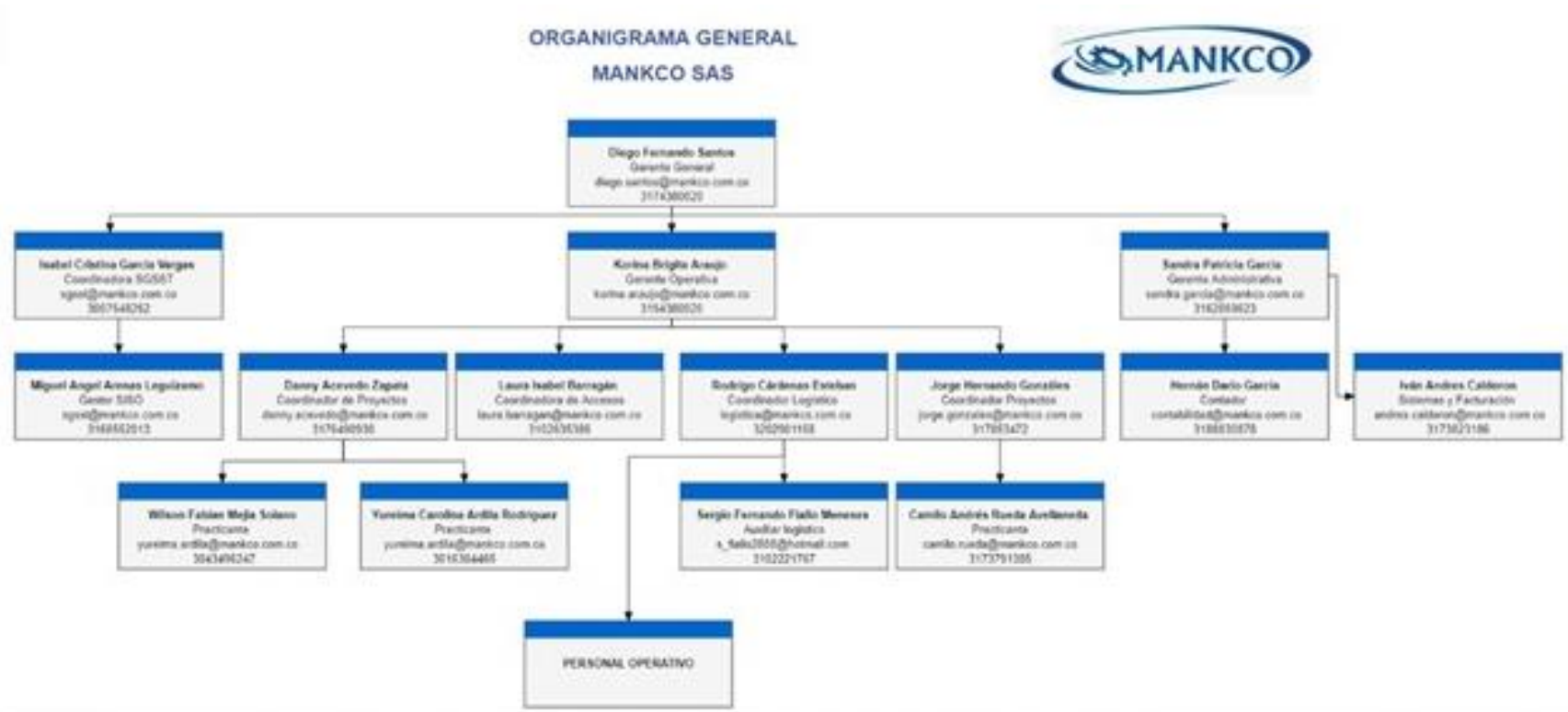
PROMTEL. (2017). *Guía de infraestructura de telecomunicaciones*. Secretaría de comunicaciones y transportes, Ciudad de México. Obtenido de [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/483497/Gu\\_a\\_Infraestructura\\_Telecomunicaciones.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/483497/Gu_a_Infraestructura_Telecomunicaciones.pdf)

Secretaría de planeación de Bogotá. (2017). *Manual de mimetización y camuflaje para estaciones radioeléctricas*. Dirección de vías, transporte y servicios públicos, Bogotá. Obtenido de [http://www.sdp.gov.co/sites/default/files/manual\\_mimetizacion\\_aprob\\_b.pdf](http://www.sdp.gov.co/sites/default/files/manual_mimetizacion_aprob_b.pdf)

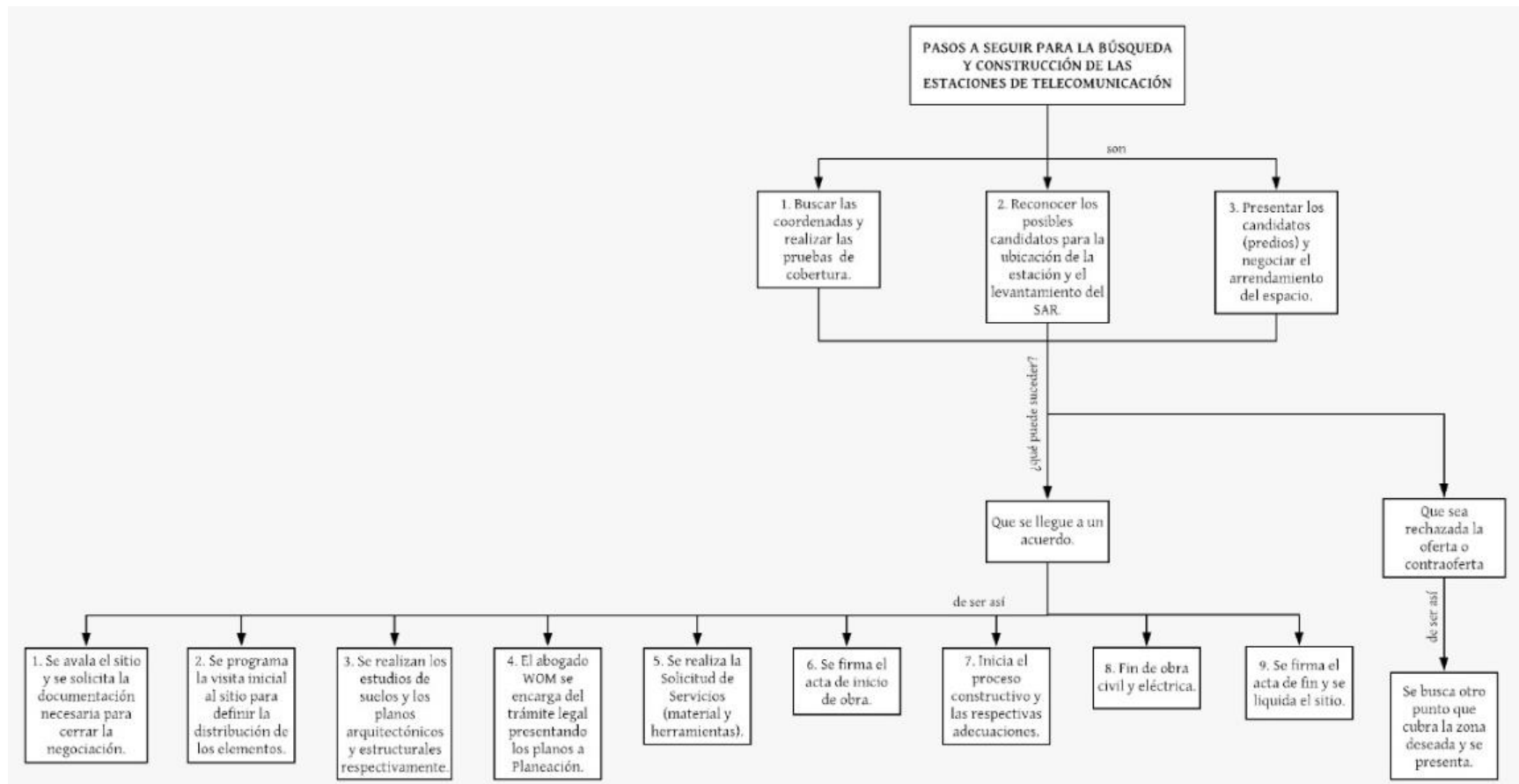


**ANEXOS**

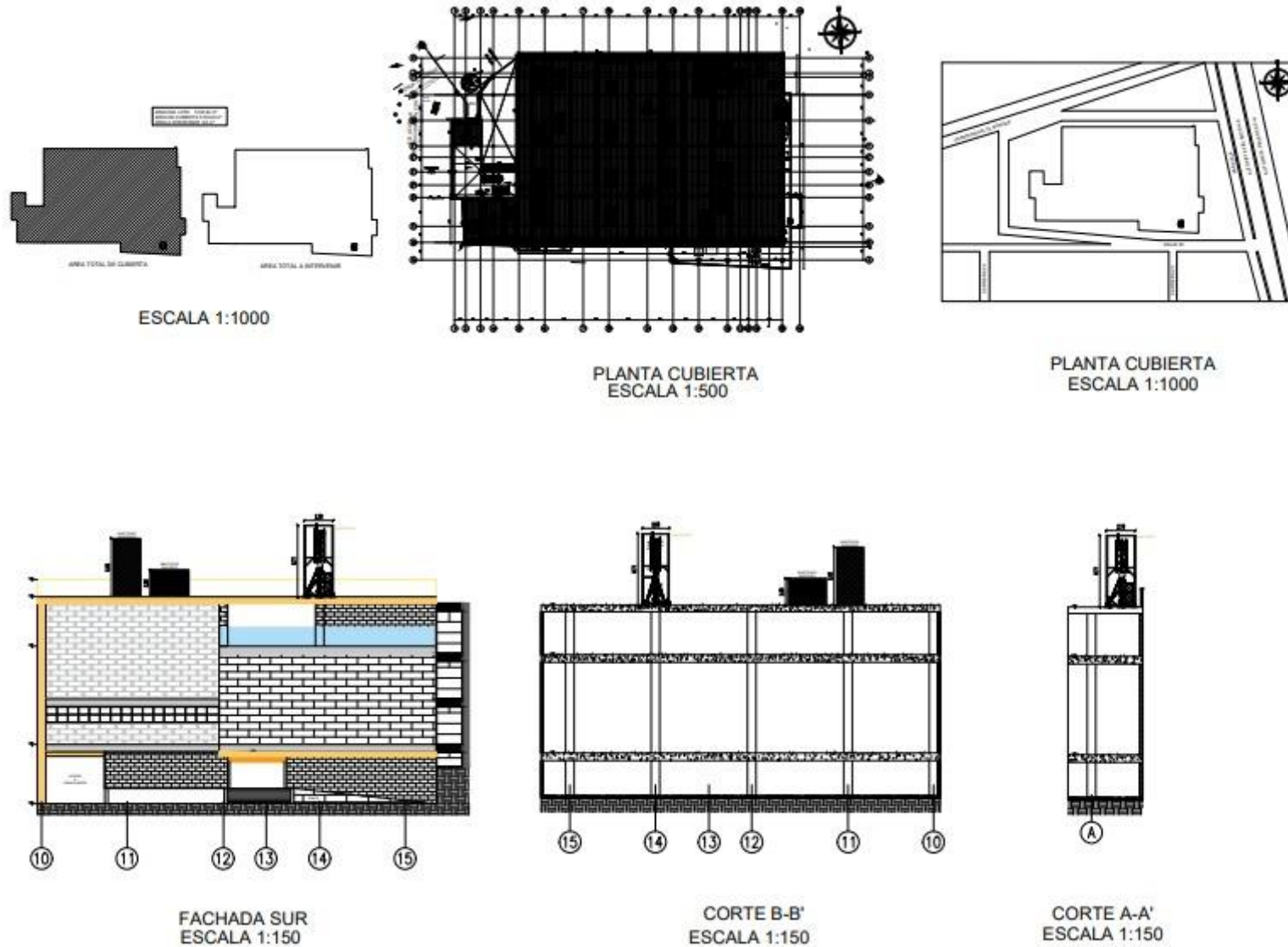
Anexo A: Organigrama Mankco S.A.S. Fuente: (Mankco S.A.S., 2021)




**Anexo B:** Pasos a seguir para la búsqueda y construcción de las estaciones de telecomunicación. Fuente: Autor.




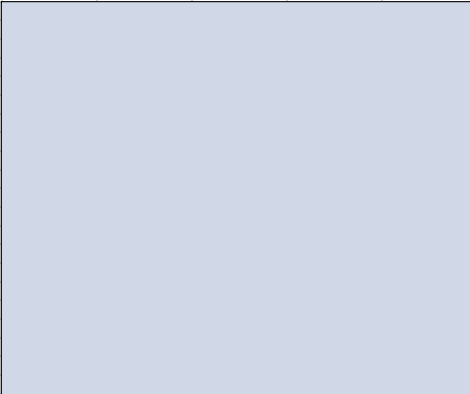
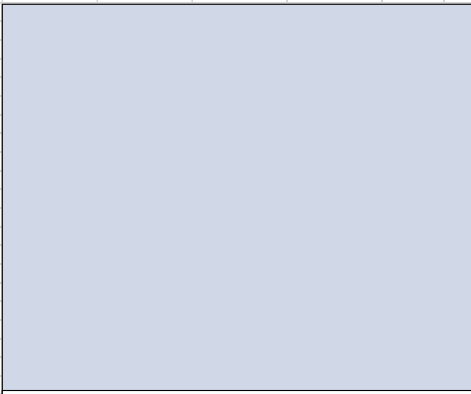
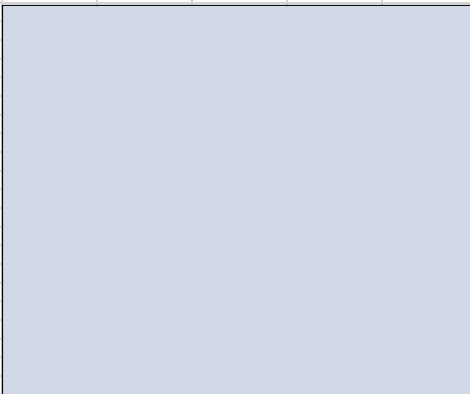
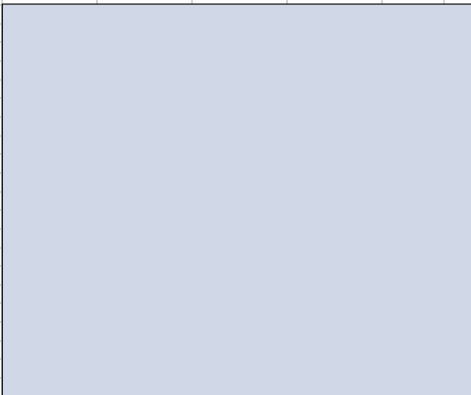
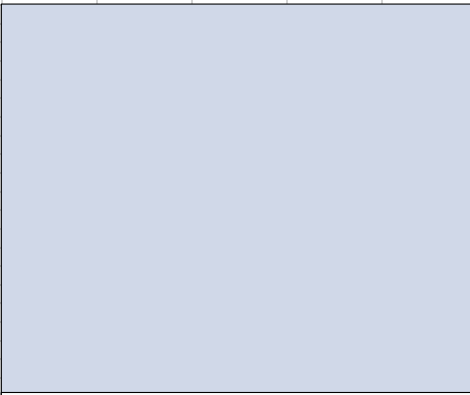
**Anexo C:** Plano levantamiento arquitectónico estación radioeléctrica CBUC\_04830 El Bosque. Fuente: (Mankco S.A.S., 2021)



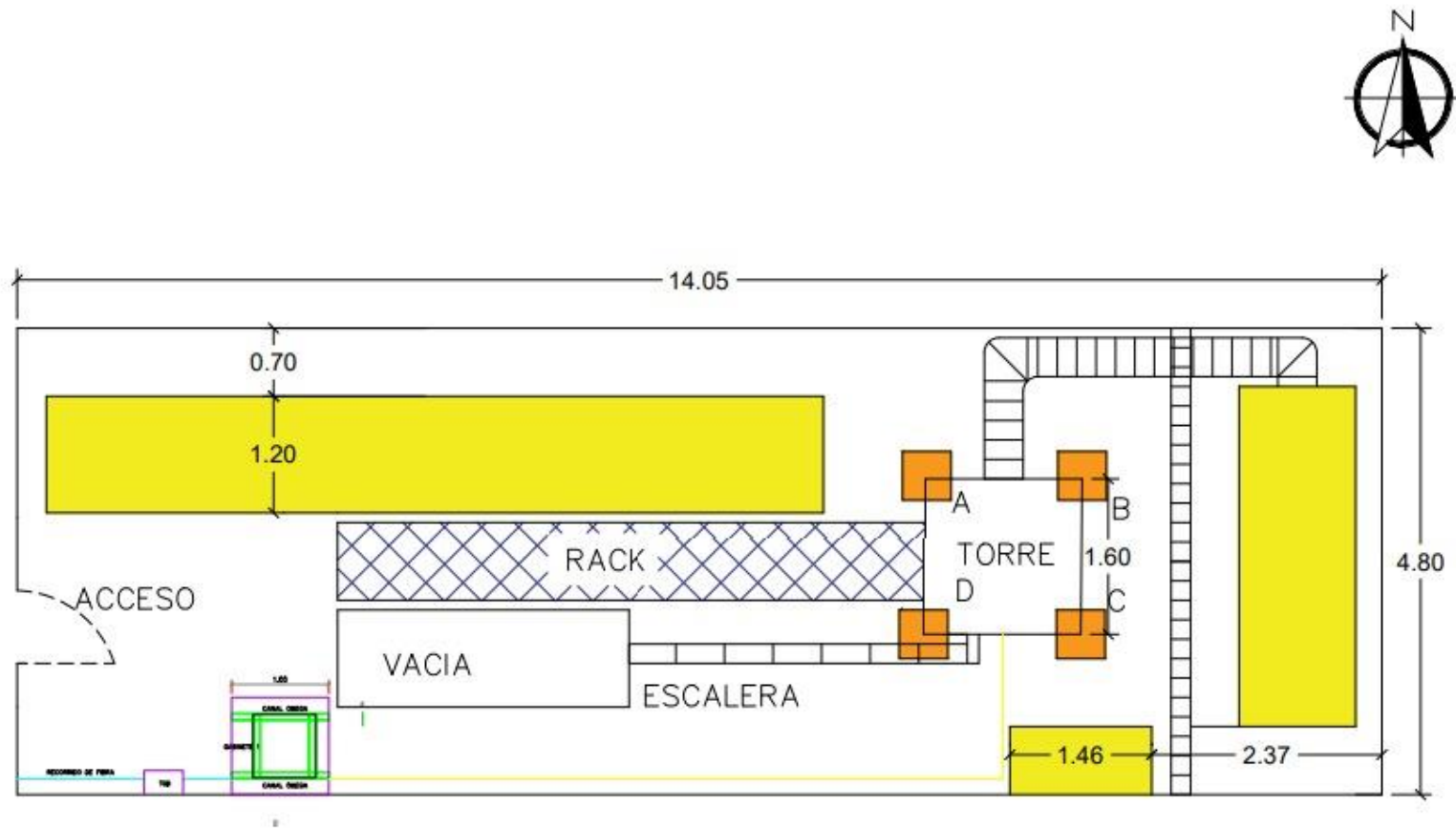
**Anexo D:** Formato de solicitud de servicio para pedido de herramienta y/o material.  
Fuente: (Mankco S.A.S., 2021).

		<b>SOLICITUD DE SERVICIO</b>			
Fecha (dd/mm/año):		Tipo de material/herramienta:	Eléctrico:	Civil:	Otro(Cuál):
Oficial MANKCO:					
Sitio WOM:		Ciudad/Municipio:			
<b>DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES A REALIZAR</b>					
<b>LISTA DE MATERIALES Y/O HERRAMIENTAS A UTILIZAR</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD (Kg, m, cm, und)	CANTIDAD ENTREGADA	CANTIDAD RECIBIDA Fecha: _____		
<b>QUIÉN RECIBE</b>					
Nombre completo	Cédula	Firma			
<b>QUIÉN ENTREGA</b>					
Nombre completo	Cédula	Firma			

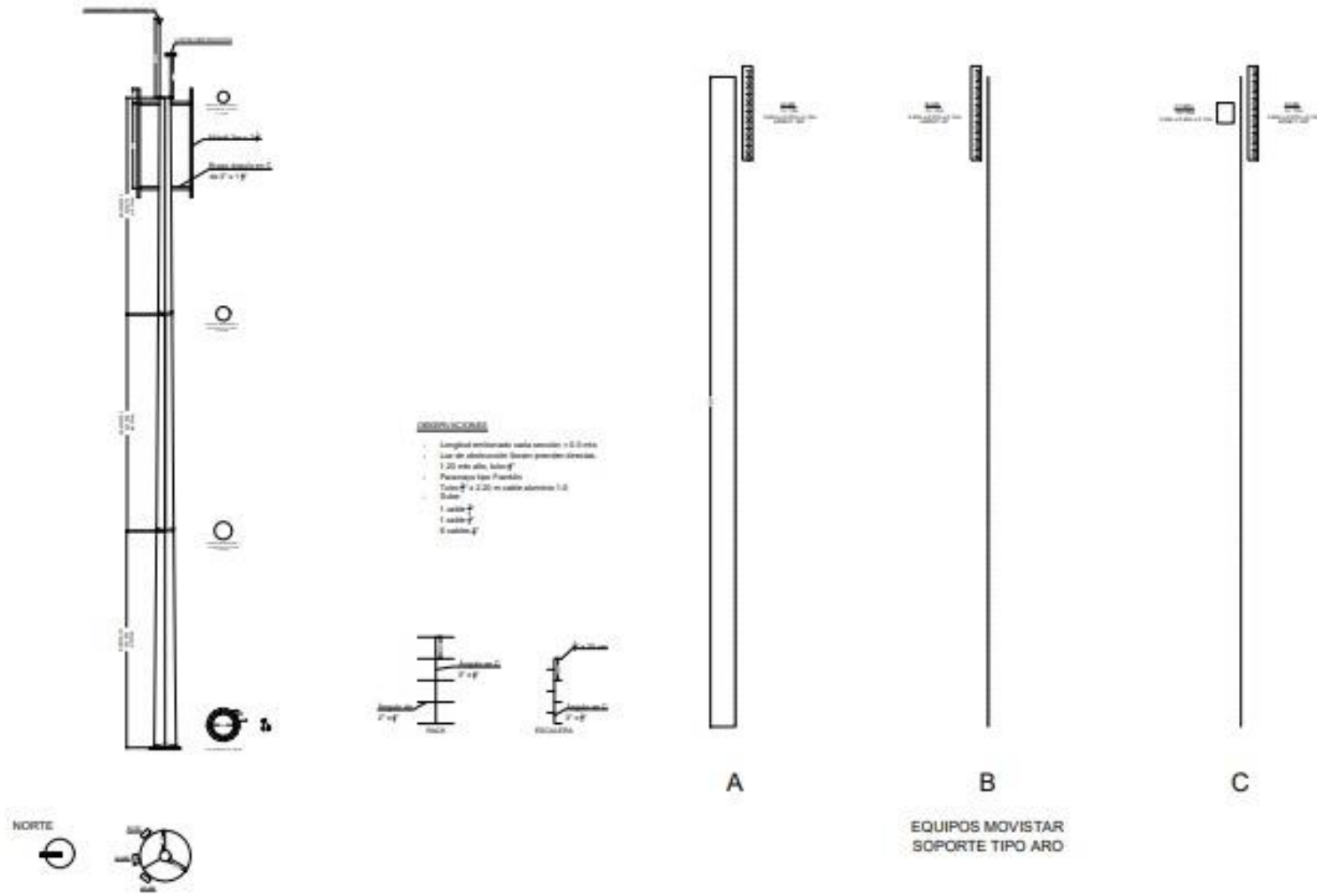
**Anexo E:** Formato de informe de registro fotográfico final. Fuente: Autor.

INFORME FINAL - REGISTRO FOTográfico			
NOMBRE DEL SITIO:		DIRECCIÓN:	
CÓDIGO DEL SITIO:		LONGITUD:	
COORDENADAS:		LATITUD:	
			
			
			
		<p>RECORRIDO DE FIBRA ÓPTICA, ENERGÍA Y SPT</p>	
		<p>MEDICIÓN DE VOLTAJES</p>	

Anexo F: Plano “as built” “co-site” CBUC 01578\_CBUC Girardot. Fuente: Autor.

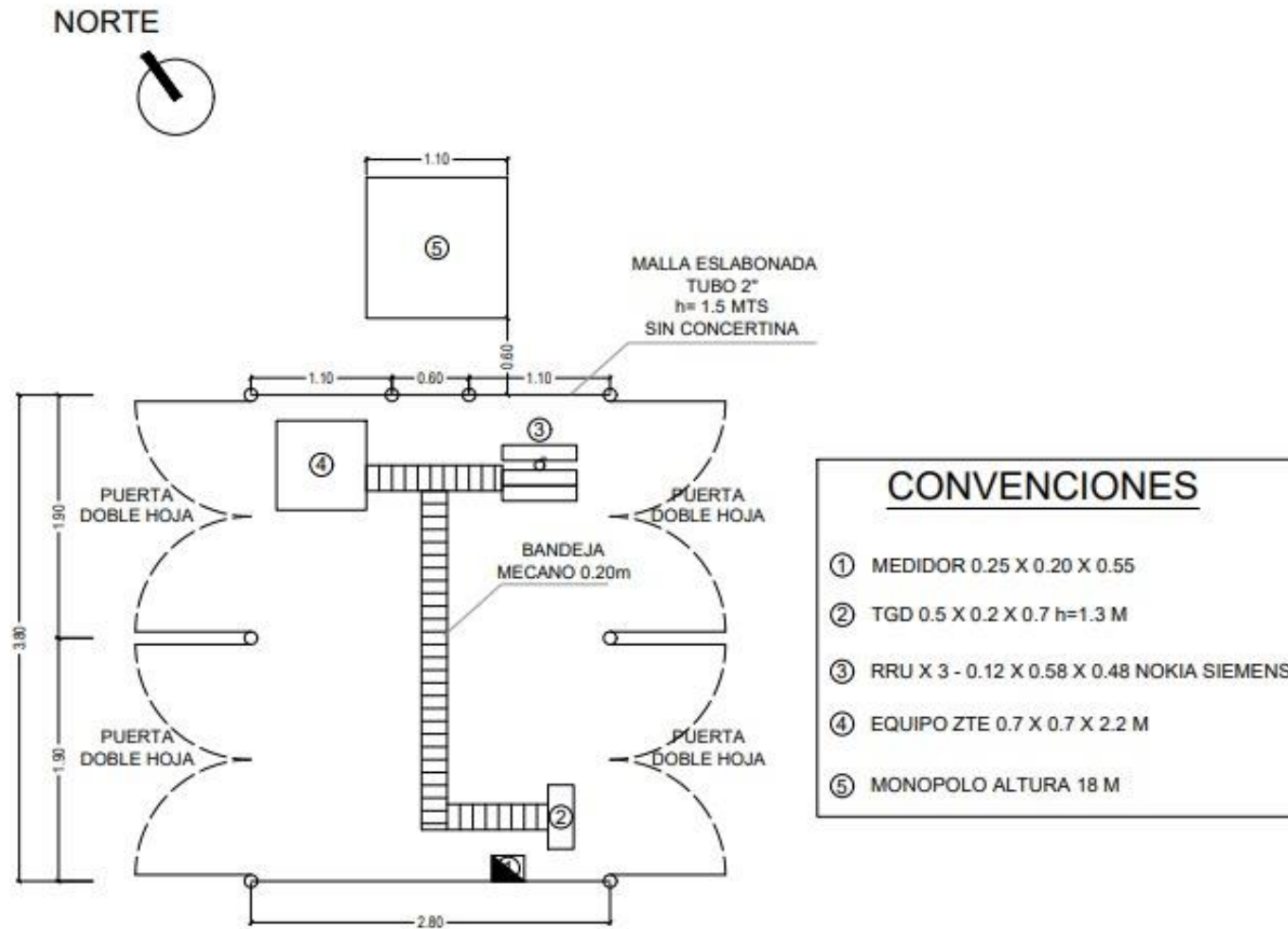


Anexo G: Plano “Tower Mapping” Caracolí Floridablanca. Fuente: Autor.

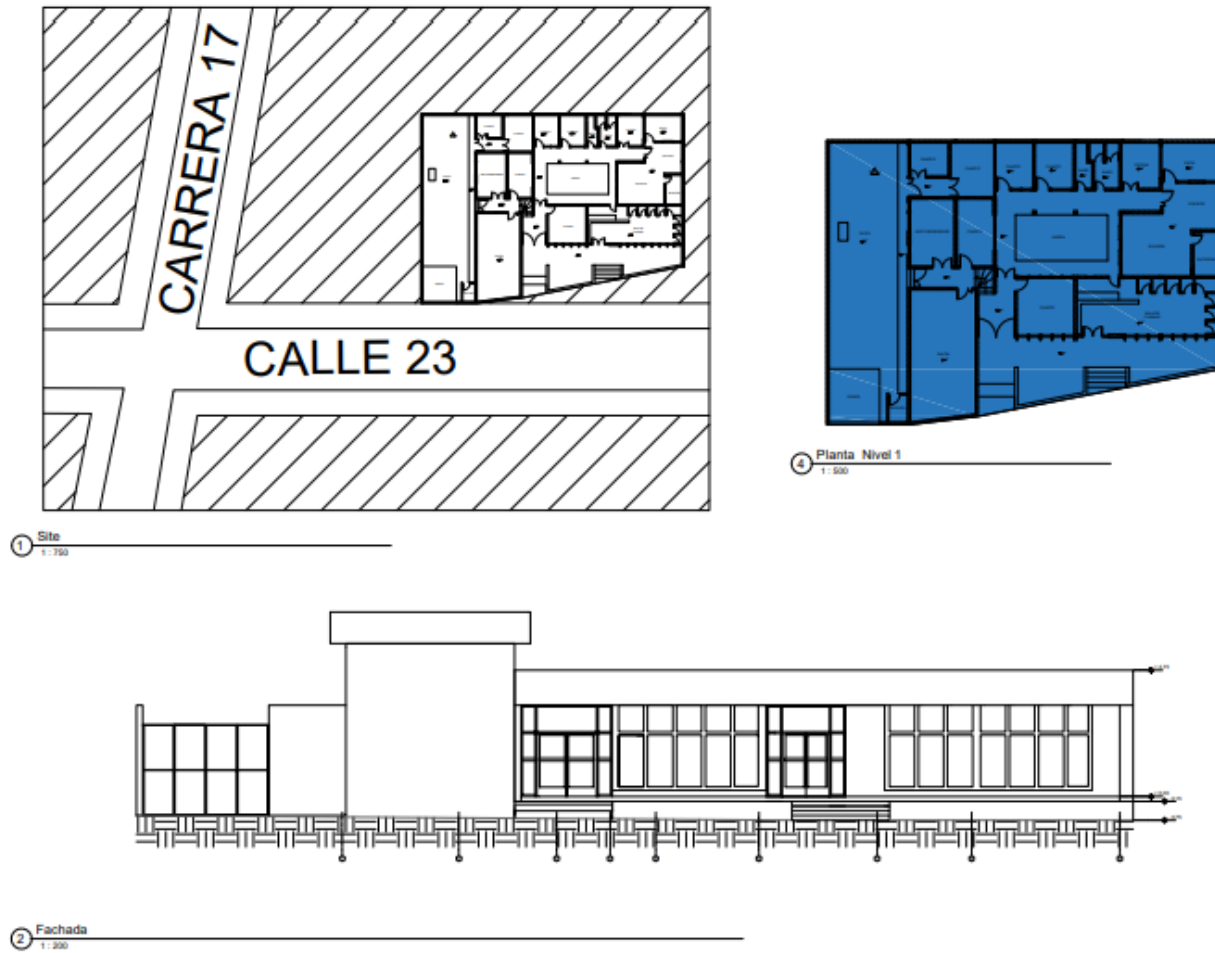




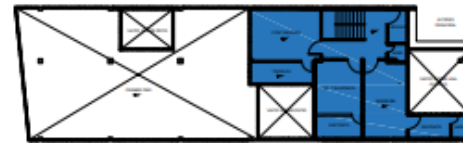
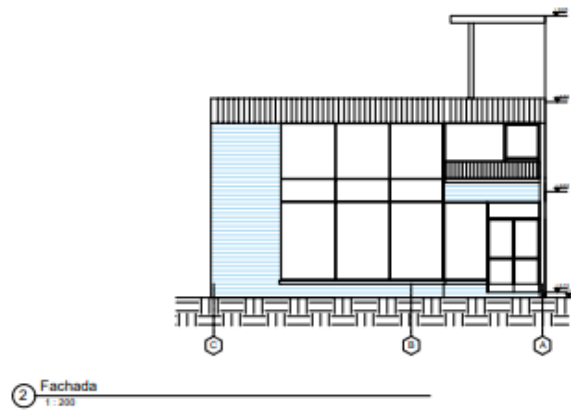
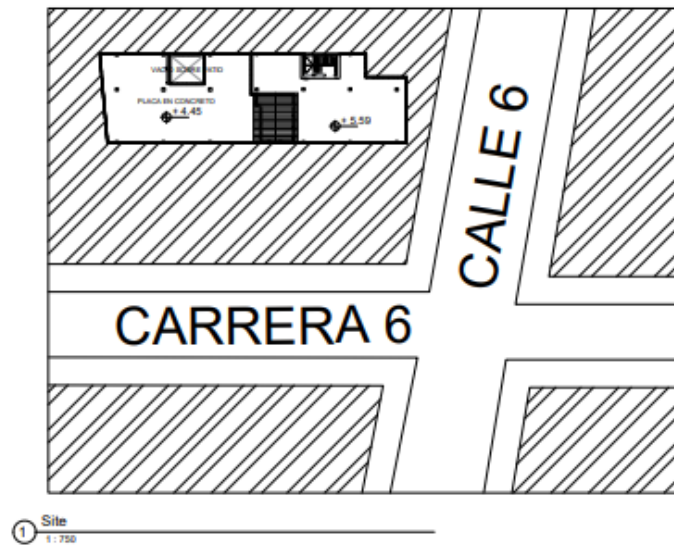
**Anexo H:** Plano de planta sitio Caracolí Floridablanca. Fuente: Autor.



**Anexo I.** Plano Edificación Charalá, Santander. Fuente: (Mankco S.A.S., 2021).



**Anexo J.** Plano Edificación Aquitania, Boyacá. Fuente: (Mankco S.A.S., 2021).



**Anexo K. Presupuesto de obra Aquitania, Boyacá. Fuente: (Mankco S.A.S., 2021)**

°	Descripción				
OC	OBRA CIVIL				
OCP	OBRAS CIVILES PRELIMINARES	TARGET AT	Und Tot	Valor Total	
OCP9	Demoliciones de mampostería. Comprende la demolición de muros hasta de 0,30 mts. de espesor, de acuerdo con las necesidades particulares de la obra. Deberá realizarse con especial cuidado y debe evitar afectar otras estructuras, retirando con la mayor brevedad posible los escombros y demás materiales resultantes. Las demoliciones incluyen el equipo, la mano de obra, las herramientas, el retiro y disposición del material sobrante en costales donde lo indique el Interventor	M2	20,105.20	209.91	4,220,282.00
ER1	Excavaciones a mano en material común para estructuras (incluye retiro). La excavación comprende la remoción de cualquier material por debajo del nivel del terreno natural hasta las líneas y cotas especificadas en los planos, estudios de suelos o indicadas por COMCEL S.A. Por ningún motivo se debe dejar sobranes de excavación en los alrededores de la estación	M3	38,810.38	28.52	1,106,871.98
10.1	Limpieza de Canales de Aguas lluvias, incluye detergente, mano de obra y elementos necesarios para su correcta limpieza.	ML	10,300.68	25.7	264,727.50
DE3	Demolición de pisos en cerámica, porcelanato, tablón, etc.incluye transporte y retiro de escombros	M2	9,775.85	404.053	3,949,960.29
DE4	Demolición placa concreto reforzado, incluye transporte y retiro de escombros	M3	254,052.33	31.2	7,926,432.84
EC37	Placa de contrapiso de espesor de 15 cms espesor, comprende varillas de Ø 1/2, formaleta, mano de obra y demás elementos para su colocación.	M2	113,773.73	1	113,773.73
EC47	Regatas en piso de concreto (incl. Cortes con máquina y resanes con concreto de 3000 psi)	ML	28,690.05	228	6,541,330.84
M9	Suministro y aplicación de Estuco en Muros y Techos	M2	7,992.42	1294.6884	10,347,693.71
M10	Pintura en vinilo Tipo 1 para interiores y/o exteriores , de marca VINILTEX o similar	M2	10,457.62	1294.6884	13,539,360.44
EM21	Suministro e instalación de Baranda perimetral en tubería Aguan Negra de 1 1/2" de altura 1m, Baranda doble a cada lado, incluye pintura en esmalte color azul, anticorrosivo, soldadura y demas materiales y equipos para su instalación.	ML	89,609.70	9.54	854,876.51
OF11	Flanche o ruana de proteccion (remate con muros de predios vecinos), Lámina galvanizada cal.22 de ancho entre 20-40cm	ML	26,064.97	84.5	2,202,489.94
OF12	Aseo, remate y limpieza general	GLB	264,275.79	10	2,642,757.87
CU5	Suministro, transporte e Instalación de Cubierta en Teja Eternit No 8 de 92x244 cm de marca Eternit, incluye estructura de soporte en madera seca.	M2	71,076.89	25.3552	1,802,168.85
P2	Suministro, transporte e instalacion de Enchape piso incluye nivelacion y alistado de piso	M2	65,520.75	86.703	5,680,845.94
P4	Suministro, transporte e instalacion de piso en cerámica de 45.5*45.5 cm marca Corona o similar (Incluye mortero de nivelación, pegacor y demas elementos para su correcta colocación)	M2	66,098.31	317.35	20,976,298.27
PA1	Suministro, transporte y aplicación de Pintura sika transparente 10 años como impermeabilizante para mampostería	M2	8,635.96	1294.6884	11,180,882.86

PA2	Suministro, transporte y aplicación de Pintura Pintucoat para estructuras metálicas	M2	17,494.73	6.706	117,319.66
OBCESI83	Impermeabilización de cubierta con manto asfáltico	UN	48,368.14	251.305	12,155,156.36
IEG26	Salida para iluminación. Incluye tubería EMT de 3/4", cable de cobre 1X12 + 1X12 +12T AWG THHN, cajas RAWELT tipo intemperie, tapa tipo intemperie y tomacorriente LEVITON DOBLE COLOR BLANCA, accesorios para fijación. NOTA: promedio de Acometida y de tubería EMTes de 10 metros.	UND	244,575.85	13	3,179,486.06
Adicional	Mantenimiento de A.A	ML	186,734.00	2	373,468.00
Adicional	Suministro e instalacion de sistema de escape - exosto	ML	980,837.00	6	5,885,022.00
Adicional	Suministro e instalacion de sanitario	UND	423,412.00	4	1,693,648.00
Adicional	Suministro e instalación de tanque para almacenamiento de agua. Capacidad = 1000 LT	UND	458,900.00	1	458,900.00
Adicional	Concreto estructural vaciado en sitio para muros de 4000 psi, incluye acero de refuerzo, formaleta, mano de obra y demas elementos mencesarios para su colocaciòn	M3	884,262.03	30.9	27,323,696.67
Adicional	Concreto estructural vaciado en sitio para vigas y estructuras de 3500 psi, incluye acero de refuerzo, formaleta, mano de obra y demas elementos mencesarios para su colocaciòn	M3	755,911.55	12.08	9,131,411.50
Adicional	Relleno en recebo compactado para estructuras. Comprende el suministro de toda la mano de obra, planta, herramienta, materiales, equipo y la ejecución de todos los trabajos necesarios para llevar a cabo los rellenos que requiera la obra según la metodología de las recomendaciones generales. Se aplicará este ítem en Cimentación y placas de contrapiso, Andenes, Llenos estructurales. , se medirá por el número de metros cúbicos del material debidamente colocado, compactado y terminado de acuerdo con las normas (95% del Proctor modificado y en capas máximo de 20 cm en caso de utilizar vibrocompactador o equipos mecánicos similares, o de 10 centímetros si las condiciones obligan a la utilización de elementos manuales. Se deberá presentar resultados de laboratorio del porcentaje de compactación), las dimensiones y cotas de los planos y la aprobación de la Interventoría.	M3	60,201.22	31.56	1,899,950.48
adicional	Concreto estructural vaciado en sitio para columnas de 4000 psi, incluye acero de refuerzo, formaleta, mano de obra y demas elementos mencesarios para su colocaciòn	M3	884,262.03	13.17	11,645,730.91
Adicional	Suministro e instalacion de lavamanos	UND	312,837.00	4	1,251,348.00
			COSTOS DIRECTOS		168,465,891.20
			A	8%	13,477,271.30
			I	5%	8,423,294.56
			U	5%	8,423,294.56
			TOTAL		<b>236,559,804.42</b>